

***ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ЛІРА-САПР®***  
***Приклади розрахунку і проектування***

## ЗМІСТ

<b>Приклад 1. Розрахунок плоскої рами</b>	<b>7</b>
Етап 1. Створення нової задачі	9
Етап 2. Створення геометричної схеми рами	9
Етап 3. Задання граничних умов	10
Етап 4. Задання варіантів конструювання	12
Етап 5. Задання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам рами	13
Етап 6. Задання навантажень	18
Етап 7. Генерація таблиці РСЗ	23
Етап 8. Задання розрахункових перерізів для ригелів	24
Етап 9. Призначення конструктивних елементів	25
Етап 10. Повний розрахунок рами	26
Етап 11. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	26
Етап 12. Перегляд і аналіз результатів армування	30
Конструювання ригеля залізобетонної рами	31
Етап 13. Виклик креслення балки	31
Конструювання колони залізобетонної рами	31
Етап 14. Виклик креслення колони	31
<b>Приклад 2. Розрахунок плити</b>	<b>32</b>
Етап 1. Створення нової задачі	32
Етап 2. Створення геометричної схеми плити	33
Етап 3. Задання граничних умов	34
Етап 4. Задання варіантів конструювання	35
Етап 5. Задання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам плити	37
Етап 6. Задання навантажень	42
Етап 7. Генерація таблиці РСЗ	46
Етап 8. Повний розрахунок плити	47
Етап 9. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	47
Етап 10. Перегляд і аналіз результатів армування	50
<b>Приклад 3. Розрахунок рами промислової будівлі</b>	<b>52</b>
Етап 1. Створення нової задачі	53
Етап 2. Створення геометричної схеми	54
Етап 3. Задання граничних умов	60
Етап 4. Задання варіантів конструювання	61
Етап 5. Задання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам рами	62
Етап 6. Зміна типу кінцевих елементів для елементів ферми	72
Етап 7. Задання навантажень	72
Задання характеристик для розрахунку рами на динамічні впливи	77
Етап 8. Формування динамічних завантажень із статичних	77
Етап 9. Формування таблиці параметрів динамічних впливів	78
Етап 10. Задання розрахункових перерізів елементів ригелів	80
Етап 11. Призначення конструктивних елементів	81
Етап 12. Призначення розкріплень у вузлах згинальних елементів	82
Етап 13. Генерація таблиці РСН	83
Етап 14. Задання параметрів для розрахунку рами на стійкість	84
Етап 15. Повний розрахунок рами	85
Етап 16. Перегляд і аналіз результатів статичного та динамічного розрахунків	85
Етап 17. Перегляд і аналіз результатів конструювання	89
<b>Приклад 4. Розрахунок просторового каркасу будівлі з фундаментною плитою на пружній основі</b>	<b>91</b>
Етап 1. Створення нової задачі	92
Етап 2. Створення геометричної схеми	93
Етап 3. Задання варіантів конструювання	98
Етап 4. Задання параметрів жорсткості і параметрів матеріалів елементам схеми	100
Етап 5. Задання параметрів пружної основи	110
Етап 6. Задання граничних умов	111
Етап 7. Задання навантажень	113
Задання характеристик для розрахунку рами на сейсміку	117
Етап 8. Формування динамічних завантажень із статичних	117
Етап 9. Формування таблиці параметрів динамічних впливів	118
Етап 10. Генерація таблиці РСЗ	120
Етап 11. Генерація таблиці РСН	121
Етап 12. Призначення конструктивних елементів	122
Етап 13. Призначення розкріплень в вузлах елементів, що згинаються	124
Етап 14. Повний розрахунок схеми	124
Етап 15. Перегляд і аналіз результатів статичного і динамічного розрахунків	125
Етап 16. Перегляд і аналіз результатів конструювання	128

<b>Приклад 5. Розрахунок металевої вежі</b>	<b>131</b>
Етап 1. Створення нової задачі	132
Етап 2. Створення геометричної схеми	132
Етап 3. Задання граничних умов	136
Етап 4. Задання параметрів жорсткості	137
Етап 5. Корегування схеми	140
Етап 6. Задання навантажень	145
Задання характеристик для розрахунку вежі на пульсацію вітру	150
Етап 7. Формування динамічних завантажень із статичних	150
Етап 8. Формування таблиці параметрів динамічних впливів	151
Етап 9. Генерація таблиці РСЗ	153
Етап 10. Повний розрахунок вежі	154
Етап 11. Перегляд і аналіз результатів розрахунку	154
Етап 12. Розрахунок навантаження на фрагмент	159
<b>Приклад 6. Розрахунок циліндричного резервуара</b>	<b>162</b>
Етап 1. Створення нової задачі	162
Етап 2. Створення геометричної схеми	163
Етап 3. Призначення локальної системи координат вузлам розрахункової схеми	166
Етап 4. Задання варіантів конструювання	168
Етап 5. Задання параметрів жорсткості і параметрів матеріалів елементам резервуара	169
Етап 6. Задання граничних умов	173
Етап 7. Задання навантажень	174
Етап 8. Генерація таблиці РСЗ	177
Етап 9. Повний розрахунок схеми	178
Етап 10. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	178
Етап 11. Перегляд і аналіз результатів конструювання	184
<b>Приклад 7. Нелінійний розрахунок двопрогінної балки з урахуванням повзучості бетону</b>	<b>185</b>
Етап 1. Створення нової задачі	187
Етап 2. Створення геометричної схеми балки	187
Етап 3. Задання граничних умов	188
Етап 4. Задання жорсткісних параметрів елементам балки	190
Етап 5. Задання навантажень	197
Етап 6. Моделювання нелінійних завантажень з урахуванням повзучості бетону	200
Етап 7. Фізично нелінійний розрахунок балки	203
Етап 8. Перегляд і аналіз результатів розрахунку	204
<b>Приклад 8. Розрахунок щогли в геометрично нелінійній постановці</b>	<b>208</b>
Етап 1. Створення нової задачі	208
Етап 2. Створення геометричної схеми щогли	209
Етап 3. Задання граничних умов	212
Етап 4. Зміна типу скінчених елементів	213
Етап 5. Задання жорсткісних параметрів елементам щогли	214
Етап 6. Задання навантажень	218
Етап 7. Моделювання нелінійних завантажень з урахуванням повзучості бетону	224
Етап 8. Геометрично нелінійний розрахунок щогли	225
Етап 9. Перегляд та аналіз результатів розрахунку	225
<b>Приклад 9. Розрахунок конструкції на ґрунтовій основі із застосуванням системи ҐРУНТ</b>	<b>231</b>
Етап 1. Створення нової задачі	232
Етап 2. Створення геометричної схеми каркасу	233
Етап 3. Створення абсолютно жорстких тіл	238
Етап 4. Задання жорсткісних параметрів елементам каркасу	241
Етап 5. Задання граничних умов	245
Етап 6. Задання параметрів пружної основи	247
Етап 7. Задання навантажень	254
Етап 8. Генерація таблиці РСН	258
Етап 9. Статичний розрахунок каркасу	259
Етап 10. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	260
Етап 11. Ітераційне уточнення коефіцієнтів пружної основи	263
Етап 12. Розрахунок параметрів пружної основи і перегляд результатів розрахунку в системі ҐРУНТ	265
<b>Приклад 10. Розрахунок шпунта підсиленого анкерами спільно з ґрунтовим масивом котловану (застосування нелінійних елементів ґрунту, моделювання попереднього натягу анкерів, моделювання процесу екскавації котловану)</b>	<b>266</b>
Етап 1. Створення нової задачі	267
Етап 2. Створення геометричної схеми	268
Етап 3. Задання граничних умов	272
Етап 4. Задання жорсткісних параметрів елементам розрахункової схеми	273
Етап 5. Задання навантажень	280

Етап 6. Моделювання стадій возведення і нелінійних завантажень	284
Етап 7. Нелінійний розрахунок схеми	288
Етап 8. Перегляд і аналіз результатів розрахунку	288
<b>Приклад 11_М. Розрахунок конструкцій зі зміною жорсткості ґрунтової основи (використання системи МЕТЕОР)</b>	<b>292</b>
Етап 1. Створення нової задачі (варіант 1)	294
Етап 2. Створення геометричної схеми	294
Етап 3. Задання жорсткісних параметрів елементам схеми	301
Етап 4. Задання параметрів пружної основи	306
Етап 5. Задання граничних умов	307
Етап 6. Задання навантажень	309
Етап 7. Генерація таблиці РСЗ	313
Етап 8. Повний розрахунок схеми	314
Етап 9. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	314
Етап 10. Створення другого варіанту задачі	317
Етап 11. Корегування коефіцієнтів пружної основи	318
Задання характеристик для розрахунку схеми на сейсміку	318
Етап 12. Формування динамічних завантажень із статичних	318
Етап 13. Формування таблиці параметрів динамічних впливів	319
Етап 14. Корегування таблиці РСЗ	321
Етап 15. Повний розрахунок другого варіанту схеми	321
Етап 16. Перегляд і аналіз результатів розрахунку другого варіанту схеми	321
Етап 17. Створення третього варіанту задачі	322
Етап 18. Корегування коефіцієнтів пружної основи	323
Етап 19. Створення четвертого варіанту задачі	323
Етап 20. Корегування коефіцієнтів пружної основи	323
Етап 21. Формування і розрахунок узагальненої РСЗ	324
Етап 22. Перегляд і аналіз результатів розрахунку узагальненої задачі	326
Етап 23. Задання варіантів конструювання	327
Етап 24. Задання параметрів матеріалів елементам схеми	328
Етап 25. Підбор арматури	330
Етап 26. Перегляд і аналіз результатів конструювання	331
<b>Приклад 12. Розрахунок сталевого каркасу будівлі з підготовкою інформації для системи КМ-САПР</b>	<b>333</b>
Етап 1. Створення нової задачі	335
Етап 2. Створення геометричної схеми	335
Етап 3. Задання варіантів конструювання	342
Етап 4. Задання жорсткісних характеристик і параметрів матеріалів елементам схеми	343
Етап 5. Зміна типу скінченних елементів для елементів в'язей	351
Етап 6. Задання навантажень	352
Етап 7. Генерація таблиці РСЗ	357
Етап 8. Задання розрахункових перерізів для ригелів	358
Етап 9. Призначення конструктивних елементів	358
Етап 10. Призначення розкріплень у вузлах згинальних елементів	359
Етап 11. Повний розрахунок схеми	360
Етап 12. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	360
Етап 13. Перегляд і аналіз результатів конструювання	362
Етап 14. Розрахунок вузлів	363
<b>Приклад 14. Імпорт моделі з поверхових планів DXF AutoCAD</b>	<b>368</b>
Етап 1: Введення властивостей об'єктів 1а способом (введення імені шару вручну)	374
Етап 2: Введення властивостей об'єктів 1b способом (з використанням компонента імпорту поверхових планів, вбудованого в AutoCAD)	374
Етап 3: Введення властивостей об'єктів 2– м способом (об'єкти по контуру)	378
Етап 4: Робота з 1– м поверхом	379
Етап 5: Навантаження	383
Етап 6: Імпорт у САПФІР	385
Етап 7: Копіювання поверхів	390
Етап 8: Редагування списку завантажень	394
Етап 9: Створення розрахункової моделі	395
Етап 10. Повний розрахунок схеми	398
<b>Приклад 17. Технологія використання системи ҐРУНТ для створення плоского і тривимірного ґрунтових масивів</b>	<b>399</b>
Етап 1. Коригування моделі ґрунту	399
Етап 2. Створення нової задачі (плоский ґрунтовий масив)	400
Етап 3. Створення плоского ґрунтового масиву	400
Етап 4. Створення нової задачі (тривимірний ґрунтовий масив)	403
Етап 5. Створення геометричної схеми фундаментної плити	404
Етап 6. Створення тривимірного ґрунтового масиву	405

<b>Приклад 18. Розрахунок просторового каркасу будівлі та імпорт підбіраної арматури для подальшого нелінійного розрахунку</b>	<b>410</b>
Етап 1. Створення нової задачі	410
Етап 2. Створення геометричної схеми	411
Етап 3. Завдання варіантів конструювання	413
Етап 4. Завдання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам схеми	414
Етап 5. Завдання навантажень	421
Етап 6. Генерація таблиці РСЗ	424
Етап 7. Уніфікація елементів	425
Етап 8. Повний розрахунок схеми	430
Етап 9. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	430
Етап 10. Перегляд і аналіз результатів армування	432
Етап 11. Імпорт результатів підбору арматури для створення нелінійної задачі	433
<b>Приклад 19. Розрахунок двопрогової балки з використанням системи «Інженерна нелінійність»</b>	<b>435</b>
Етап 1. Створення нової задачі	436
Етап 2. Створення геометричної схеми балки	437
Етап 3. Завдання граничних умов	438
Етап 4. Завдання варіантів конструювання	440
Етап 5. Завдання жорсткісних параметрів елементам балки	441
Етап 6. Завдання розрахункових перерізів для балки	445
Етап 7. Завдання навантажень	445
Етап 8. Генерація таблиці РСН	450
Етап 9. Повний розрахунок балки	451
Етап 10. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	451
Етап 11. Моделювання нелінійних навантажень	455
Етап 12. Розрахунок балки за допомогою системи «Інженерна нелінійність»	456
Етап 13. Перегляд і аналіз результатів розрахунку за допомогою системи «Інженерна нелінійність»	457
Етап 14. Перегляд і аналіз результатів армування	457
<b>Приклад 20. Розрахунок вузла металевої ферми з круглих профілів</b>	<b>459</b>
Етап 1. Задання даних для розрахунку вузла ферми	459
Етап 2. Редагування параметрів	462
<b>Приклад 21. Розрахунок просторового каркасу будівлі при різних варіантах конструювання залізобетонних конструкцій</b>	<b>468</b>
Етап 1. Створення нової задачі	468
Етап 2. Створення геометричної схеми	469
Етап 3. Завдання варіантів конструювання	471
Етап 4. Завдання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементів схеми	473
Етап 5. Завдання навантажень	486
Етап 6. Генерація таблиці РСЗ	490
Етап 7. Повний розрахунок схеми	492
Етап 8. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	492
Етап 9. Перегляд і аналіз результатів конструювання	494
<b>Приклад 22. Розрахунок конструкції на пальовій основі з обчисленням жорсткості паль за допомогою системи ҐРУНТ (використання KE 57)</b>	<b>498</b>
Етап 1. Створення нової задачі	498
Етап 2. Створення геометричної схеми	499
Етап 3. Завдання жорсткісних параметрів елементам схеми	501
Етап 4. Завдання параметрів пальової основи	505
Етап 5. Завдання навантажень	511
Етап 6. Статичний розрахунок схеми	514
Етап 7. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	514
<b>Приклад 23. Розрахунок багатоповерхової будівлі з безригельним каркасом і проектування монолітної з/б плити за допомогою систем САПФІР–КОНСТРУКЦІЇ та САПФІР–ЗБК</b>	<b>518</b>
Етап 1. Створення нового проекту та налаштування його властивостей	519
Етап 2. Коригування властивостей поверху	521
Етап 3. Створення координатних осей	522
Етап 4. Створення колон	523
Етап 5. Створення стін	525
Етап 6. Завдання дверного прорізу	526
Етап 7. Створення і редагування плити перекриття	528
Етап 8. Копіювання поверхів	531
Етап 9. Моделювання пандусу	534
Етап 10. Моделювання процесу зведення конструкції (МОНТАЖ)	537
Етап 11. Створення навантажень і призначення навантажень	539
Етап 12. Коригування параметрів матеріалів елементів моделі	543

Етап 13. Створення скінченно-елементної моделі в системі САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ	545
Етап 14. Створення та відкриття файлу ПК ЛІРА –САПР	550
Етап 15. Узгодження місцевих осей пластин	551
Етап 16. Редагування монтажної таблиці	552
Етап 17. Таблиця РСН	552
Етап 18. Повний розрахунок схеми	553
Етап 19. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку	553
Етап 20. Перегляд і аналіз результатів конструювання	555
Етап 21. Експорт результатів армування плит перекриттів у САПФІР	557
Етап 22. Імпорт результатів підбору арматури в систему САПФІР-ЗБК	557
Етап 23. Розташування на схемі ділянок додаткового армування	561
Етап 24. Обрамлення отвору в плиті перекриття	564
Етап 25. Формування специфікацій арматури та листа креслення	566
<b>Приклад 24. Проектування монолітної залізобетонної діафрагми за допомогою системи САПФІР-ЗБК</b>	<b>571</b>
Етап 1. Мінімально необхідні дані для розрахунку армування та проектування діафрагм	571
Етап 2. Імпорт результатів армування	572
Етап 3. Конструювання діафрагми в автоматичному режимі	573
Етап 4. Автоматичне конструювання діафрагми з отвором	579
Етап 5. Робота з розрізами діафрагми	586
Етап 6. Створення вузлів армування	588
Етап 7. Візуалізації та коригування армування в 3D	591
Етап 8. Створення креслень в автоматичному режимі	593
<b>Приклад 26. Розрахунок перерізу сталезалізобетонного перекриття з монолітною плитою по сталевому профільованому настилу за допомогою системи КОНСТРУКТОР ПЕРЕРІЗІВ</b>	<b>596</b>
Етап 1. Створення нового проекту	597
Етап 2. Створення контуру багатоматеріального перерізу в системі КОНСТРУКТОР ПЕРЕРІЗІВ	597
Етап 3. Розрахунок перерізу	604
Етап 4. Перегляд і аналіз характеристик перерізу	604
Етап 5. Створення файлу для ПК ЛІРА-САПР	605
<b>Приклад 27. Конструювання монолітних колон та балок за допомогою системи САПФІР–ЗБК</b>	<b>606</b>
Етап 1. Необхідний мінімум даних для підбору арматури та конструювання колон і балок	606
Етап 2. Імпорт результатів армування	607
Етап 3. Уніфікація колон	608
Етап 4. Створення маркувального плану вертикальних елементів	612
Етап 5. Створення маркувального розрізу вертикальних елементів	615
Етап 6. Створення листа креслення з маркувальним планом і розрізом	618
Етап 7. Конструювання уніфікованої монолітної залізобетонної колони	620
Етап 8. Уніфікація балок	625
Етап 9. Коригування автоматичного конструювання балки	629
Етап 10. Створення листа креслення для балки	631
Етап 11. Відображення арматури колони і балки в 3D	633

## Приклад 1. Розрахунок плоскої рами

### Цілі та задачі:

- скласти розрахункову схему плоскої рами;
- показати процедуру використання варіантів конструювання;
- заповнити таблицю РСЗ;
- підібрати арматуру для елементів рами;
- законструювати нерозрізну балку;
- законструювати колону.

### Вихідні дані:

Схема рами та її закріплення показані на рис. 1.1.

Перерізи елементів рами показані на рис. 1.2.

Матеріал рами – залізобетон В30.

### Навантаження:

- постійне рівномірно розподілене  $g_1 = 2$  т/м;
- постійне рівномірно розподілене  $g_2 = 1.5$  т/м;
- постійне рівномірно розподілене  $g_3 = 3$  т/м;
- тимчасове тривале рівномірно розподілене  $g_4 = 4.67$  т/м;
- тимчасове тривале рівномірно розподілене  $g_5 = 2$  т/м;
- вітрове (зліва)  $P_1 = -1$  т;
- вітрове (зліва)  $P_2 = -1.5$  т;
- вітрове (зліва)  $P_3 = -0.75$  т;
- вітрове (зліва)  $P_4 = -1.125$  т;
- вітрове (справа)  $P_1 = 1$  т;
- вітрове (справа)  $P_2 = 1.5$  т;
- вітрове (справа)  $P_3 = 0.75$  т;
- вітрове (справа)  $P_4 = 1.125$  т.

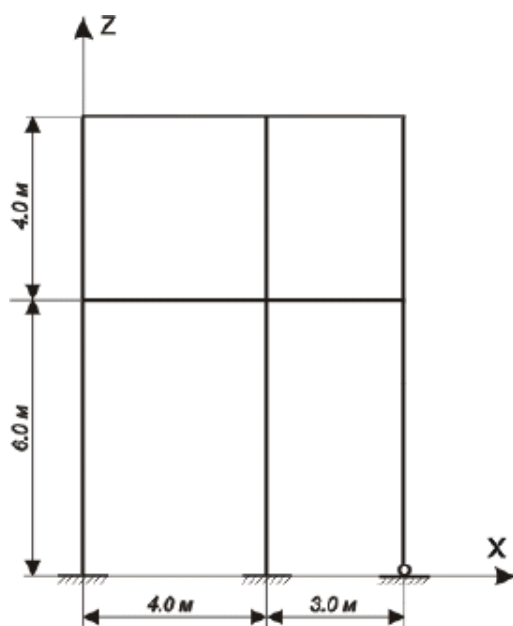


Рис. 1.1. Схема рами

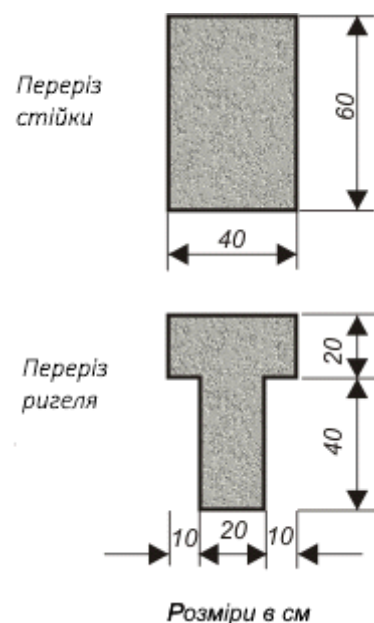


Рис. 1.2. Перерізи елементів рами

Розрахунок провести в чотирьох завантаженнях, показаних на рис. 1.3.

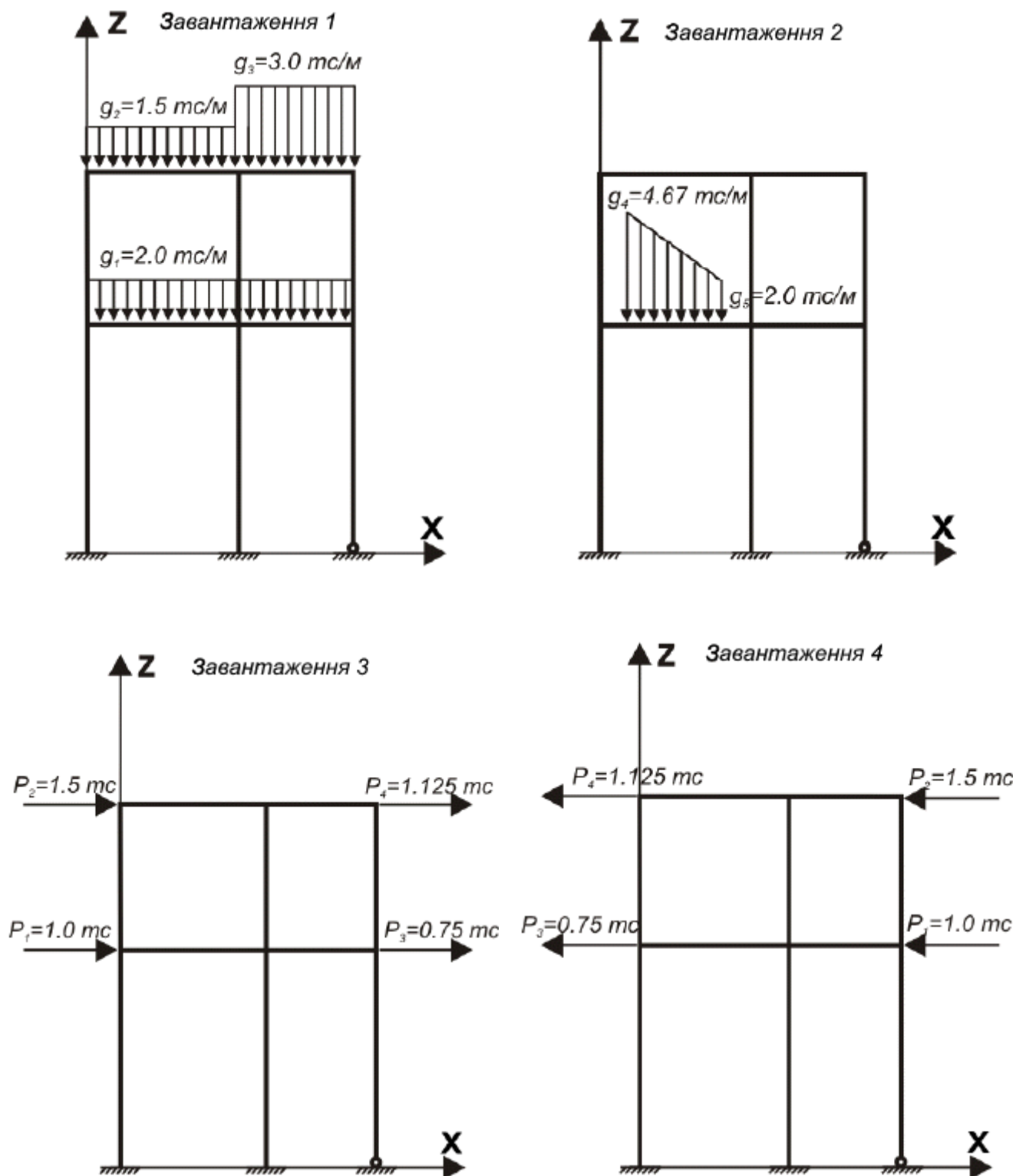




Рис. 1.3. Схеми завантажень рами

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:  
 Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.



## Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 1.4) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **01\_2D рама 3Б**;
  - в розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **2 – Три ступені свободи у вузлі (переміщення X,Z,Uy) X0Z**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

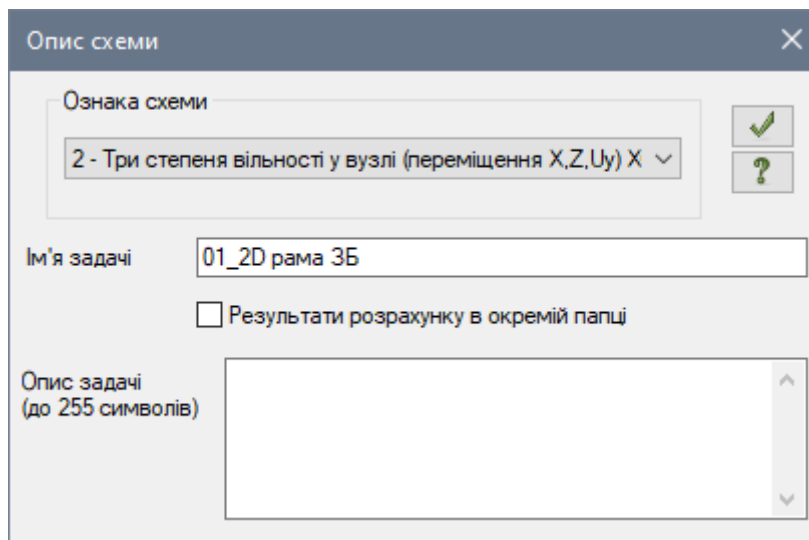



Рис. 1.4. Діалогове вікно **Опис схеми**




Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в

меню **Програми** в розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  **2 – Друга ознака схеми (Три ступені свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкритому списку

**Новий** виберіть команду  **2 – 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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми рами

- Відкрийте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей** натиснувши на кнопку  – **Генерація регулярних фрагментів та сітей** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте:
  - Крок вздовж першої осі: Крок вздовж другої осі:

L(m) N	L(m) N
4 1	6 1
3 1	4 1.

Решта параметрів приймаються за умовчанням (рис. 1.5).

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

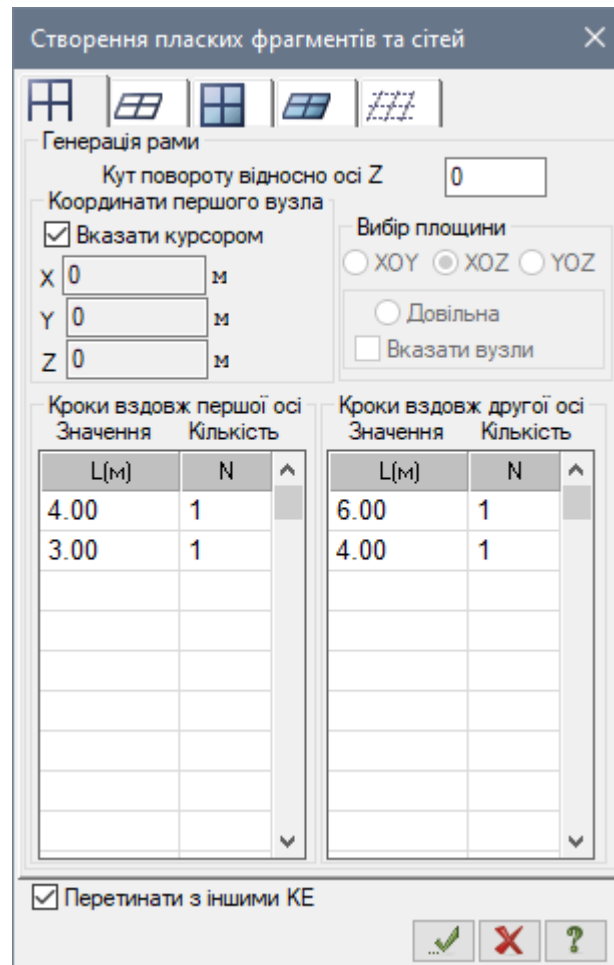



Рис. 1.5. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів та сітей

### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт




**Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).

- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **01\_2D рама ЗБ**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

### **Етап 3. Задання граничних умов**

#### Виведення на екран номерів вузлів та елементів

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- В діалоговому вікні **Показати** при активній закладці **Елементи** встановіть прапорець **Номери елементів**.
- Після цього перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.

- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.



Встановивши прапорець навпроти кнопки **Перемалювати** – зміна параметрів відображення буде відображатися автоматично.

На рис. 1.6 представлена отримана схема.

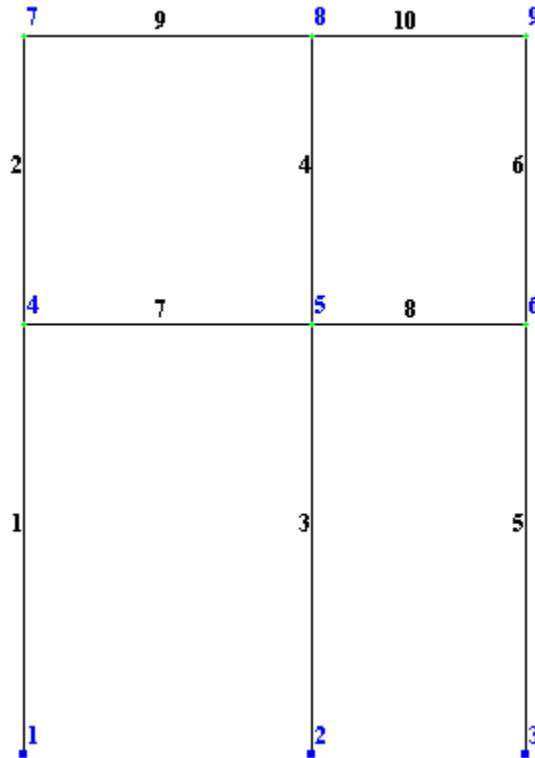



Рис. 1.6. Нумерація вузлів та елементів розрахункової схеми



#### Виділення вузлів № 1 і 2

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів інверсно** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсору виділіть вузли № 1 і 2 (вузли забарвлюються в червоний колір).



Відмітка вузлів виконується за допомогою одинарного вказування курсором або розтягуванням навколо потрібних вузлів «рамки вибору».

#### Задання граничних умов у вузлах № 1 і 2

- 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, виберіть напрями, за якими заборонені переміщення вузлів (**X, Z, UY**).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах** (вузли забарвлюються в синій колір, а в списку **Комбінації в'язей** додається рядок призначеної комбінації в'язей).

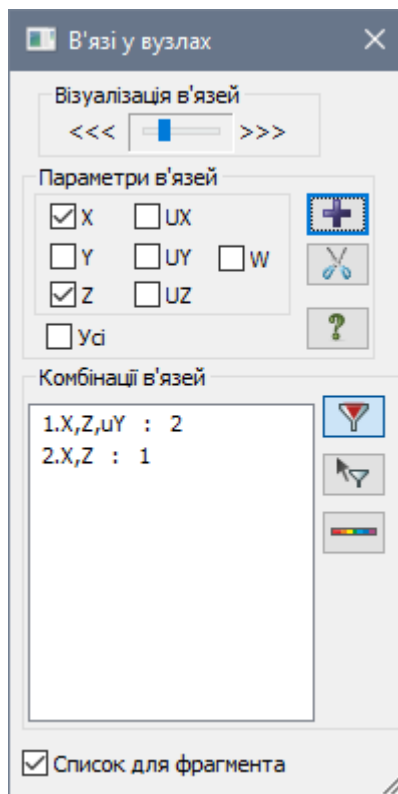




Рис. 1.7. Діалогове вікно В'язі у вузлах


### Задання граничних умов у вузлах № 3

- Виділіть вузол № 3 за допомогою курсору.
- В діалоговому вікні **В'язі у вузлах** виберіть напрями, за якими заборонені переміщення вузла (**X, Z**). Для цього необхідно зняти прапорець з напрямом **UY**.
- Натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах**.






В полі **Комбінації в'язей** вказані задані комбінації закріплень та кількість вузлів, на які вони призначені. При виборі необхідного рядку, можна змінювати напрям, за яким заборонені

переміщення вузлів, а також, натиснувши на наступну кнопку  - можна відмітити на схемі вузли, відповідні вибраним в списку комбінаціям закріплень.

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

### Етап 4. Задання варіантів конструювання

- Відкрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 1.8) натиснувши на кнопку  – **Варіанти конструювання схеми** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання:
  - в списку **Розрахунок перерізів по:** увімкніть радіо-кнопку **PC3**;
  - для вибору таблиці PC3 Натисніть на кнопку  – **Додати/Редагувати таблицю PC3**;
  - в наступному діалоговому вікні **Розрахункові сполучення зусиль** натисніть на кнопку  – **Підтвердити**;
  - решта параметрів діалогового вікна **Варіанти конструювання** приймаються за умовчанням.

- Після цього в діалоговому вікні **Варіанти конструювання** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

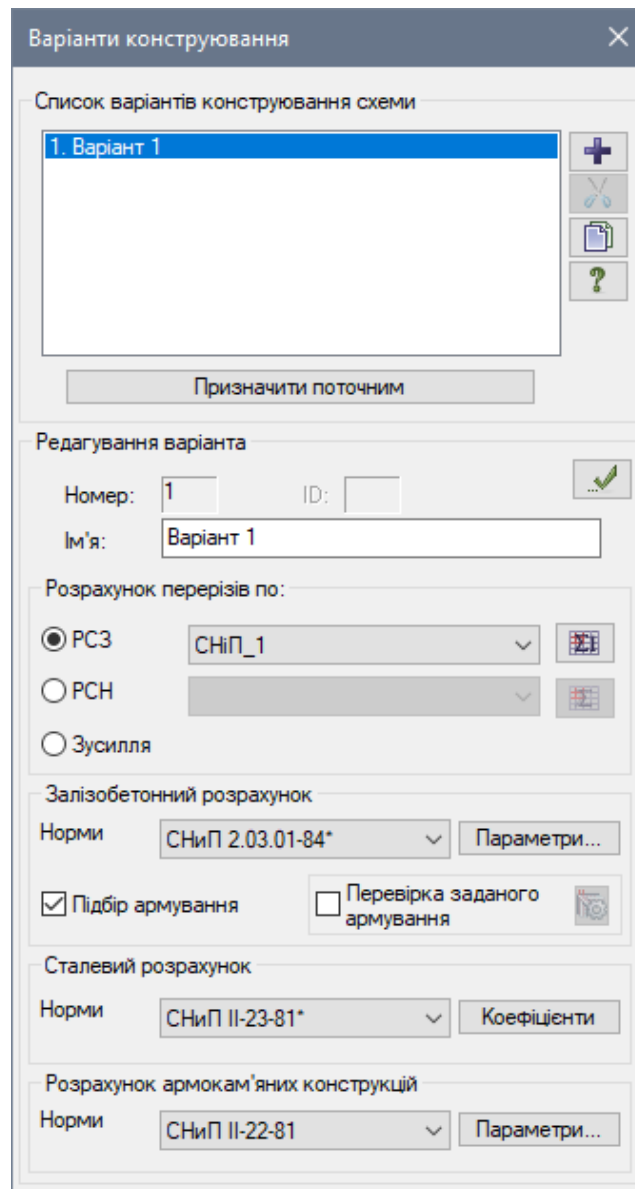


Рис. 1.8. Діалогове вікно Варіанти конструювання

- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

## Етап 5. Задання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам рами

### Формування типів жорсткості



Для розрахунку необхідно задати жорсткісні параметри елементів. Їх кількість залежить від типу кінцевих елементів. До цих параметрів відносяться: площі поперечних перерізів, моменти інерції перерізів, товщина плитних та оболонкових елементів, модулі пружності і зсуву, коефіцієнти пружної основи.


Загальна схема задання жорсткісних характеристик така:

- вводяться числові дані жорсткісних характеристик. Кожен набір характеристик ми будемо називати **типом жорсткості** або просто **жорсткість**. Кожному типу жорсткості буде


присвоєно порядковий номер;

- один з типів жорсткості призначається **поточним**;

- відмічаються елементи, яким буде призначена поточна жорсткість;

- кнопкою  – **Застосувати** всім виділеним елементам присвоюються жорсткісні характеристики, які містяться в поточному типі жорсткості.

Діалогове вікно **Додати жорсткість**, яке викликається натисканням на кнопку **Додати** діалогового вікна **Жорсткості та матеріали** при активній закладці **Жорсткості**, має чотири закладки графічного меню, і надає доступ до **бібліотеки жорсткісних характеристик**. За умовчанням відкривається закладка **Стандартні типи перерізів**. Три інші закладки містять: діалогові вікна для задання характеристик з бази типових перерізів сталевих прокату та сталезалізобетону та діалогові вікна для задання параметрів пластин і об'ємних елементів, а також чисельних жорсткісних параметрів, відповідних деяким типам кінцевих елементів; тут само знаходяться кнопки вибору типу **нестандартного та тонкостінного перерізу**.

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості і матеріали** (рис. 1.9, а).
- В цьому вікні натиснувши на кнопку **Додати** відкрийте діалогове вікно **Додати жорсткість**, для того щоб вивести список стандартних типів перерізів (рис. 1.9, б).

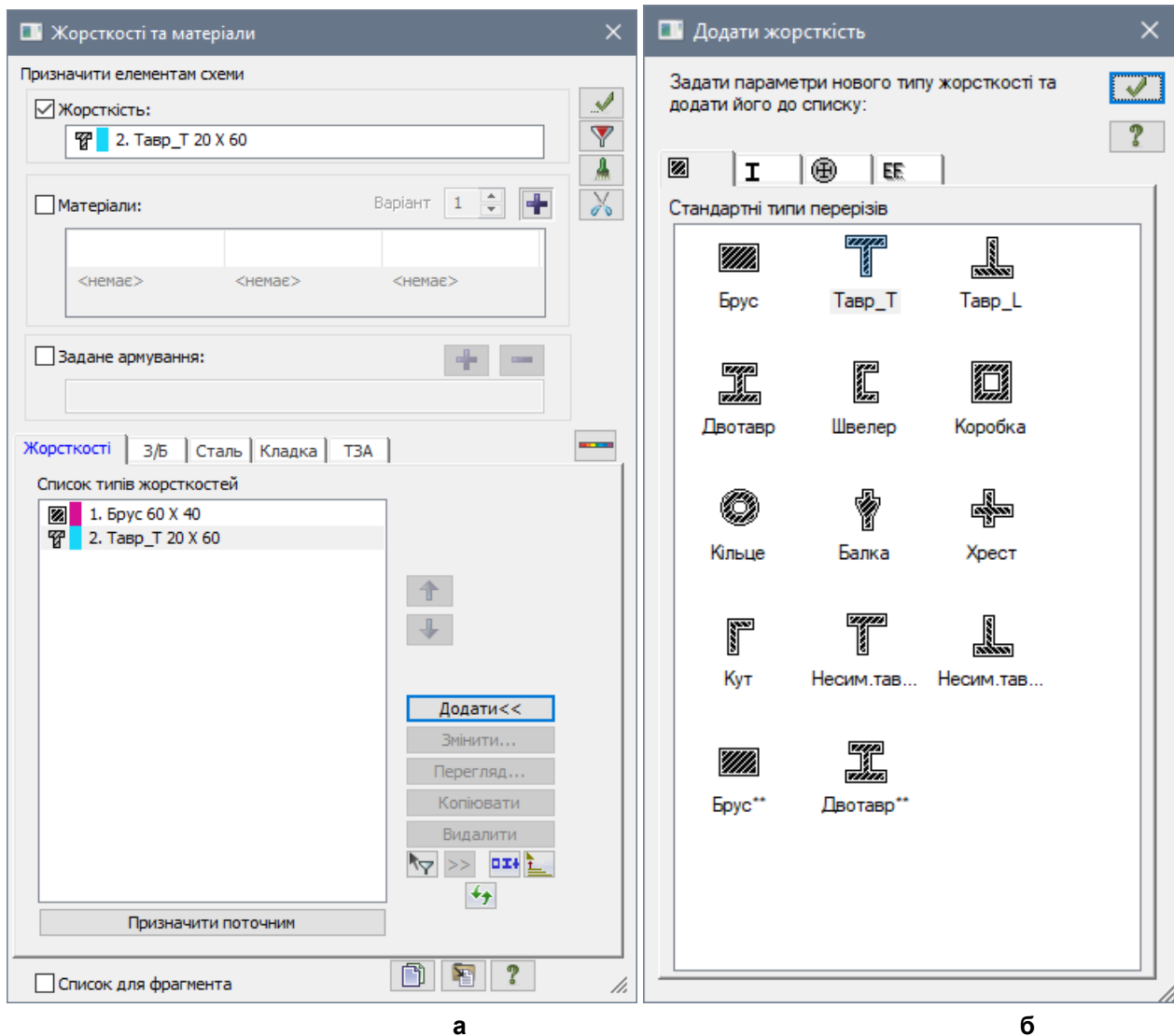



Рис. 1.9. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість

- Подвійним натисканням миші по елементу графічного списку виберіть тип перерізу **Брус** (на екран виводиться діалогове вікно для задання жорсткісних характеристик вибраного типу перерізу).

- В діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** (рис. 1.10) задайте параметри перерізу **Брус**:
  - модуль пружності –  $E = 3e6$  т/м<sup>2</sup> (при англійській розкладці клавіатури);
  - коефіцієнт Пуассона –  $V = 0.2$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 60$  см;  $H = 40$  см.
- Щоб побачити ескіз створюваного перерізу з усіма розмірами, натисніть на кнопку **Намалювати**.
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

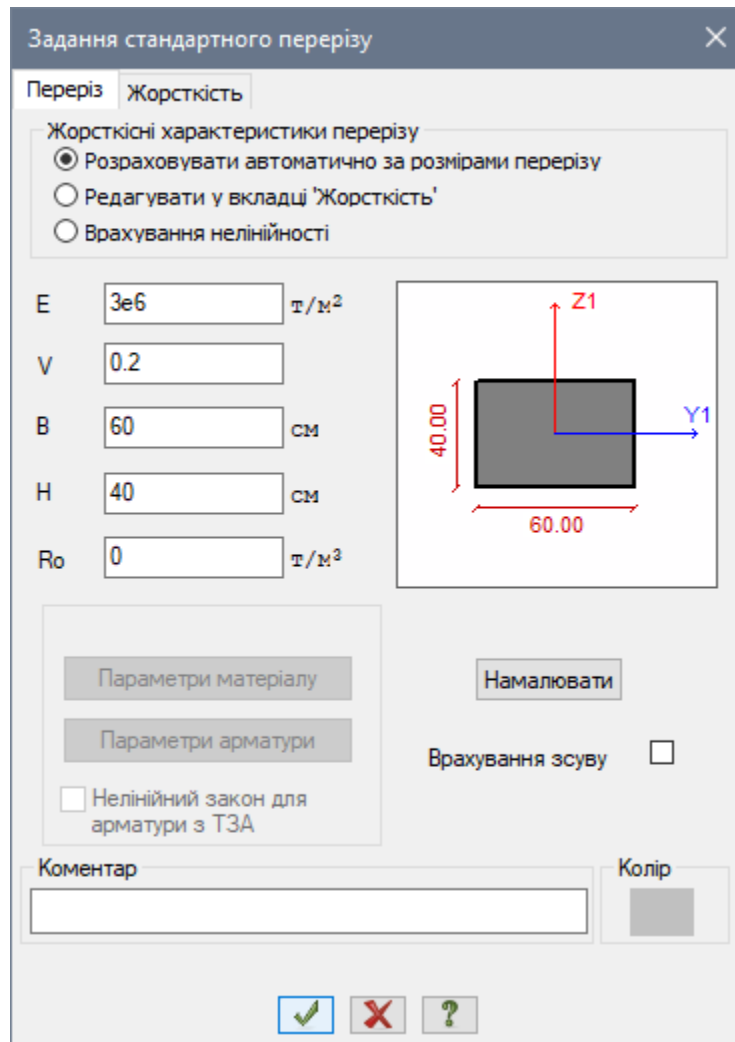



Рис. 1.10. Діалогове вікно **Задання стандартного перерізу**

- Далі в діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Тавр\_Т**.
- В новому вікні **Задання стандартного перерізу** задайте параметри перерізу **Тавр\_Т**:
  - модуль пружності –  $E = 3e6$  т/м<sup>2</sup>;
  - коефіцієнт Пуассона –  $V = 0.2$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 20$  см;  $H = 60$  см;  $B1 = 40$  см;  $H1 = 20$  см.
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Щоб сховати бібліотеку жорсткісних характеристик, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку **Додати**.

Задання матеріалів для залізобетонних конструкцій



Режим **Залізобетонні конструкції** призначений для підбору арматури і конструювання залізобетонних стержневих і пластинчатих елементів. Перевірка та конструювання перерізів виконуються у відповідності з вимогами норм СНиП 2.03.01-84, ТСН102-00, ДСТУ 3760-98, СП 63.13330.2012, ДБН В.2.6-98:2009 та інших.

Вихідні дані для роботи системи задаються в процесі формування розрахункової схеми (задання матеріалів для залізобетонних конструкцій можна провести безпосередньо в режимі **Залізобетонні конструкції**. Після цього треба проводити розрахунок армування).

Дані, що характеризують застосовані матеріали і умови роботи проектного елемента, вводяться за допомогою діалогового вікна **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій**.

Для підбору арматури по першій і другій групам граничних станів використовуються чотири модулі армування: **стержень; балка-стінка; плита; оболонка**.

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на другу закладку **З/Б (Задання параметрів для залізобетонних конструкцій)**.
- При увімкненій радіо-кнопці **Тип** натисніть на кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій** (рис. 1.11), в якому виберіть перший рядок в списку **ТИП: СТЕРЖЕНЬ** і після цього в правій частині вікна задайте наступні параметри для колон:
  - в рядку **Назва** задайте **Колони**;
  - в розкритому списку **Вид** виберіть рядок **Колона рядова**;
  - в розкритому списку **Армування** виберіть тип армування **Симетричне**;
  - в полі **Розрахунки** встановіть прапорець **Ураховувати конструктивні вимоги**;
  - в полі **Розрахунки по граничних станах II-ї групи**, при увімкненій радіо-кнопці **Діаметр арматурних стрижнів**, в розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;
  - в полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** увімкніть радіо-кнопку **Коефіцієнт**;
  - задайте параметри **LY = 0.7, LZ = 0.7**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

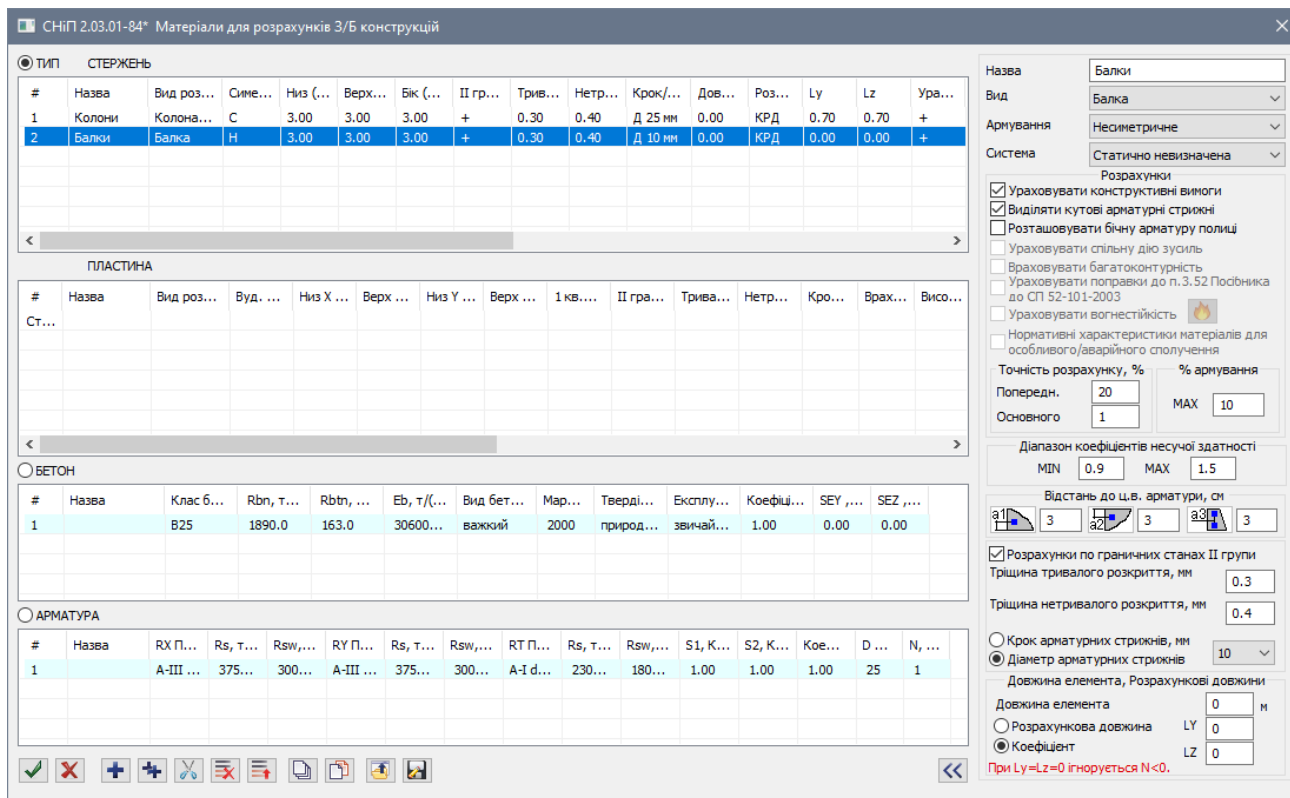





Рис. 1.11. Діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій**




- Для додавання нового рядку задання параметрів стержневим елементам натисніть на кнопку  – **Додати** і після цього в правій частині вікна задайте наступні параметри для балок:
  - в рядку **Назва** задайте **Балки**;
  - в розкритому списку **Вид** виберіть рядок **Балка**;
  - в розкритому списку **Армування** виберіть тип армування **Несиметричне**;
  - в полі **Розрахунки** встановіть прапорець **Ураховувати конструктивні вимоги**;
  - в полі **Розрахунки по граничних станах II-ї групи**, при увімкненій радіо-кнопці **Діаметр арматурних стрижнів**, в розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25** мм;
  - в полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** задайте параметри  $LY = 0$ ,  $LZ = 0$ ;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього виберіть перший рядок в списку **БЕТОН** і в правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - в розкритому списку **Клас бетону** виберіть рядок **B25**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Далі виберіть перший рядок в списку **АРМАТУРА** і в правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - в розкритому списку **Поперечна арматура** виберіть рядок **A-I**;
  - в розкритому списку **Максимальний діаметр поздовжньої арматури, мм** виберіть рядок **25**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.




#### Призначення жорсткостей і матеріалів елементам рами

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** встановіть прапорець **Матеріали** в полі **Призначити елементам схеми**.
- В цьому вікні в списку поточного типу жорсткості має бути встановлена жорсткість – **2.Тавр\_Т 20х60**, а в списку поточних матеріалів мають бути встановлені в якості поточних: тип – **2.Балка**, бетон – **1.B25** і арматура – **1.A-III**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі горизонтальні елементи схеми (виділені елементи забарвлюються червоний колір).



*Відмітка елементів виконується за допомогою одиночного вказування курсором або розтягуванням «рамки вибору» навколо потрібних елементів.*

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть на кнопку **Ні** (з елементів знімається виділення. Це свідчить про те, що виділеним елементам призначена поточна комбінація жорсткості та матеріалу).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення горизонтальних стержневих елементів.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** увімкніть радіо-кнопку **Тип** і в списку типів загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій виділіть курсором рядок **1. Колона рядова.Колони**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип загальних властивостей матеріалів записується в рядку редагування **Матеріали** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточним тип загальних властивостей матеріалів подвійним натисканням порядку списку).
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на першу закладку **Жорсткості** і в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1.Брус 60х40**.


- Натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип жорсткості записується в рядку редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи схеми.
- Потім в діалоговому **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вертикальних стержневих елементів.

## Етап 6. Задання навантажень



### Вибір завантаження

Допускається задання до 300 завантажень. Кожному завантаженню присвоюється номер, довільне ім'я і вид. Завантаження може містити будь-яку кількість навантажень. Номер, ім'я і вид завантаження присвоюються за допомогою діалогового вікна **Редактор завантажень**

(рис. 1.12), яке відкривається після натискання на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**). За умовчанням, на початку роботи програми, прийнято ім'я **Завантаження 1**. Вид завантаження дозволяє автоматично формувати таблицю РСЗ з параметрами, прийнятими за умовчанням. Взаємозв'язок між завантаженими задається в таблиці РСЗ.

### Задання навантажень

Навантаження на вузли та елементи задаються за допомогою діалогового вікна **Задання навантажень** (рис. 1.13), яке викликається після вибору однієї з команд розкривного списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).

Діалогове вікно містить закладки для задання навантажень на **вузли, стержні, пластини, об'ємні елементи і суперелементи**, а також для задання навантажень для розрахунку на **динаміку у часі**. За умовчанням приймається, що **навантаження належить одному і тому самому поточному завантаженню**, номер якого був заданий раніше. Вікно також містить закладку **для корегування або видалення навантажень поточного завантаження**.

У вікні містяться радіо-кнопки для задання систем координат – **глобальної, місцевої (для елемента), локальної (для вузла) і напрям впливу – X, Y, Z**, а також кнопки для задання **статичного навантаження** (коричневий колір), **заданого зміщення** (жовтий колір) і **динамічного впливу** (рожевий колір) – меню цих кнопок змінюються в залежності від типу завантажуємого кінцевого елемента. При натисканні цих кнопок викликається діалогове вікно для задання параметрів навантаження. Прикладені навантаження і впливи вносяться в полі списку навантажень – **Поточне навантаження**.

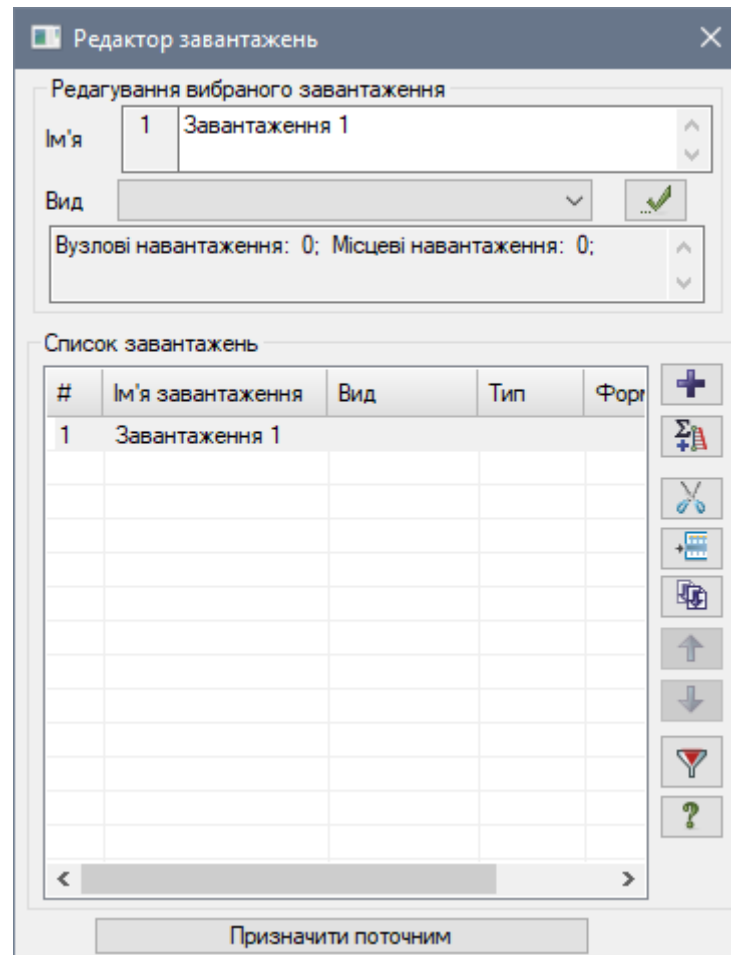










Рис. 1.12. Діалогове вікно Редактор завантажень

#### [Задання розширеної інформації про завантаження](#)

- Відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 1.12) натиснувши на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- Для Завантаження 1 в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Щоб додати друге завантаження, в полі **Список завантажень** натисніть на кнопку  – **Додати завантаження (в кінець)**.
- Для Завантаження 2 в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Тимчасове трив. / Тривале** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Щоб додати третє завантаження, в полі **Список завантажень** натисніть на кнопку  – **Додати завантаження (в кінець)**.
- Для Завантаження 3 в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Миттєве** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Щоб додати четверте завантаження, в полі **Список завантажень** натисніть на кнопку  – **Додати завантаження (в кінець)**.
- Для Завантаження 4 в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Миттєве** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

- Щоб перейти до формування першого завантаження, в полі **Список завантажень** виділіть перший рядок **1. Завантаження 1** і натисніть на кнопку **Призначити поточним** (можна призначити поточне завантаження подвійним натисканням по рядку списку).



Задання розширеної інформації про завантаження можливе також після формування завантажень. В цьому випадку необхідно задати тільки вид завантаження.

### Формування завантаження № 1

- Натисніть на кнопку – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть горизонтальні елементи № 7 і 8.
- Відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження на стержні** (рис. 1.13)

вибрав команду – **Навантаження на стержні** в розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).

- В цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрямок – уздовж осі **Z**.

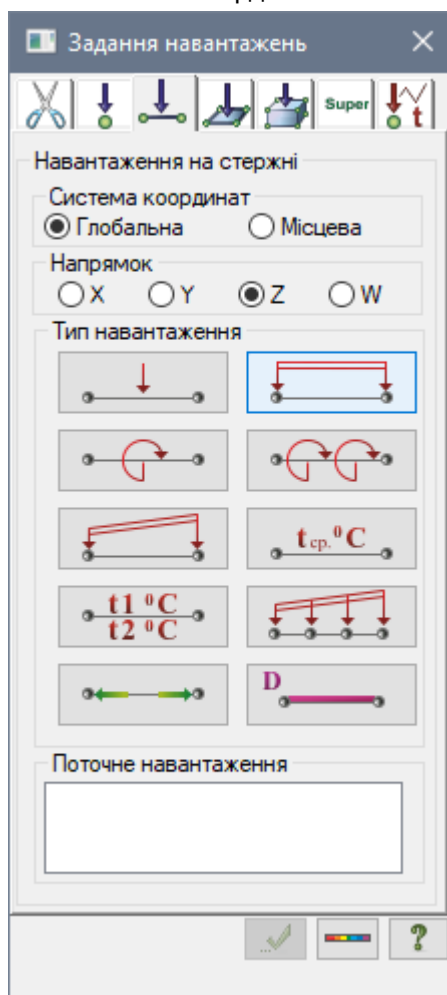


Рис. 1.13. Діалогове вікно Задання навантажень

- Натиснувши на кнопку рівномірно розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 2$  т/м (рис. 1.14).
- Натисніть на кнопку – **Підтвердити** (після підтвердження інтенсивності навантаження відбувається автоматичне призначення цього навантаження на виділені елементи).

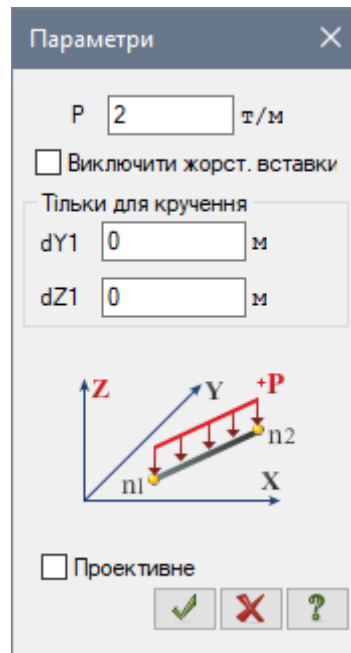







Рис. 1.14. Діалогове вікно Параметри

- Виділіть елемент № 9.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку рівномірно розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність  $p = 1.5$  т/м.
- Натисніть на кнопку  – Підтвердити.
- Виділіть елемент № 10.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку рівномірно розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність  $p = 3$  т/м.
- Натисніть на кнопку  – Підтвердити.

#### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) або за допомогою діалогового вікна **Редактор завантажень**.
- Виділіть елемент № 7.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку  – **Трапецієвидне навантаження** відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте параметри:  $P1 = 4.67$  т/м,  $A1 = 0.5$  м,  $P2 = 2$  т/м,  $A2 = 3.5$  м (рис. 1.15).
- Натисніть на кнопку  – Підтвердити.

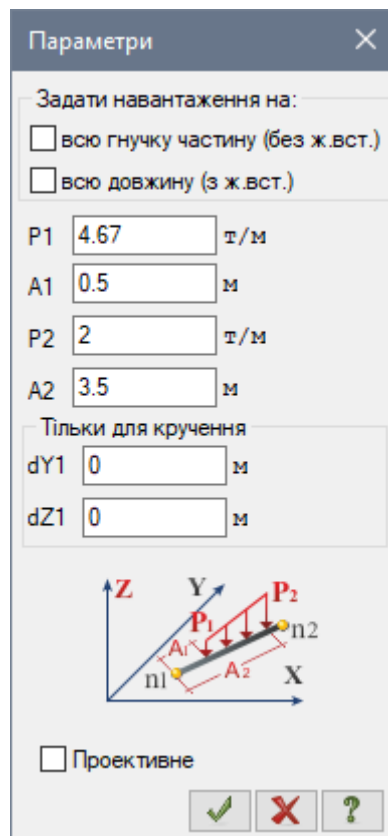









Рис. 1.15. Діалогове вікно Параметри (трапецієвидне навантаження)

### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану або за допомогою діалогового вікна **Редактор завантажень**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузол № 4.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** перейдіть на другу закладку **Навантаження у вузлах**.
- Потім радіо-кнопками вкажіть систему координат **Глобальна**, напрям – уздовж осі **X**.
- Натиснувши на кнопку  - **Зосереджена сила** відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження**.
- В цьому вікні введіть значення **P1** = –1 т.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Виділіть вузол № 7.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку зосередженої сили відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження**.
- В цьому вікні введіть значення **P2** = –1.5 т.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Аналогічно попереднім операціям задайте навантаження:
  - у вузлі № 6 – **P3** = –0.75 т;
  - у вузлі № 9 – **P4** = –1.125 т.

### Формування завантаження № 4

- Змініть номер поточного завантаження на **4**.
- Виділіть вузол № 4.

- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку зосередженої сили відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження**.
- В цьому вікні введіть значення **P3 = 0.75 т**.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Аналогічно попереднім операціям задайте навантаження:
  - у вузлі № 7 – **P4 = 1.125 т**;
  - у вузлі № 6 – **P1 = 1 т**;
  - у вузлі № 9 – **P2 = 1.5 т**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вузлів.


### Етап 7. Генерація таблиці РСЗ



Відповідно до будівельних норм розрахунок армування, підбір та перевірка металевих перерізів проводиться за найбільш небезпечними сполученнями зусиль. Тому для подальшої роботи в режимі **Залізобетонні та сталеві конструкції** потрібно проводити розрахунок РСЗ чи РСН

Обчислення розрахункових сполучень зусиль (РСЗ) проводиться за критерієм екстремальних значень напружень у характерних точках перерізів елементів на основі правил, встановлених нормативними документами (на відміну від обчислення РСН, де обчислення проводяться безпосереднім підсумовуванням відповідних значень переміщень вузлів та зусиль в елементах).





Детальний опис таблиці РСЗ дивіться наприкінці прикладу.

- Натиснувши на кнопку  – **Таблиця РСЗ** (панель **РСЗ** на вкладці **Розрахунок**) Відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль** (рис. 1.16).



Так як вид завантажень задавався в діалоговому вікні **Редактор завантажень** (рис. 1.12) таблицю РСЗ можна сформуванати с параметрами, прийнятими за умовчанням для кожного

завантаження, натиснувши на кнопку  – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням**. Далі потрібно тільки змінити параметри для третього завантаження.

- В цьому вікні, при вибраних будівельних нормах **СНІП 2.01.07-85\***, для формування таблиці РСЗ із значеннями, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження, натисніть на кнопку  – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням**.
- Після цього задайте наступні дані:
  - в зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідний 3-му завантаженню. Потім в текстовому полі **№ групи взаємовиключних завантажень** задайте **1** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**;
  - далі в зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідний 4-му завантаженню. Потім в текстовому полі **№ групи взаємовиключних завантажень** задайте **1** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**;
  - Закрийте діалогове вікно, натиснувши на кнопку  – **Підтвердити**.

Розрахункові Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ: 1

Ім'я таблиці РСЗ: СНіП\_1

Будівельні норми: СНіП 2.01.07-85\*

Номер завантаження: 4 (Завантаження 4)

Вид завантаження: Миттєве(7) (За умовчанням)

К надійності за відповідальністю:  
 для I-го ГС: 1.00  
 для II-го ГС: 1.00

N групи об'єднаних тимчасових завантажень: 0

Враховувати знакозмінність:

N групи взаємовиключаючих завантажень: 1

NN супутніх завантажень: 0 0

Коефіцієнт надійності: 1.40

Частка тривалості: 0.00

Не враховувати для II-го гран. стану:

Обмеження для кранів та гальм:  
 Кран:  Гальмо:

Коефіцієнти для РСЗ

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б С)	5 сполуч.	6 сполуч.	7 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00

Зведена таблиця для обчислення РСЗ:

№.	Ім'я завантаж...	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Завантаженн...	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Завантаженн...	Тимчасове т...	1 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95
3	Завантаженн...	Миттєве(7)	7 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 0.90 0.50 0.80
4	Завантаженн...	Миттєве(7)	7 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 0.90 0.50 0.80


Рис. 1.16. Діалогове вікно Розрахункові сполучення зусиль

## Етап 8. Задання розрахункових перерізів для ригелів


- Виділіть на схемі всі горизонтальні елементи.



Після виділення вузлів або елементів розрахункової схеми для стрічкового виду інтерфейсу виводяться контекстні вкладки стрічку. Кожна з контекстних вкладок містить операції, які відносяться до виділених об'єктів або вибраної команди. Контекстна вкладка закривається по завершенні роботи з командою або знятті виділення з об'єктів. Контекстні вкладки, призначені для роботи з вузлами або елементами схеми, містять команди тільки по створенню та редагуванню схеми і не можуть бути викликані з вкладок **Аналіз**, **Розширений аналіз**, **Залізобетон**, **Сталь**.

- Натиснувши на кнопку  – **Розрахункові перерізи стержнів** (панель **Редагування стержнів** на контекстній вкладці **Стержні**) Відкрийте діалогове вікно **Розрахункові перерізи** (рис. 1.17).
- В цьому вікні задайте кількість розрахункових перерізів **N = 5**.



- Натисніть на кнопку  – **Застосувати** (щоб виконати конструювання згинального елемента, необхідно обчислити зусилля в трьох або більше перерізах).

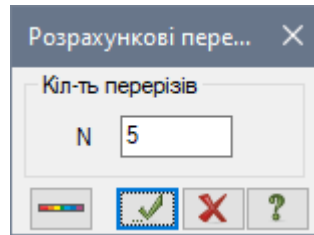



Рис. 1.17. Діалогове вікно Розрахункові перерізи

## Етап 9. Призначення конструктивних елементів

### Створення конструктивного елемента БАЛКА

- Виділіть горизонтальні елементи № 7 і 8.
- Для створення конструктивних елементів відкрийте діалогове вікно **Конструктивні елементи** (рис. 1.18) натиснувши на кнопку  – **Конструктивні елементи** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- В діалоговому вікні, що з'явилося, в полі **Редагування КоЕ** натисніть на кнопку **Створити КоЕ** конструктивний елемент БАЛКА призначається для того, щоб врахувати, що це нерозрізна балка).

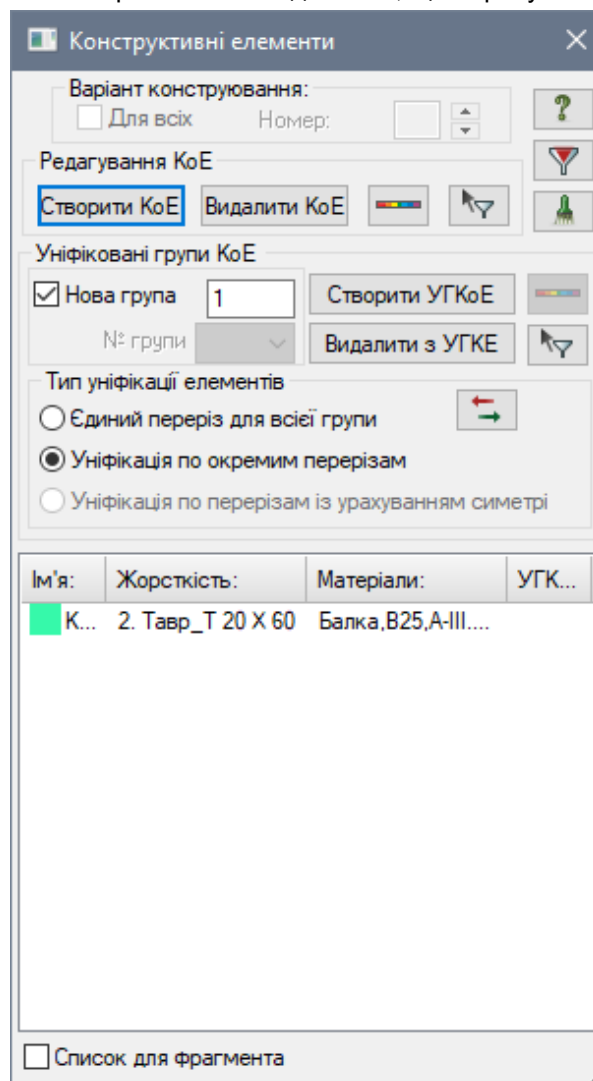


Рис. 1.18. Діалогове вікно Конструктивні елементи

### Створення конструктивного елементу КОЛОНА



- Натисніть на кнопку – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть вертикальні елементи № 1 і 2.
- В діалоговому вікні **Конструктивні елементи** в полі **Редагування КоЕ** натисніть на кнопку **Створити КоЕ** (конструктивний елемент КОЛОНА призначається для того, щоб врахувати, що це суцільна колона).

### Етап 10. Повний розрахунок рами



- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).

### Етап 11. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного і динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

- В режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів (рис. 1.19). Для відображення схеми без урахування переміщень

вузлів натисніть на кнопку – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

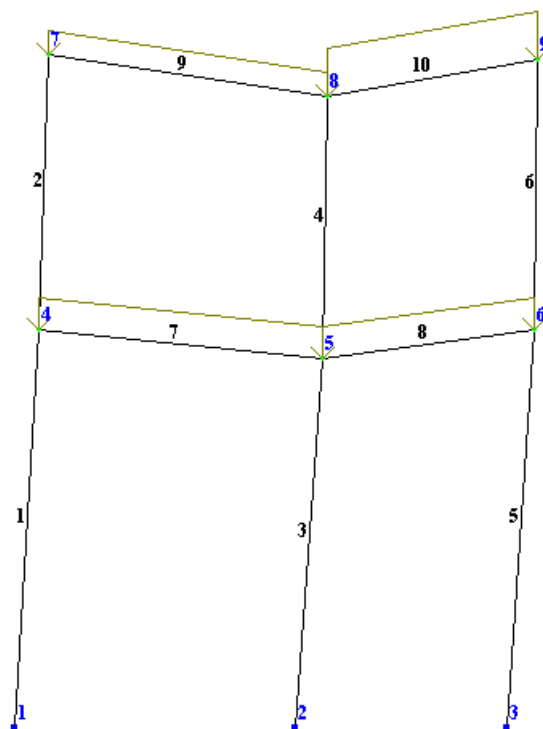


Рис. 1.19. Розрахункова схема з урахуванням переміщень вузлів

### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

- Виведіть на екран епюру **My** (рис. 1. 20) натиснувши на кнопку – **Епюри My** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).

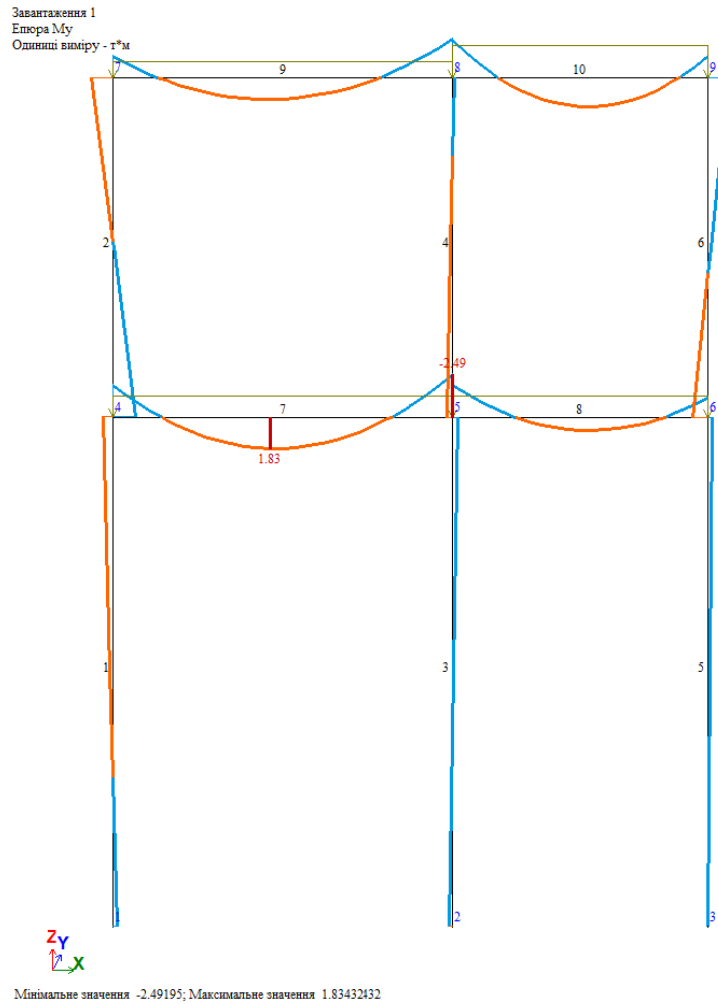




Рис. 1. 20. Епюри згинальних моментів  $M_y$

- Для виведення епюри  $Q_z$  (рис. 1.21), натисніть на кнопку  – Епюри поперечних сил  $Q_z$  (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля  $Q_z$ , виберіть команду  – Мозаїка зусиль в стержнях в розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).

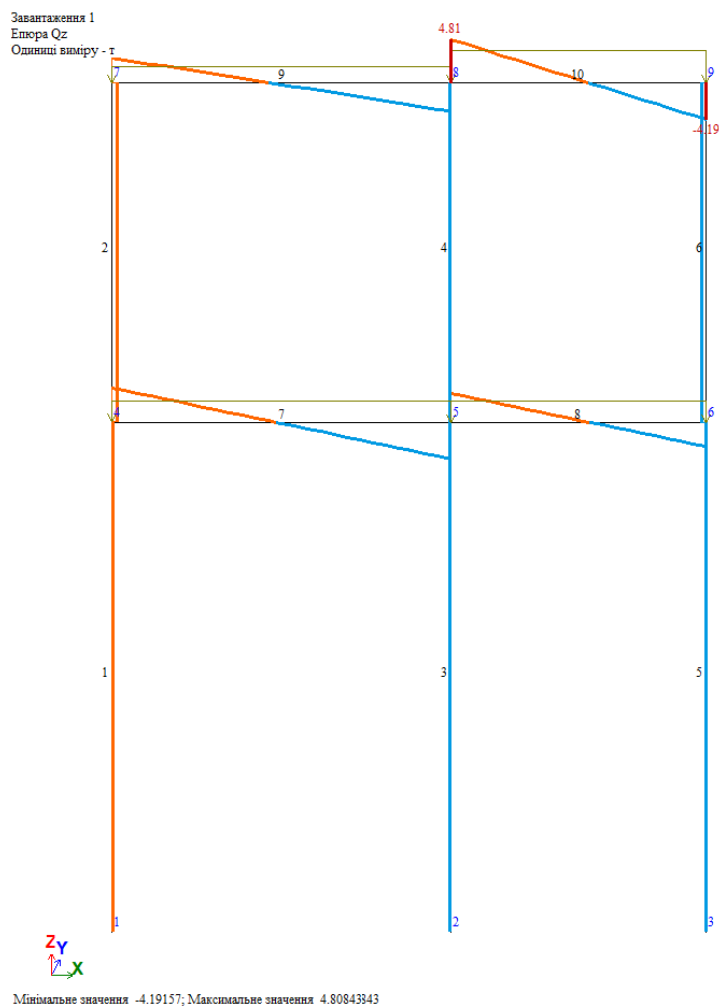


Рис. 1.21. Епюри поперечних сил Qz

### Зміна номера поточного завантаження

- В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню або натисніть на кнопку – **Наступне завантаження**.



За умовчанням в рядку стану увімкнена опція **Застосовувати поточний номер завантаження автоматично** і в такому випадку переключення на вибране завантаження відбувається автоматично. У випадку вимкнення даної опції, для переключення на вибране

завантаження, в рядку стану необхідно натиснути на кнопку – **Застосувати**.

### Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями розрахункових сполучень зусиль в елементах схеми, виберіть команду – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 1.22) виділіть рядок **PC3 розрахункові**.
- Натисніть на кнопку – **Застосувати**.



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

При встановленні прапорця **Включити таблицю в Книгу звітів** таблиця буде створена тільки в форматі CSV і вставлена в «Книгу звітів». Таблицю, яка знаходиться в «Книзі звітів», можна в подальшому оновлювати у випадку необхідності і верстати в звіт засобами «Книги звітів».

Щоб змінити формат створюваної таблиці, треба в діалоговому вікні **Таблиці** натиснути на кнопку **Інший...** і в діалоговому вікні **Формат таблиць** вибрати необхідний формат і натиснути на кнопку **Підтвердити** (для створення таблиць в текстовому форматі потрібно увімкнути радіо-кнопку **Текстові**. Для створення таблиць у форматі HTML потрібно увімкнути радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний макетувальник» потрібно увімкнути радіо-кнопку **Звіт**).

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

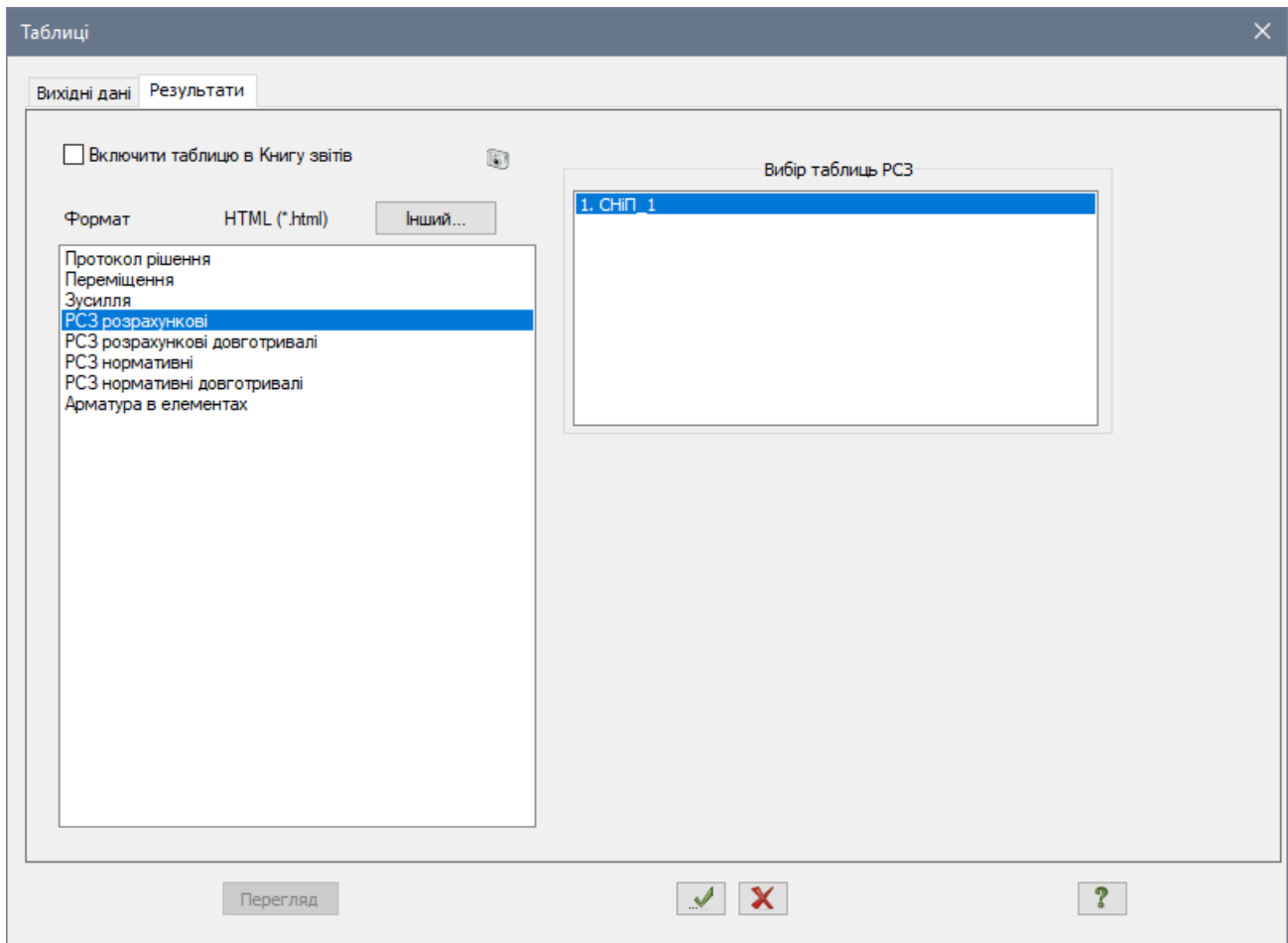



Рис. 1.22. Діалогове вікно Таблиці







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

## Етап 12. Перегляд і аналіз результатів армування





Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів армування здійснюється на вкладці **Залізобетон** (для стилю стрічкового інтерфейсу **Стрічка Плюс**).

### Перегляд результатів армування





- Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному з пластинчастих кінцевих елементів, натисніть на кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-яких пластинчатий елемент.
- В діалоговому вікні, що з'явилося, перейдіть на закладку **Інформація про підбрану арматуру** (в цьому вікні міститься повна інформація про вибраний елемент, в тому числі і з результатами підбору арматури).
- Закрийте діалогове вікно натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Для встановлення режиму відображення симетричного армування в перерізах стержнів, виберіть команду  – **Симетричне армування** в розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі повздожньої арматури в нижньому лівому куті перерізу стержня AU1, натисніть на кнопку  – **Кутова арматура AU1** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі повздожньої арматури в нижньому лівому куті перерізу стержня AU2, натисніть на кнопку  – **Кутова арматура AU2** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Для встановлення режиму відображення несиметричного армування в перерізах стержнів, виберіть команду  – **Несиметричне армування** в розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).

### Формування і перегляд таблиць результатів підбору арматури

- Відкрийте діалогове вікно **Таблиці**, вибрав команду  – **Таблиці результатів для ЗБ** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).
- В цьому вікні за умовчанням виділений рядок **Арматура в елементах**, а в полі **Арматура** включена радіо-кнопка **в стержнях**.
- Для створення таблиці результатів підбору арматури в стержневих елементах натисніть на кнопку  – **Застосувати**.





## Конструювання ригеля залізобетонної рами

### Етап 13. Виклик креслення балки

- Для того щоб отримати автоматизоване конструювання балок, натисніть на кнопку  – **Конструювання балки** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Вкажіть курсором на елемент № 7 (завантажується модуль **БАЛКА**).
- Виконайте повний розрахунок балки за допомогою меню **Розрахунок** (кнопка  на панелі інструментів).
- Виведіть епюру матеріалів, скориставшись пунктом меню **Результати** ⇒ **Епюра матеріалів** (кнопка  на панелі інструментів).
- Щоб переглянути креслення балки, виконайте пункт меню **Результати** ⇒ **Креслення** (кнопка  на панелі інструментів).

## Конструювання колони залізобетонної рами

### Етап 14. Виклик креслення колони

- Для того щоб отримати автоматизоване конструювання колон, натисніть на кнопку  – **Конструювання колони** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Вкажіть курсором на елемент № 1 (завантажується модуль **КОЛОНА**).
- Виконайте повний розрахунок колони за допомогою меню **Розрахунок** (кнопка  на панелі інструментів).
- Виведіть епюру матеріалів, скориставшись пунктом меню **Результати** ⇒ **Епюра матеріалів** (кнопка  на панелі інструментів).
- Щоб переглянути креслення колони, виконайте пункт меню **Результати** ⇒ **Креслення** (кнопка  на панелі інструментів).

## Приклад 2. Розрахунок плити

### Цілі та задачі:

- продемонструвати процедуру побудови розрахункової схеми плити;
- показати техніку задання навантажень та складення РСЗ;
- показати процедуру використання варіантів конструювання для підбору арматури.

### Вихідні дані::

Залізобетонна плита розмірами 3 x 6 м, товщиною 150 мм. Дальня сторона плити вільно оперта по всій довжині, ближня – вільно оперта своїми кінцями на колони. Довгі сторони плити – вільні.

Розрахунок проводиться для сітки 6 x 12.

### Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага плити;
- завантаження 2 – зосереджені навантаження  $P = 1\text{т}$ , прикладені по схемі рис. 2.1, завантаження 2;
- завантаження 3 – зосереджені навантаження  $P = 1\text{т}$ , прикладені по схемі рис. 2.1, завантаження 3.

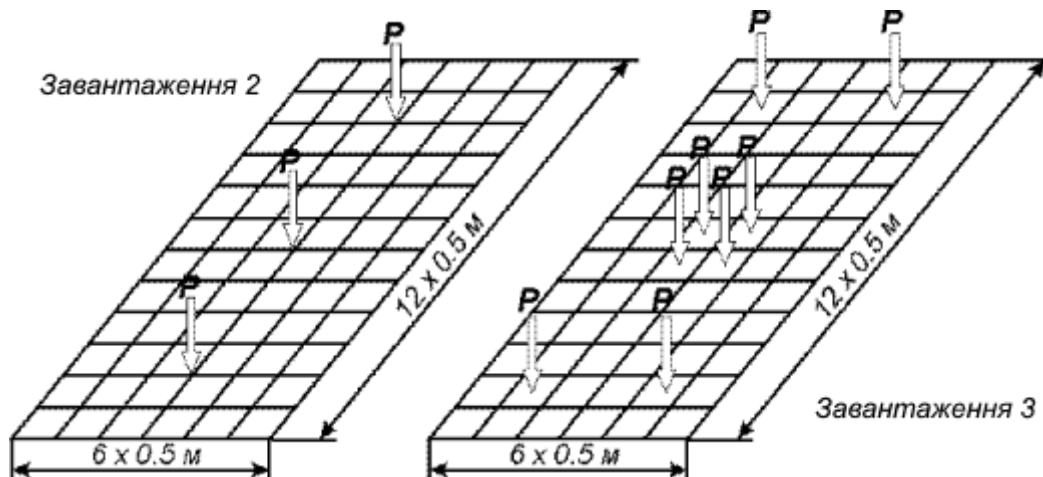




Рис. 2.1. Розрахункова схема плити

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:

Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 2.2) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **02\_плита 3Б**;
  - в розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **3 – Три ступені свободи у вузлі (переміщення Z,Ux,Uy) X0Y**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.



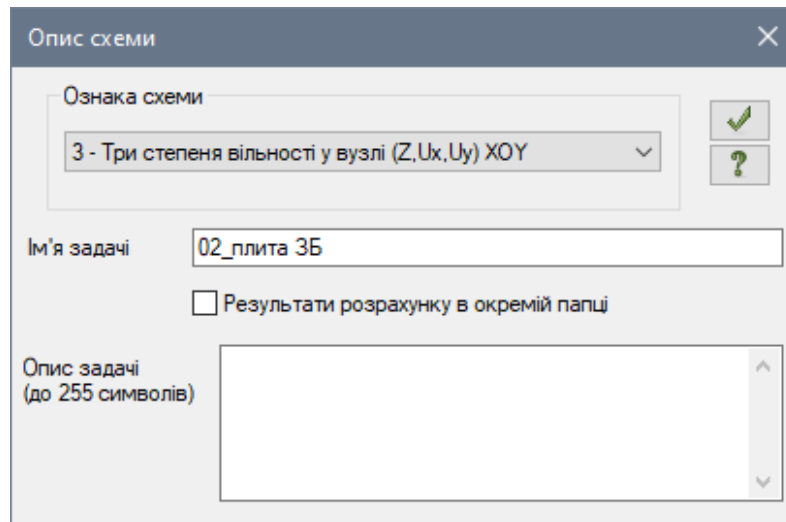



Рис. 2.2. Діалогове вікно Опис схеми



Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в


меню **Програми** в розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  – **Третя ознака схеми (Три ступені свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкритому списку


**Новий** виберіть команду  – **Третя 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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми плити

- Відкрийте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей**

на закладці **Генерація плити**, вибрав команду  – **Генерація плити** в розкритому списку **Генерація регулярних фрагментів та сітей** (панель **Створення** на вкладці


**Створення та редагування**) або натисніть на кнопку  – **Генерація регулярних фрагментів та сітей** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).

- В таблиці діалогового вікна задайте крок скінченно-елементної сітки вздовж першої та другої осей:

- Крок вздовж першої осі: Крок вздовж другої осі::

<b>L(м)</b>	<b>N</b>	<b>L(м)</b>	<b>N</b>
0.5	6	0.5	12.

Решта параметрів приймаються за умовчанням (рис. 2.3).

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

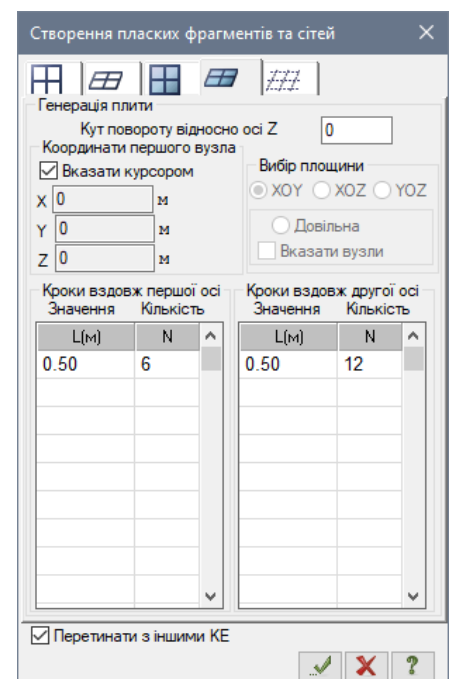





Рис. 2.3. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів та сітей

### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **02\_плита ЗБ**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

### Етап 3. Задання граничних умов

#### Виведення на екран номерів вузлів

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- В діалоговому вікні **Показати** (рис. 2.4) перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.



*Встановивши прапорець напроти кнопки **Перемалювати** – зміна параметрів відображення буде відображатися автоматично.*

Отримана схема представлена на рис. 2.5.

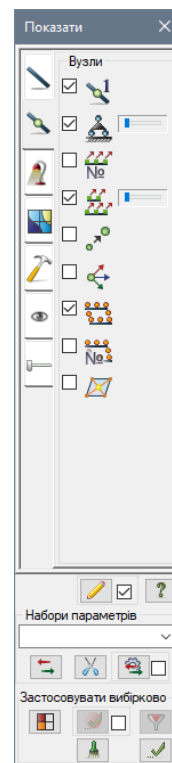


Рис. 2.4. Діалогове вікно Показати

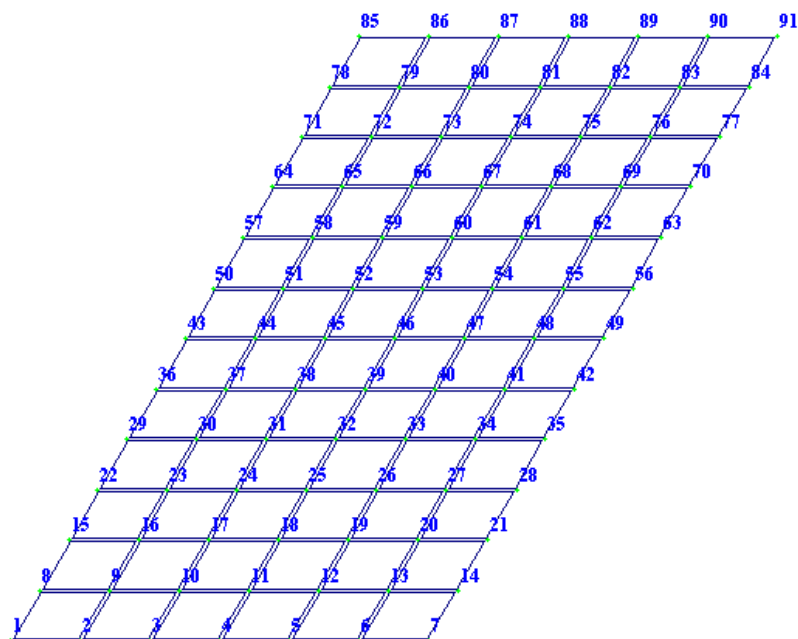



Рис. 2.5. Нумерація вузлів розрахункової схеми плити



Виділення вузлів спирання

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів інверсно** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсору виділіть вузли спирання № 1, 7, 85 – 91 (вузли забарвлюються в червоний колір).




*Відмітка вузлів виконується за допомогою одинарного вказування курсором або розтягуванням навколо потрібних вузлів «рамки вибору».*


Задання граничних умов у вузлах спирання

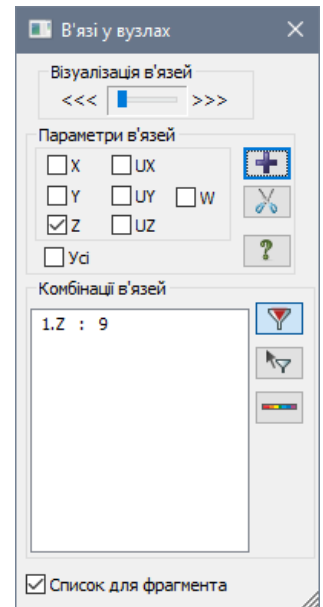
- Натиснувши на кнопку  – **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) Відкрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 2.6).
- В цьому вікні, за допомогою встановлення прапорців, виберіть напрями, за якими заборонені переміщення вузлів (**Z**).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах** (вузли забарвлюються в синій колір, а в списку **Комбінації в'язей** додається рядок призначеної комбінації в'язей).



*В полі **Комбінації в'язей** вказані задані комбінації закріплень та кількість вузлів, на які вони призначені. При виборі необхідного рядку, можна змінювати напрям, за яким заборонені переміщення*





*вузлів, а також, натиснувши на наступну кнопку  - можна відмітити на схемі вузли, відповідні вибраним в списку комбінаціям закріплень.*

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



**Рис. 2.6.** Діалогове вікно **В'язі у вузлах**

**Етап 4. Задання варіантів конструювання**Створення першого варіанту конструювання

- Відкрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 2.7) натиснувши на кнопку  – **Варіанти конструювання схеми** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання (підбір арматури по теорії Карпенко):
  - в списку **Розрахунок перерізів по:** увімкніть радіо-кнопку **PC3**;
  - для вибору таблиці PC3 Натисніть на кнопку  – **Додати/Редагувати таблицю PC3**;
  - в наступному діалоговому вікні **Розрахункові сполучення зусиль** натисніть на кнопку  – **Підтвердити**;
  - решта параметрів діалогового вікна **Варіанти конструювання** приймаються за умовчанням.
- Після цього в діалоговому вікні **Варіанти конструювання** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

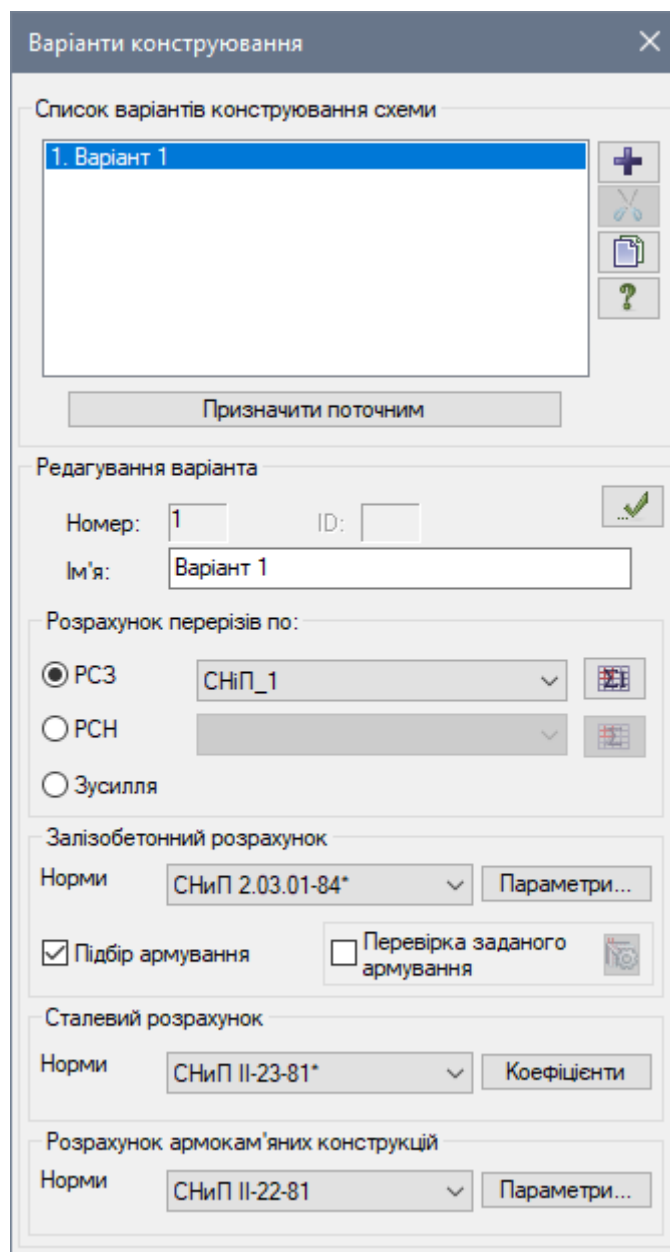



Рис. 2.7. Діалогове вікно Варіанти конструювання



Для створення нового варіанту конструювання необхідно натиснути кнопку  – **Створити новий варіант конструювання схеми** (за умовчанням всі параметри нового варіанту конструювання отримують значення, задані в діалоговому вікні **Параметри розрахунку** на відповідних закладках).




Після цього треба задати наступні параметри:

- ім'я варіанту конструювання;
- норми для залізобетонного, сталевих та армокам'яних розрахунків;
- вид розрахунку перерізів (РСЗ, РСН або Зусилля).

Введення даних для варіанту конструювання проводиться натисканням на кнопку  – **Застосувати**.


Натискання на кнопку **Призначити поточним** або подвійний клік по рядку **Списку варіантів конструювання схеми** робить вибраний варіант активним в графічному середовищі. Вибір матеріалів для варіанту конструювання відбувається в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** (рис. 2.8,а).

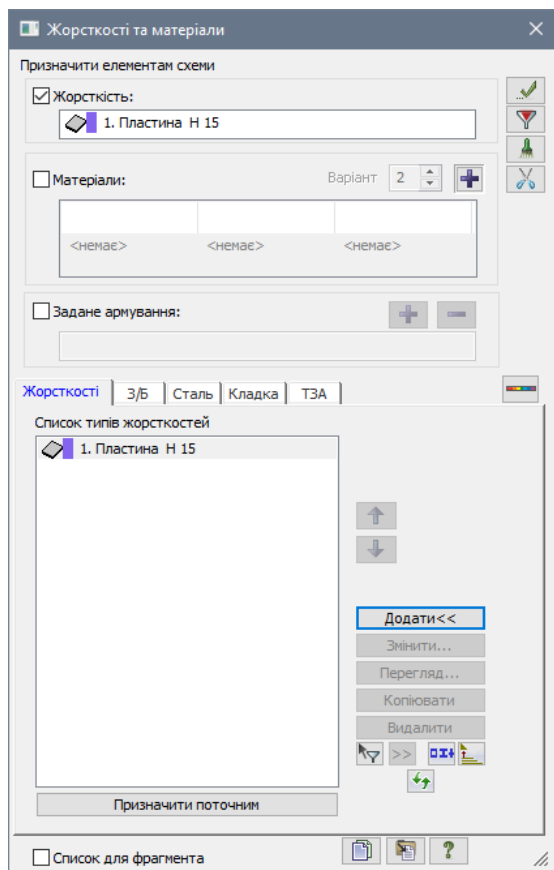
Створення другого варіанту конструювання

- Для створення другого варіанту конструювання схеми натисніть на кнопку  – **Створити новий варіант конструювання схеми.**
- Далі задайте параметри для другого варіанту конструювання (підбір арматури по теорії Вуда):
  - в списку **Розрахунок перерізів по:** увімкніть радіо-кнопку **РС3** (задана раніше таблиця РС3 автоматично підтягнеться в якості поточної для даного варіанту конструювання);
  - решта параметрів діалогового вікна **Варіанти конструювання** приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати.**
- Для призначення поточним першого варіанту конструювання, в списку варіантів конструювання схеми виділіть рядок **Варіант1** і натисніть на кнопку **Призначити поточним.**
- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натиснувши на кнопку  – **Закрити.**

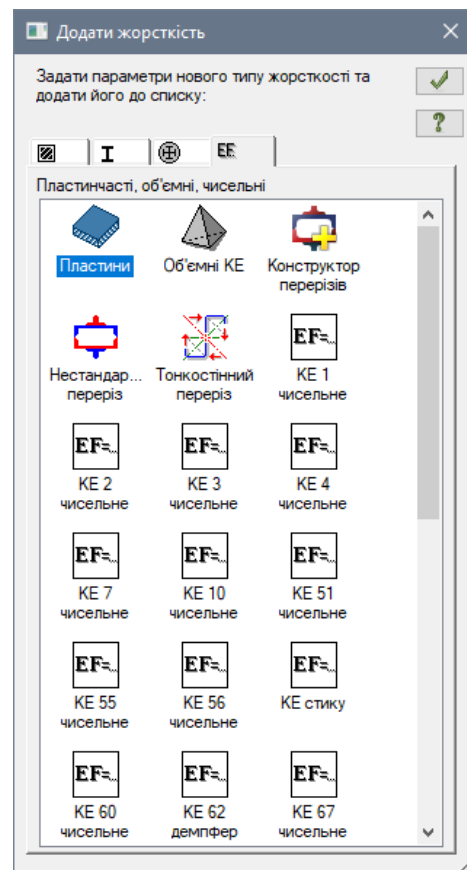
**Етап 5. Задання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам плити**

Формування типів жорсткості

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості і матеріали** (рис. 2.8,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. 2.8,б).
- Подвійним натисканням миші по елементу графічного списку виберіть тип перерізу **Пластини** (на екран виводиться діалогове вікно для задання жорсткісних характеристик вибраного типу перерізу).



а



б

**Рис. 2.8. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість**


- В діалоговому вікні **Задання жорсткості для пластин** задайте параметри перерізу **Пластини** (рис. 2.9):
  - модуль пружності –  $E = 3e6 \text{ т/м}^2$  (при англійській розкладці клавіатури);
  - коефіцієнт Пуассона –  $V = 0.2$ ;
  - товщина –  $H = 15 \text{ см}$ ;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.75 \text{ т/м}^3$ .
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 2.9. Діалогове вікно **Задання жорсткості для пластин**

- Щоб сховати бібліотеку жорсткісних характеристик, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку **Додати**.

[Задання матеріалів для першого варіанту конструювання залізобетонних конструкцій](#)

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на другу закладку **З/Б (Задання параметрів для залізобетонних конструкцій)**.
- При увімкненій радіо-кнопці **Тип** натисніть на кнопку **Редагувати** (рис. 2.10).

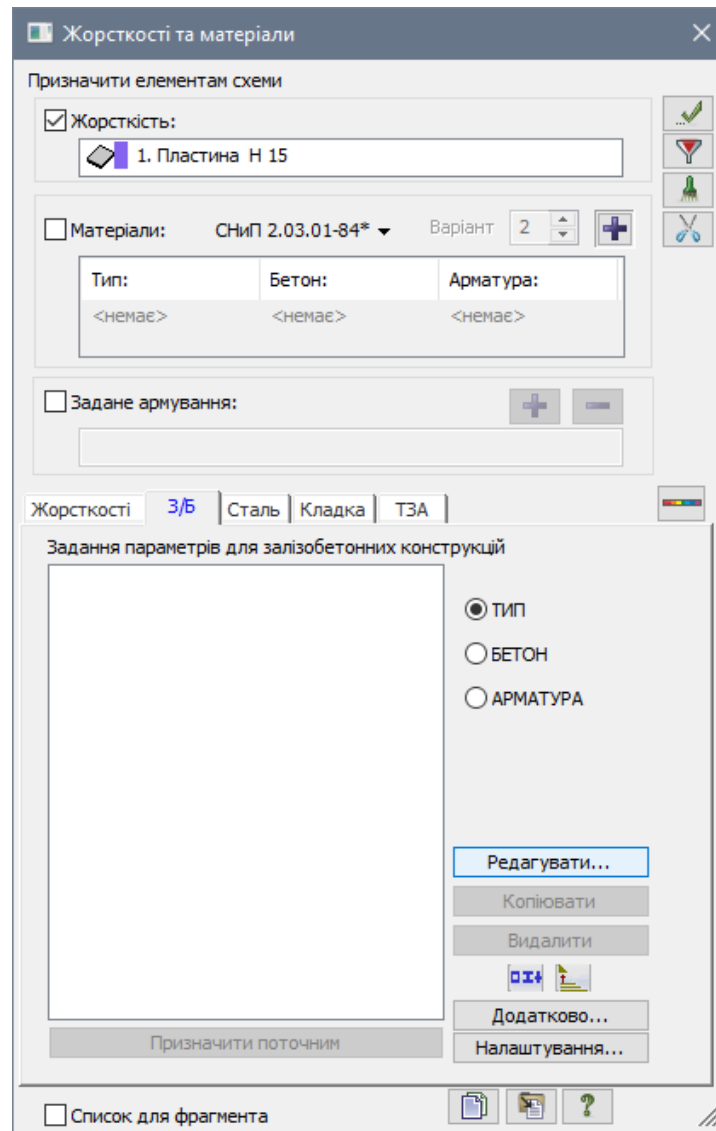


Рис. 2.10. Діалогове вікно Жорсткості та матеріали (на закладці З/Б)

- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій** (рис. 2.11), в якому виберіть перший рядок в списку **ТИП: ПЛАСТИНА** і після цього в правій частині вікна задайте наступні параметри для пластинчатих елементів:
  - в рядку **Назва** задайте **Плита**;
  - в розкритому списку **Вид розрахунку** виберіть рядок **Плита**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

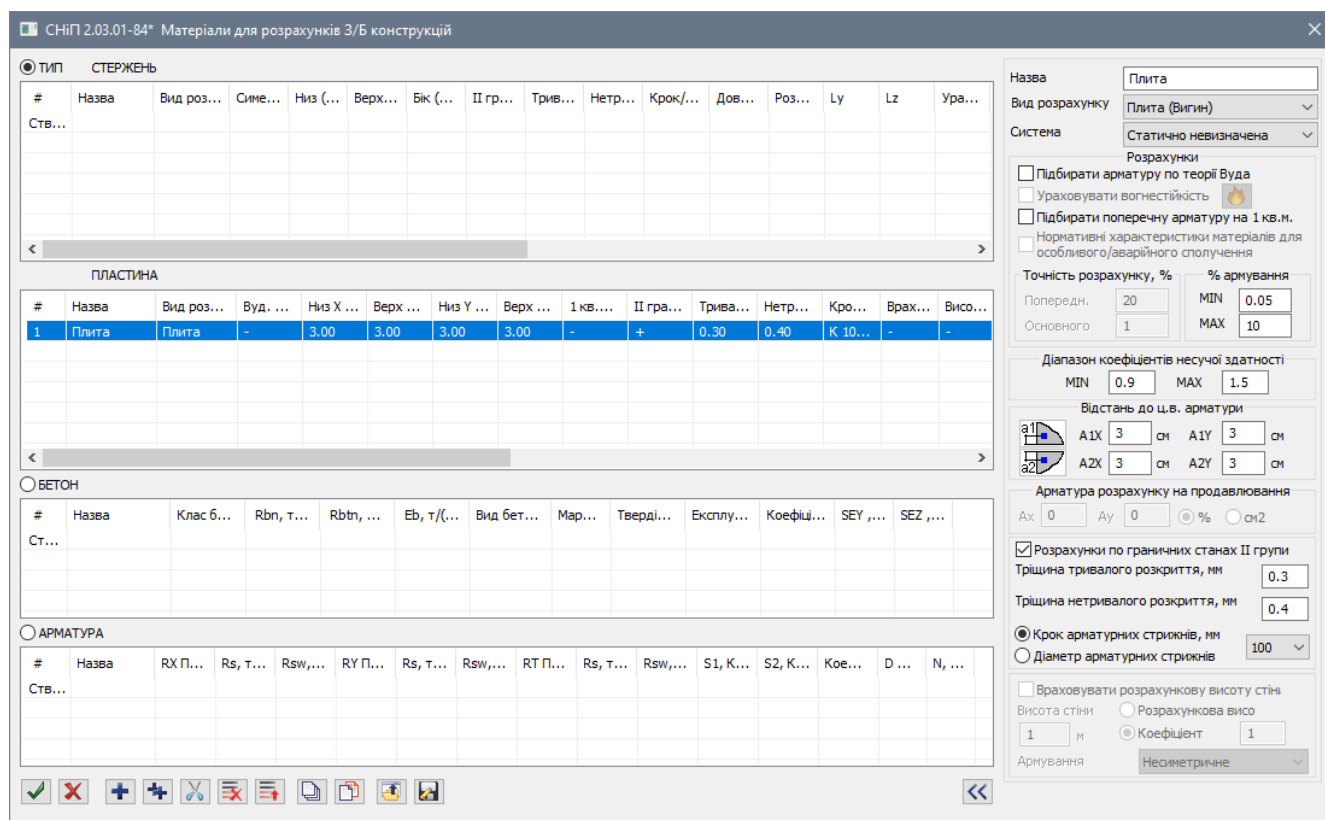


Рис. 2.11. Діалогове вікно Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій (для пластин)

- Після цього виберіть перший рядок в списку **БЕТОН** і в правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - в розкритому списку **Клас бетону** виберіть рядок **В20**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

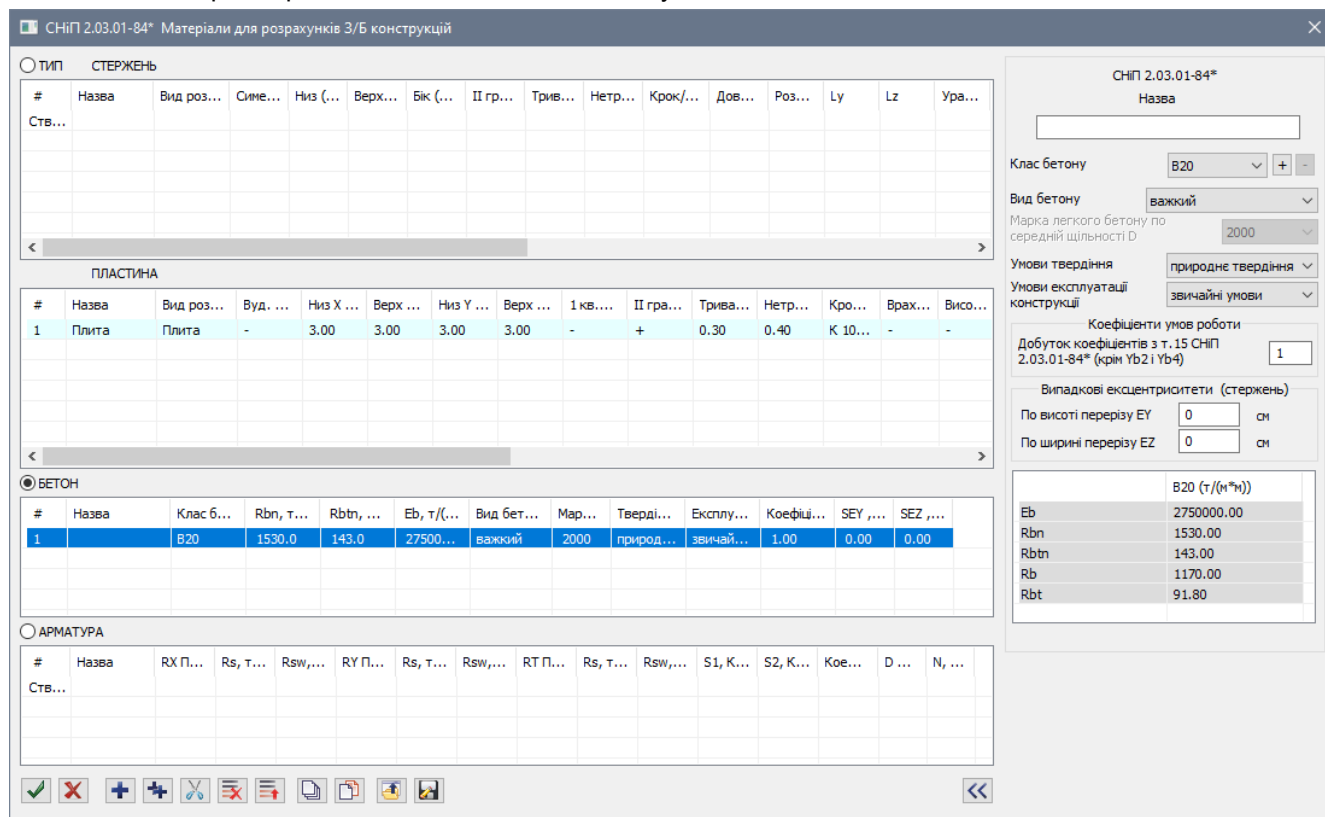



Рис. 2.12. Діалогове вікно Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій (для бетону)



- Далі виберіть перший рядок в списку **АРМАТУРА** і в правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - в розкритому списку **Поперечна арматура** виберіть рядок **A-I**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

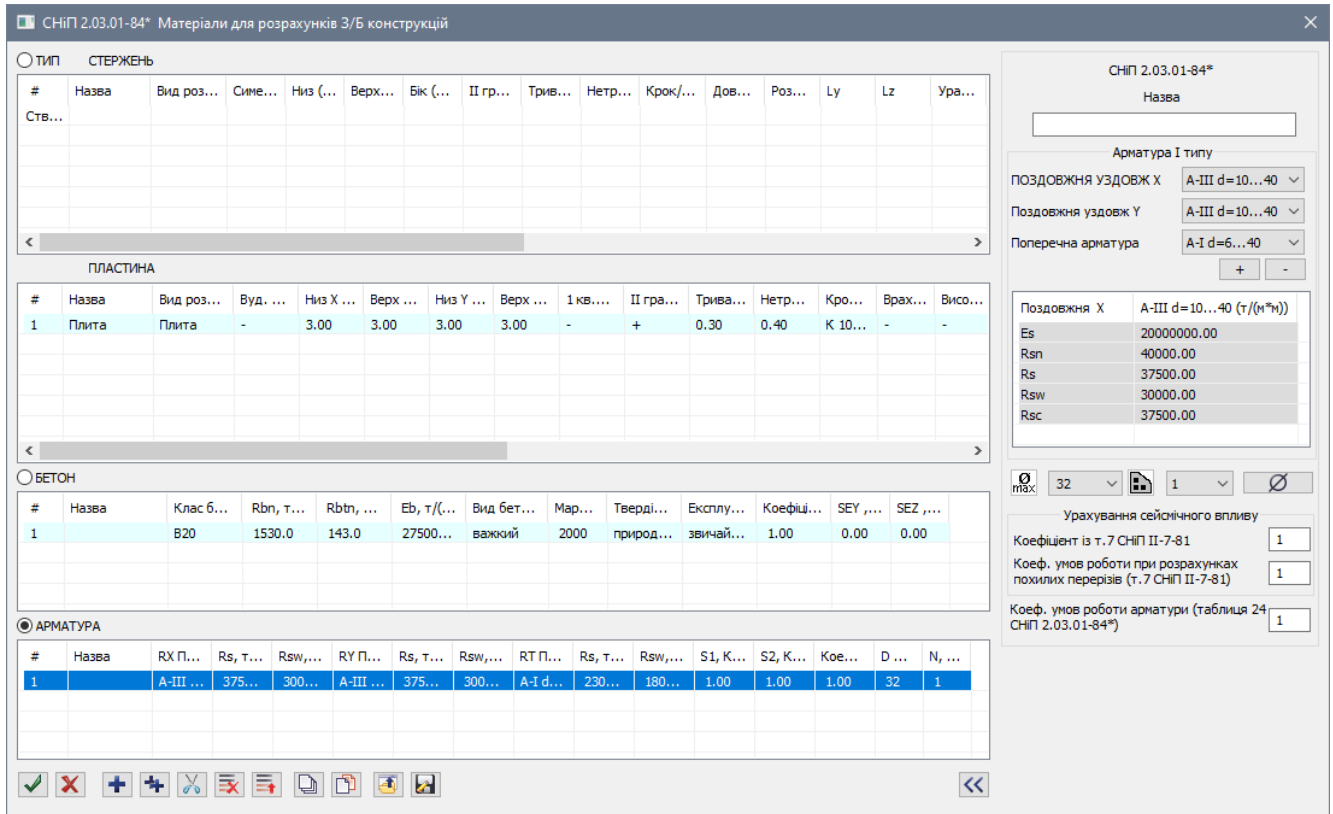



Рис. 2.13. Діалогове вікно Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій (для арматури)

Задання матеріалів для другого варіанту конструювання залізобетонних конструкцій


- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** встановіть прапорець **Матеріали**.
- Для переключення на другий варіант конструювання, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання **2**.
- Після цього при увімкненій радіо-кнопці **Тип** натисніть на кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій**, в якому виберіть

рядок в списку **ТИП: ПЛАСТИНА**, потім натисніть на кнопку  – **Додати** і після цього в правій частині вікна задайте наступні параметри для пластинчатих елементів:

- в рядку **Назва** задайте **Плита Вуд**;
- в розкритому списку **Вид розрахунку** виберіть рядок **Плита**;
- встановіть прапорець **Підбирати арматуру по теорії Вуда**;
- всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

- Потім натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

Призначання жорсткостей і матеріалів елементам плити



- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору** (при цьому в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в полі **Призначити елементам схеми** повинен стояти прапорець **Матеріали**, в списку поточного типу жорсткості має бути встановлена – **1.Пластина Н 15**, в списку поточних матеріалів мають бути

встановлені в якості поточних: тип – **2.Плита (Вигин). Плита Вуд**, клас бетону – **1.В20** і клас арматури – **1.А-III**, і має бути вибраний **другий** варіант конструювання).

- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми (виділені елементи забарвлюються червоний колір).





*Відмітка елементів виконується за допомогою одиночного вказування курсором або розтягуванням «рамки вибору» навколо потрібних елементів.*

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати** (з елементів знімається виділення. Це свідчить про те, що виділеним елементам призначена поточна комбінація жорсткості та матеріалу).
- Для переключення на перший варіант конструювання, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання **1**.
- Щоб призначити матеріали для першого варіанту конструювання, зніміть прапорець **Жорсткість** в полі **Призначити елементам схеми**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку загальних властивостей матеріалів для залізобетонних елементів виділіть курсором рядок **1. Плита (Вигин). Плита**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

## Етап 6. Задання навантажень

### Формування завантаження № 1

- Для задання навантаження від власної ваги плити, натисканням на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 2.14). В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі** і заданому коеф. надійності за навантаженням рівному **1**, натисніть на кнопку  – **Застосувати** (у відповідності з заданою об'ємною вагою  $R_0$  елементи автоматично завантажуються навантаженням від власної ваги).

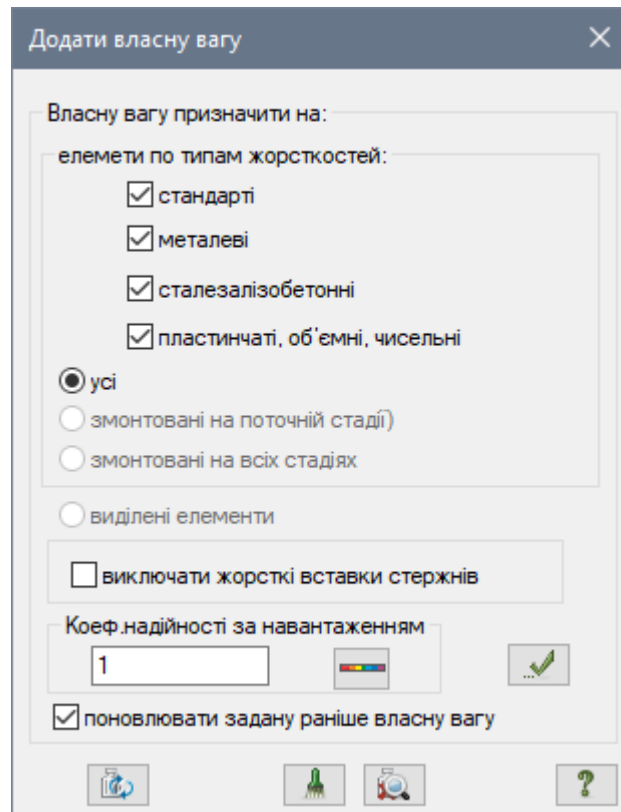





Рис. 2.14. Діалогове вікно Додати власну вагу

### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натисканням на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсора виділіть вузли № 18, 46 і 74.
- Відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження у вузлах** (рис. 2.15)
  - вибрав команду  – **Навантаження на вузли** в розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні для закладки **Навантаження у вузлах** за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрям – вздовж осі **Z**.

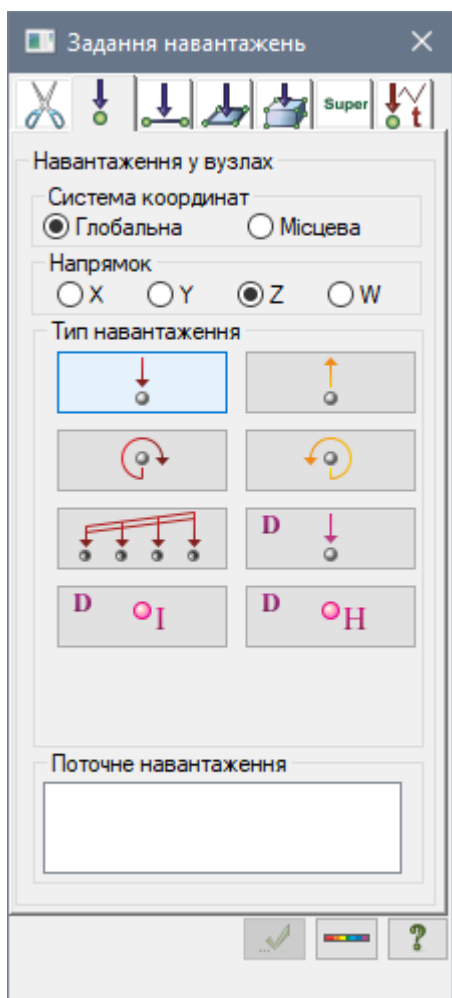



Рис 2.15. Діалогове вікно Задання навантажень

- Натиснувши на кнопку зосередженої сили відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження**.
- У вікні, що з'явилося, введіть значення  $P = 1$  т (рис. 2.16).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

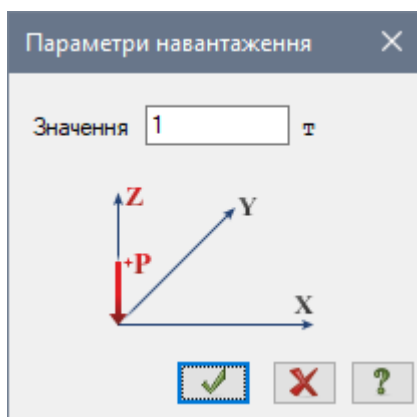




Рис. 2.16. Діалогове вікно Параметри навантаження

### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натисканням на кнопку  – **Наступне завантаження в рядку стану**.

- Для виведення на екран номерів елементів, в діалоговому вікні **Показати** (рис. 2.4) перейдіть на першу закладку **Елементи** і встановіть прапорець **Номери елементів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.
- Виділіть елементи № 14, 23, 30, 31, 42, 43, 50, 59 (рис. 2.17).

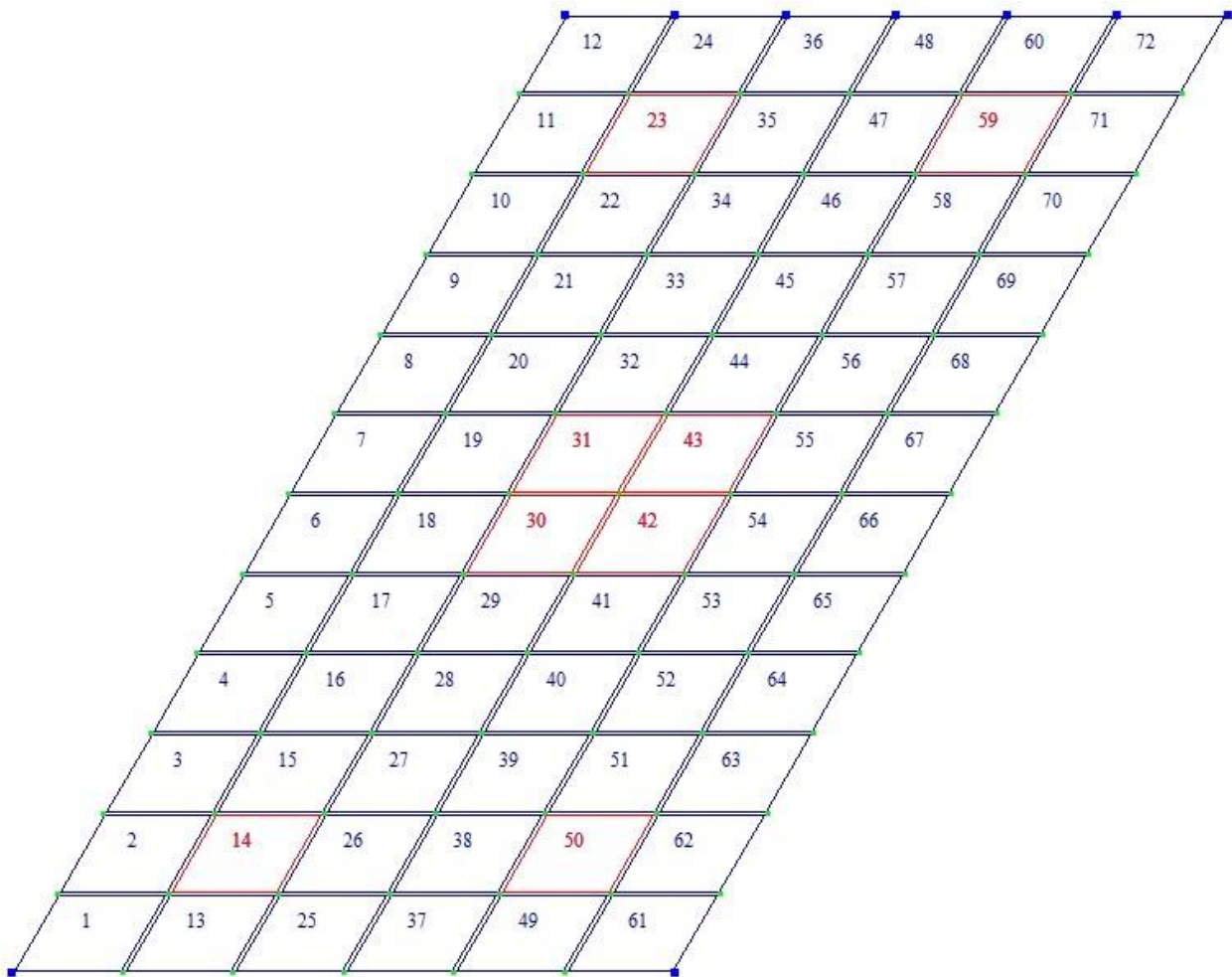
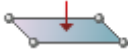







Рис. 2.17. Відмічені елементи № 14, 23, 30, 31, 42, 43, 50, 59

- В діалоговому вікні **Задання навантажень** (рис. 2.15) перейдіть на закладку **Навантаження на пластини** (за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрям – вздовж осі **Z**).
- Натиснувши на кнопку  - **Зосереджена сила** відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте наступні параметри:
  - **P** = 1 т;
  - **A** = 0.25 м;
  - **B** = 0.25 м.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

[Задання розширеної інформації про завантаження](#)

- Відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 2.18) натиснувши на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні в списку завантажень виділіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Далі в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

- Після цього в списку завантажень виділіть рядок відповідний другому завантаженню, і потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Тимчасове трив./Тривале** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в списку завантажень виділіть рядок відповідний третьому завантаженню, і потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Тимчасове трив./Тривале** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

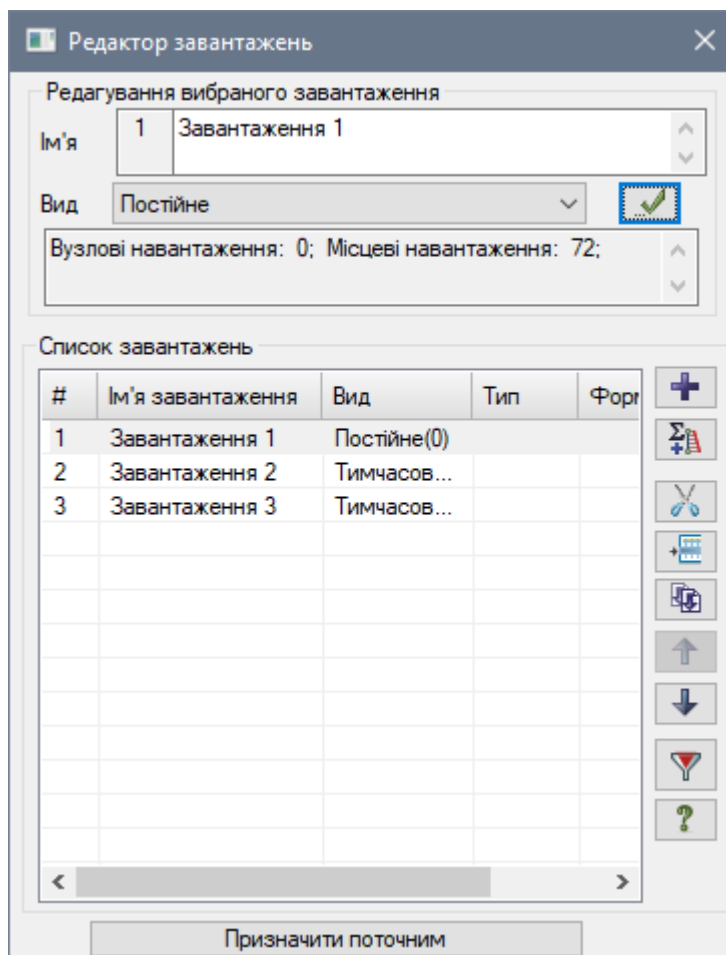



Рис. 2.18. Діалогове вікно Редактор завантажень


### Етап 7. Генерація таблиці РСЗ


- Натиснувши на кнопку  – **Таблиця РСЗ** (панель **РСЗ** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль** (рис. 2.19).



Так як вид завантажень задавався в діалоговому вікні **Редактор завантажень** (рис. 4.24) таблицю РСЗ можна сформуванати с параметрами, прийнятими за умовчанням для кожного

завантаження, натиснувши на кнопку  – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням**. Далі потрібно тільки змінити параметри для третього завантаження.

- В цьому вікні, при вибраних будівельних нормах **СНІП 2.01.07-85\***, для формування таблиці РСЗ зі значеннями, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження, натисніть на кнопку  – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням**.

- Після цього, для підтвердження призначення параметрів, прийнятих за умовчанням для кожного завантаження, натисніть на кнопку  – Підтвердити.


Розрахункові Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ: 1

Ім'я таблиці РСЗ: СНіП\_1

Будівельні норми: СНіП 2.01.07-85\*

Номер завантаження: 1 Завантаження 1

Вид завантаження: Постійне(0)  За умовчанням

К надійності за відповідальністю:  
 для І-го ГС: 1.00  
 для ІІ-го ГС: 1.00

Коефіцієнти для РСЗ


#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(6 С)	5 сполуч.	6 сполуч.	7 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00	0.00

Зведена таблиця для обчислення РСЗ:

№.	Ім'я завантаж...	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Завантаженн...	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Завантаженн...	Тимчасове т...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95
3	Завантаженн...	Тимчасове т...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95

Рис. 2.19. Діалогове вікно Розрахункові сполучення зусиль

### Етап 8. Повний розрахунок плити

- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – Виконати повний розрахунок (панель Розрахунок на вкладці Розрахунок).

### Етап 9. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного і динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

- У режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів (рис. 2.20). Для відображення схеми без урахування переміщень

вузлів натисніть на кнопку  – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

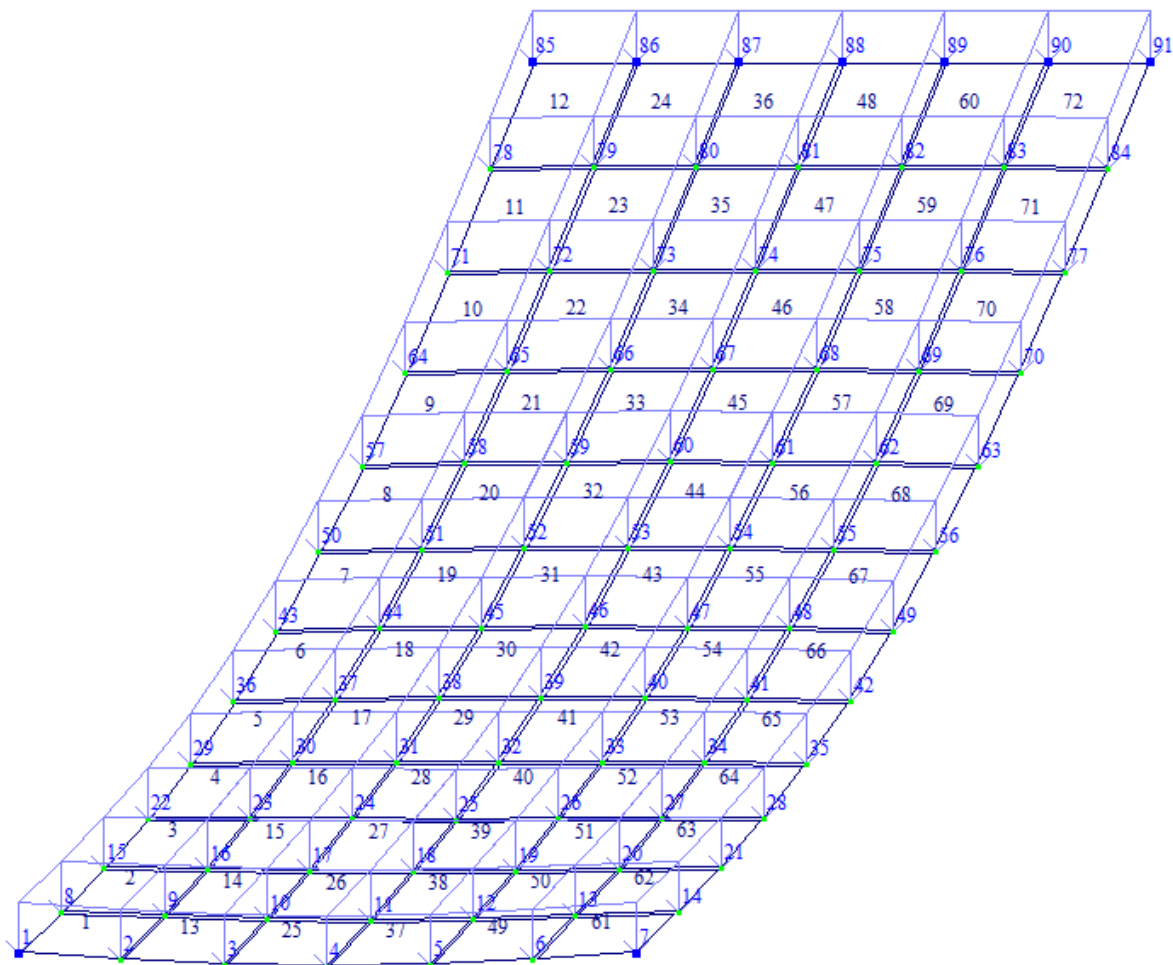





Рис .2.20. Розрахункова схема з урахуванням переміщень вузлів


- Для відображення схеми без номерів елементів, номерів вузлів та прикладених навантажень в діалоговому вікні **Показати** при активній закладці **Елементи** зніміть прапорець **Номери елементів**.
- Після цього перейдіть на закладку **Вузли** і зніміть прапорець **Номери вузлів**.
- Далі перейдіть на закладку **Загальні** і зніміть прапорець **Навантаження**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

#### Виведення на екран ізополей переміщень


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





Виведення на екран мозаїк напружень

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по  $M_x$ , виберіть команду  – Мозаїка напружень в розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  $M_x$  – Мозаїка напружень по  $M_x$  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по  $M_y$ , натисніть на кнопку  $M_y$  – Мозаїка напружень по  $M_y$  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).

Зміна номеру поточного завантаження

- В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями розрахункових сполучень зусиль в елементах схеми, виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 2.21) виділіть рядок **PC3 розрахункові**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



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 встановленні прапорця **Включити таблицю в Книгу звітів** таблиця буде створена тільки в форматі CSV і вставлена в «Книгу звітів». Таблицю, яка знаходиться в «Книзі звітів», можна в подальшому оновлювати у випадку необхідності і верстати в звіт засобами «Книги звітів».

Щоб змінити формат створюваної таблиці, треба в діалоговому вікні **Таблиці** натиснути на кнопку **Інший...** і в діалоговому вікні **Формат таблиць** вибрати необхідний формат і натиснути на кнопку **Підтвердити** (для створення таблиць в текстовому форматі потрібно увімкнути радіо-кнопку **Текстові**. Для створення таблиць у форматі HTML потрібно увімкнути радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний макетувальник» потрібно увімкнути радіо-кнопку **Звіт**).

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

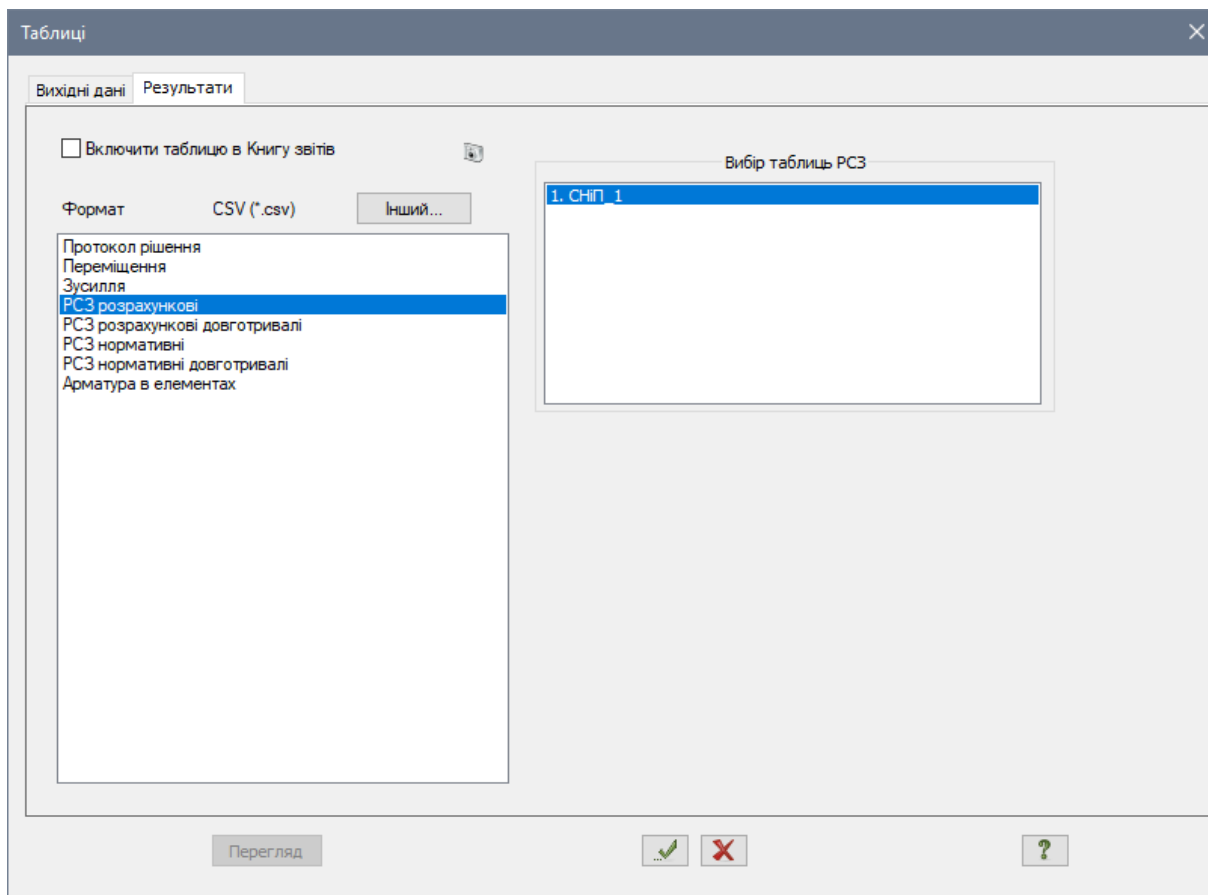



Рис. 2.21. Діалогове вікно Таблиці

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

#### Етап 10. Перегляд і аналіз результатів армування





Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів армування здійснюється на вкладці **Залізобетон** (для стилю стрічкового інтерфейсу **Стрічка Плюс**).

#### Перегляд результатів армування

- Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному з пластинчастих кінцевих елементів, натисніть на кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-яких пластинчатий елемент.
- В діалоговому вікні, що з'явилось, перейдіть на закладку **Інформація про підбрану арматуру** (в цьому вікні міститься повна інформація про вибраний елемент, в тому числі і з результатами підбору арматури).
- Закрийте діалогове вікно натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі X1, натисніть на кнопку  – **Нижня арматура в пластинах уздовж осі X1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі Y1, натисніть на кнопку  – **Нижня арматура в пластинах уздовж осі Y1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).

### Формування і перегляд таблиць результатів підбору арматури

- Відкрийте діалогове вікно **Таблиці** (рис. 2.22), вибравши команду  – **Таблиці результатів для ЗБ** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).
- В цьому вікні за умовчанням виділений рядок **Арматура в елементах**, а в полі **Варіанти конструювання** виділений рядок **1. Варіант1**.
- В полі **Арматура** увімкніть радіо-кнопку **в пластинах**.
- Для створення таблиці результатів підбору арматури в пластинчастих елементах натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

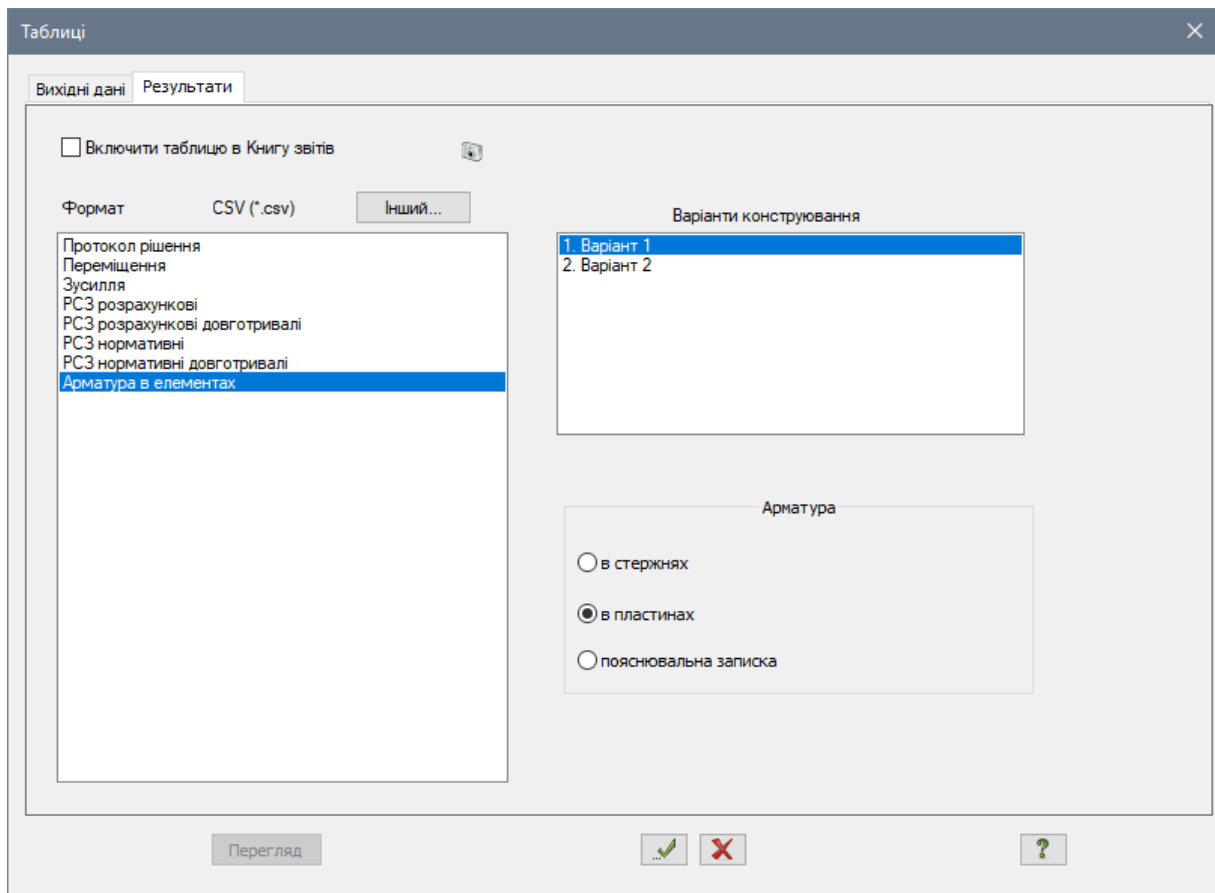


Рис. 2.22. Діалогове вікно Таблиці

### Зміна номеру варіанту конструювання

- В рядку стану в розкритому списку **Змінити номер варіанту конструювання** виберіть рядок відповідний другому варіанту конструювання.



Для перегляду і аналізу результатів по іншим варіантам конструювання, необхідно викликати діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 2.7) натиснувши на кнопку



– **Варіанти конструювання** (панель **Конструювання** на вкладці **Залізобетон**). Щоб переключитися на інший варіант конструювання, треба вибрати відповідний рядок в **Списку варіантів конструювання схеми** і натиснути на кнопку **Призначити поточним**.

### Приклад 3. Розрахунок рами промислової будівлі

#### Цілі та задачі :

- провести розрахунок плоскої рами на динамічні впливи;
- провести розрахунок стійкості конструкції;
- скласти таблицю РСН;
- виконати підбір і перевірку сталевих елементів рами.

#### Вихідні дані:

Схема рами і її закріплення показані на рис. 3.1.

#### Перерізи елементів:

- крайні колони – коробка із швелерів № 24;
- середні колони – швелер № 24;
- балка настилу – двотавр № 36;
- верхній пояс ферми – два кутика 120 x 120 x 10;
- нижній пояс ферми – два кутика 100 x 100 x 10;
- стойки і розкоси ферми – два кутики 75 x 75 x 6.

#### Навантаження:

- завантаження 1 – навантаження від власної ваги елементів схеми,
- завантаження 2 – навантаження від обладнання,
- завантаження 3 – вітрове навантаження,
- завантаження 4 – гармонійний динамічний вплив,
- завантаження 5 – сейсмічний вплив.

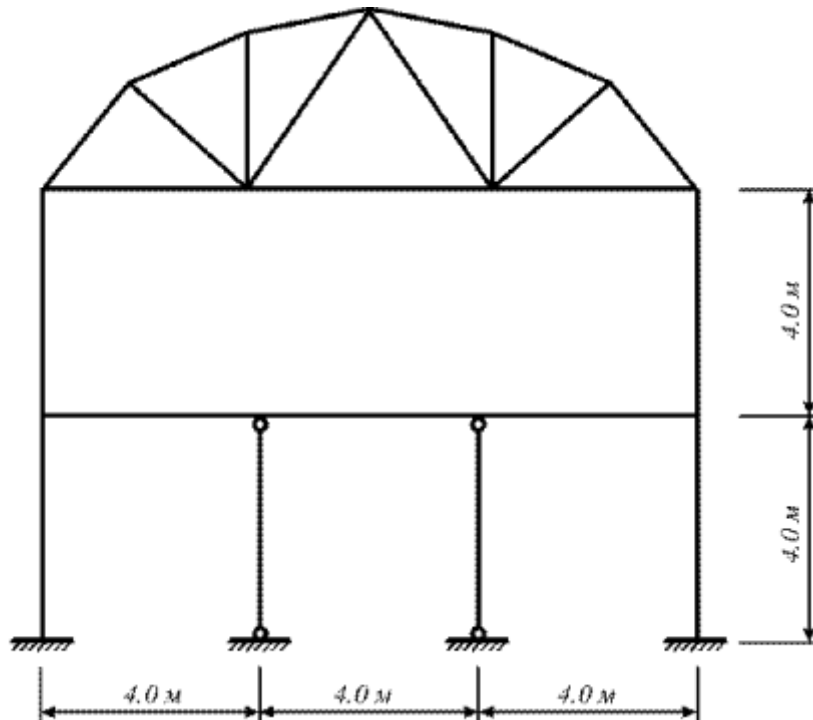




Рис. 3.1. Розрахункова схема поперечного перетину будівлі

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:  
Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 3.2) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **03\_2D рама МК**;
  - в розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **2 – Три ступені свободи у вузлі (переміщення X,Z,Uy) X0Z**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

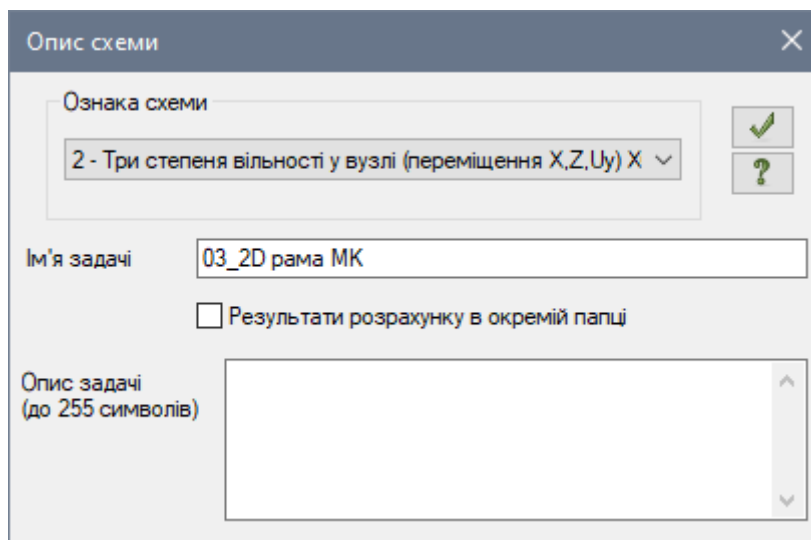



Рис. 3.2. Діалогове вікно **Опис схеми**



Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в


меню **Програми** в розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  **2 – Друга ознака схеми (Три ступені свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкритому списку

**Новий** виберіть команду  **2 – 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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми

### Додавання рами

- Відкрийте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей** натиснувши на кнопку  – **Генерація регулярних фрагментів та сітей** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В таблицю введення значень введіть параметри рами:
  - Крок вздовж першої осі:      Крок вздовж другої осі:
  - L(м) N                              L(м) N
  - 4 3                                      4 2.

Решта параметрів приймаються за умовчанням (рис. 3.3).

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

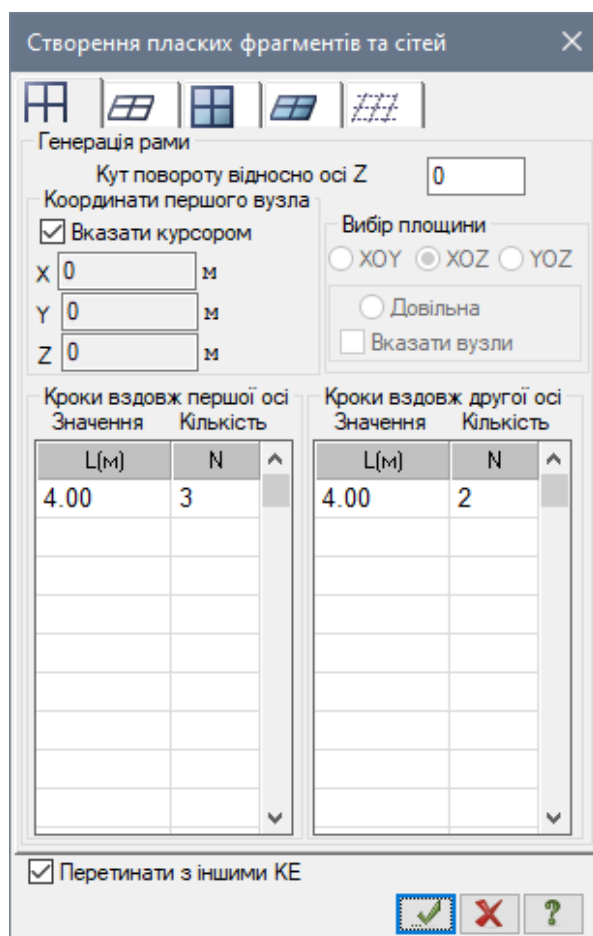






Рис. 3.3. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів та сітей

### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт  **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **03\_2D рама МК**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- В діалоговому вікні **Показати** (рис. 3.4) при активній закладці **Елементи** встановіть прапорець **Номери елементів**.
- Після цього перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.



Встановивши прапорець навпроти кнопки **Перемалювати** – зміна параметрів відображення буде відобразитися автоматично.

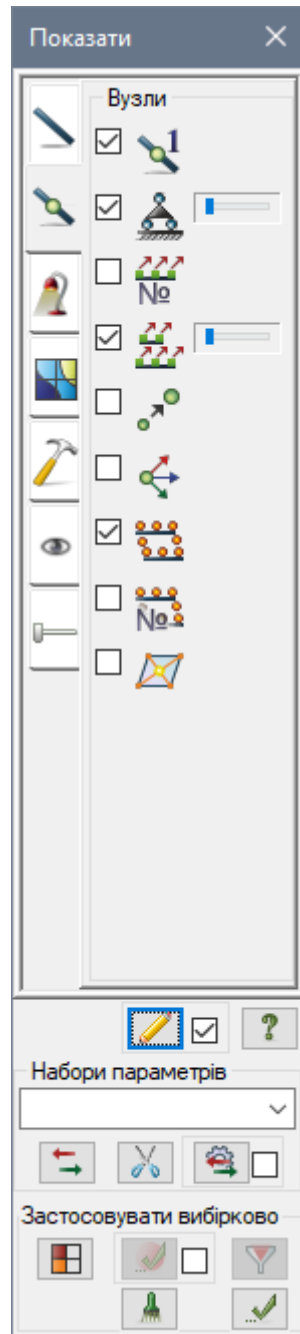


Рис. 3.4. Діалогове вікно Показати

- Отримана схема представлена на рис. 3.5 (номери вузлів мають синій колір, номери елементів – чорний).

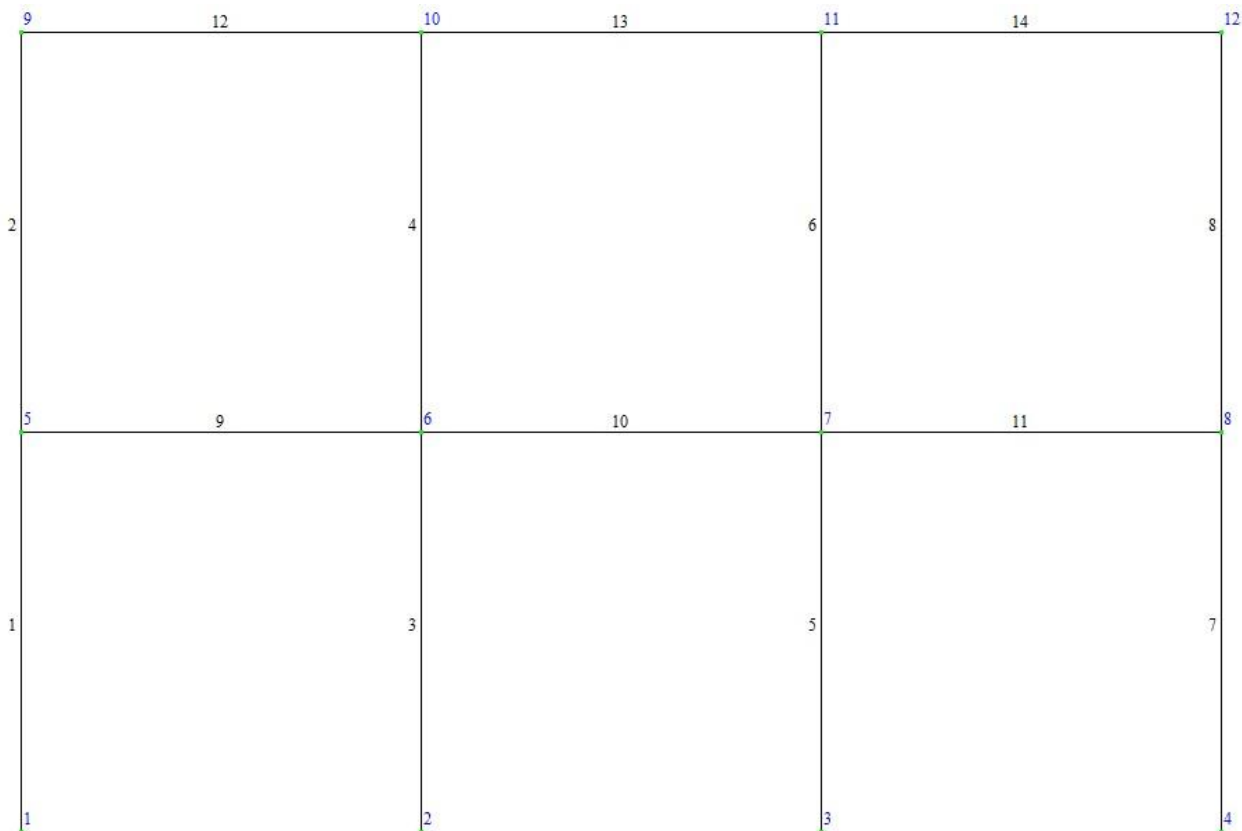





Рис. 3.5. Нумерація вузлів та елементів розрахункової схеми

#### Корегування схеми

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів інверсно** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсору виділіть вузли № 10 і 11 (вузли забарвлюються в червоний колір).




*Відмітка вузлів виконується за допомогою одинарного вказування курсором або розтягуванням навколо потрібних вузлів «рамки вибору».*


- Натиснувши на кнопку  – **Видалення вибраних об'єктів** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**) видаліть виділені вузли (зверніть увагу, що при видаленні вузлів автоматично видаляються прилеглі до них елементи).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть елементи № 3 і 5 (елементи забарвлюються в червоний колір).



*Після виділення вузлів або елементів розрахункової схеми для стрічкового виду інтерфейсу виводяться контекстні вкладки стрічки. Кожна із контекстних вкладок містить операції, які відносяться до виділених об'єктів або вибраної команди. Контекстна вкладка закривається після завершення роботи з командою або зняття виділення з об'єктів. Контекстні вкладки, призначені для роботи з вузлами або елементами схеми, містять команди тільки по створенню та редагуванню схеми і не можуть бути викликані із вкладок **Аналіз**, **Розширений аналіз**, **Залізобетон**, **Сталь**.*

- Натисканням на кнопку  – **Шарніри** (панель **Редагування стержнів** на контекстній вкладці **Стержні**) відкрийте діалогове вікно **Шарніри** (рис. 3.6).



- В цьому вікні за допомогою встановлення відповідних прапорців вкажіть вузли і напрями, за якими знімається жорсткість в'язі одного з кінців стержня з вузом схеми:
  - 2-й вузол – **UY**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

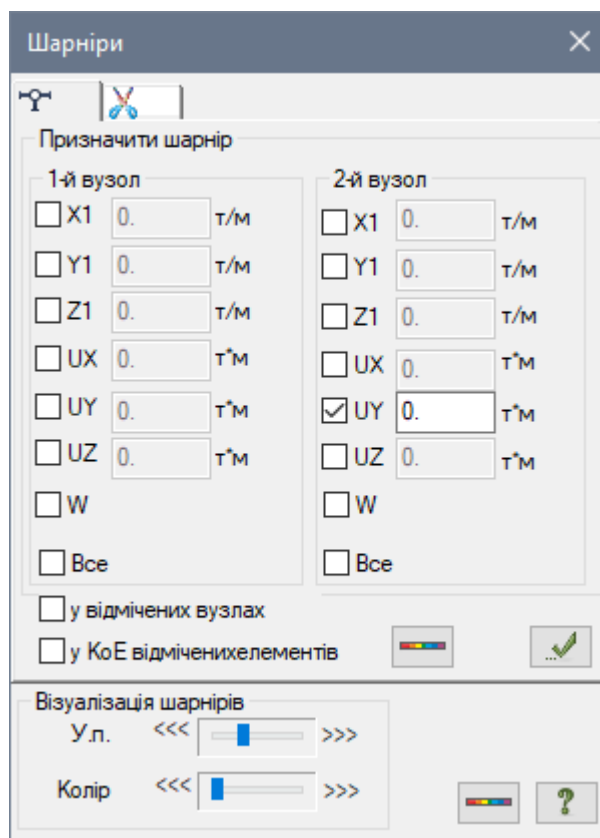






Рис. 3.6. Діалогове вікно Шарніри

#### [Встановлення ферми на раму](#)

- Натиснувши на кнопку  – **Генерація ферм** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Створення плоских ферм**.
- В цьому вікні натисніть на кнопку з конфігурацією **арочної (сегментної) ферми** ().
- Далі виберіть ферму по обрису решітки, натиснувши на **першу зліва у верхньому ряду** () кнопку.
- Після цього задайте параметри ферми (рис. 3.7):
  - **L** = 12 м;
  - **Kf** = 6.
- Для перегляду геометричних розмірів ферми в діалоговому вікні, натисніть на кнопку **Намалювати**.
- При встановленому прапорці **Вказати вузол прив'язки** вкажіть курсором на вузол № 9 (у вікні автоматично відобразяться координати цього вузла).
- Для встановлення ферми на раму, натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

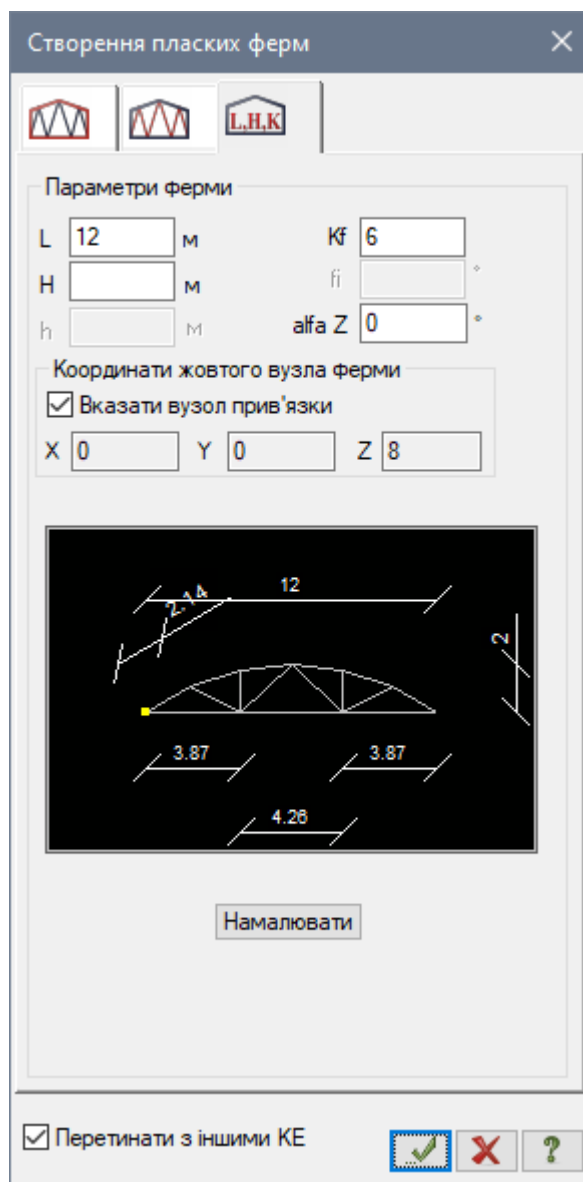




Рис. 3.7. Діалогове вікно Створення плоских ферм

### [Упаковка схеми](#)

- Натиснувши на кнопку  – **Упаковка схеми** (панель **Редагування** на вкладці **Створення і редагування**) відкрийте діалогове вікно **Упаковка** (рис. 3.8).
- В цьому вікні натисніть на кнопку  – **Застосувати** (Упаковка схеми проводиться для зшивання співпадаючих вузлів та елементів, а також для безповоротного виключення з розрахункової схеми видалених вузлів та елементів).

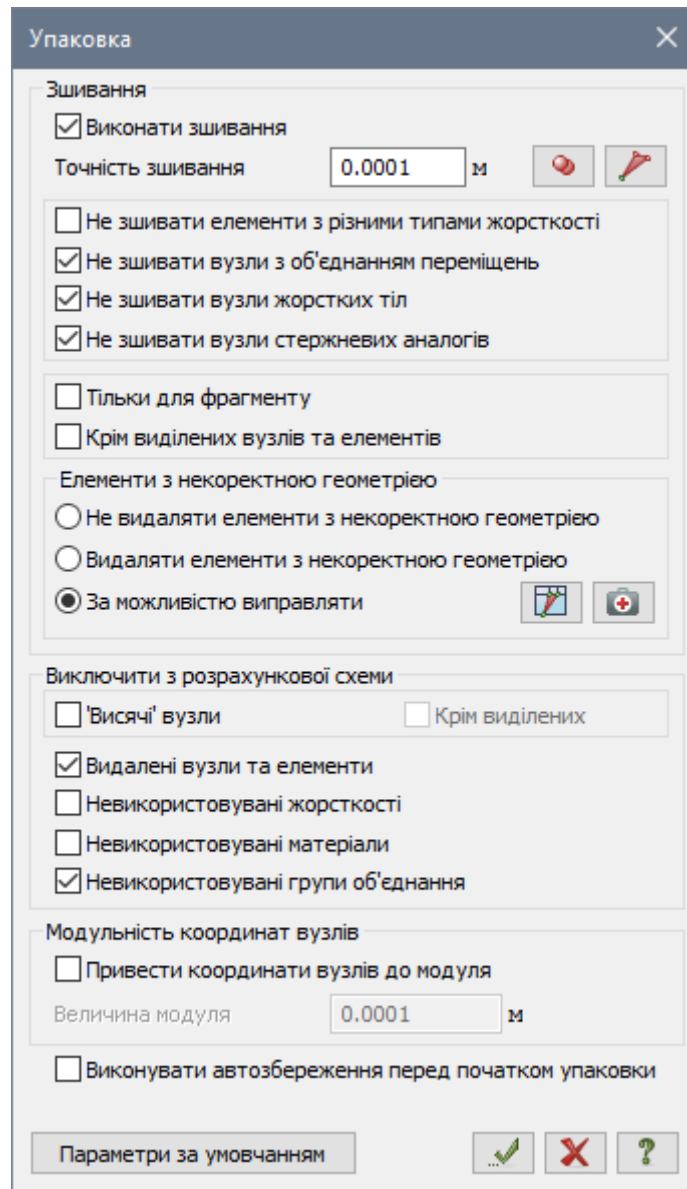


Рис. 3.8. Діалогове вікно Упаковка

Отримаємо геометричну схему, показану на рис. 3.9.

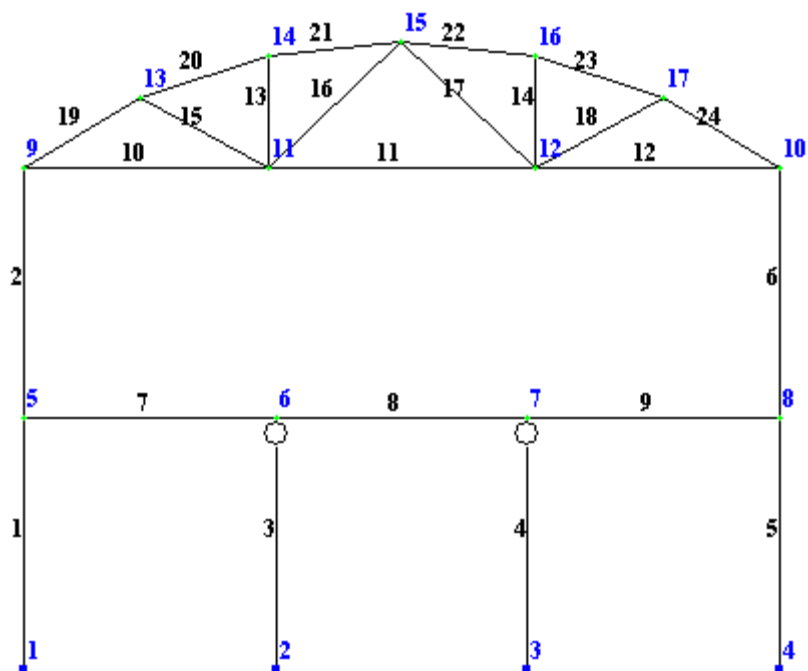






Рис. 3.9. Розрахункова схема рами з номерами вузлів та елементів


### Етап 3. Задання граничних умов

- При активній кнопці  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, виділіть вузли № 1 і 4.
- Натиснувши на кнопку  – **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 3.10).
- В цьому вікні за допомогою встановлення прапорців, відмітьте напрями за якими заборонені переміщення вузлів (**X**, **Z**, **UY**).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах** (вузли забарвлюються в синій колір, а в списку **Комбінації в'язей** додається рядок призначеної комбінації в'язей).
- Виділіть вузли № 2, 3 і закріпіть ці вузли за напрями **X** і **Z** (для цього прапорець з направлення **UY** треба сняти).



В полі **Комбінації в'язей** вказані задані комбінації закріплень та кількість вузлів, на які вони призначені. При виборі необхідного рядку, можна змінювати напрям, за яким заборонені

переміщення вузлів, а також, натиснувши на наступну кнопку  - можна відмітити на схемі вузли, відповідні вибраним в списку комбінаціям закріплень.

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

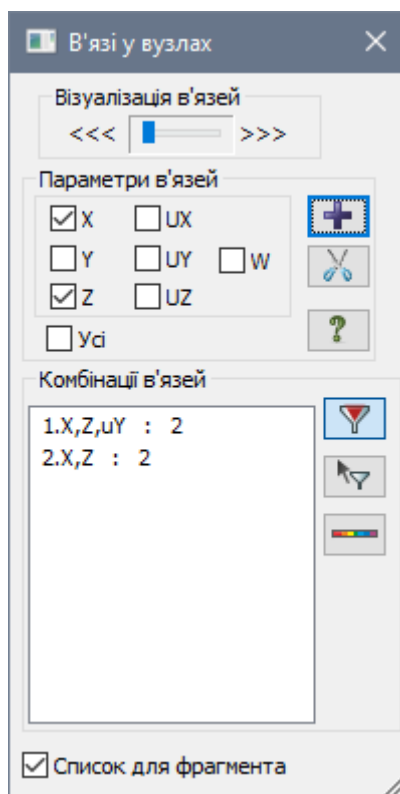







Рис. 3.10. Діалогове вікно В'язі у вузлах

#### Етап 4. Задання варіантів конструювання



В діалоговому вікні **Варіанти конструювання** (рис. 3.11) можна вибрати нормативні документи для розрахунку залізобетонних, сталевих а також армокам'яних конструкцій. Також можна вказати, по якому методу буде проводитися розрахунок: РСЗ, РСН або Зусилля. Таблиці РСЗ і РСН генеруються виходячи з видів завантажень, заданих в **Редакторі завантажень** (рис. 3.24). Однак, якщо задати параметри для варіанту конструювання перед заданням видів завантажень, таблиці РСЗ і РСН перед розрахунком необхідно буде корегувати.

- Відкрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 3.11) натисканням на кнопку  – **Варіанти конструювання** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання:
  - в списку **Розрахунок перерізів по:** увімкніть радіо-кнопку **РСН**;
  - для вибору таблиці РСН натисніть на кнопку  – **Додати/Редагувати таблицю РСН**;
  - в діалоговому вікні **Розрахункові сполучення зусиль**, що з'явилося натисніть на кнопки  – **Зберегти дані** і  – **Вихід**;
  - решта параметрів діалогового вікна **Варіанти конструювання** приймаються за умовчанням.
- Після цього в діалоговому вікні **Варіанти конструювання** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

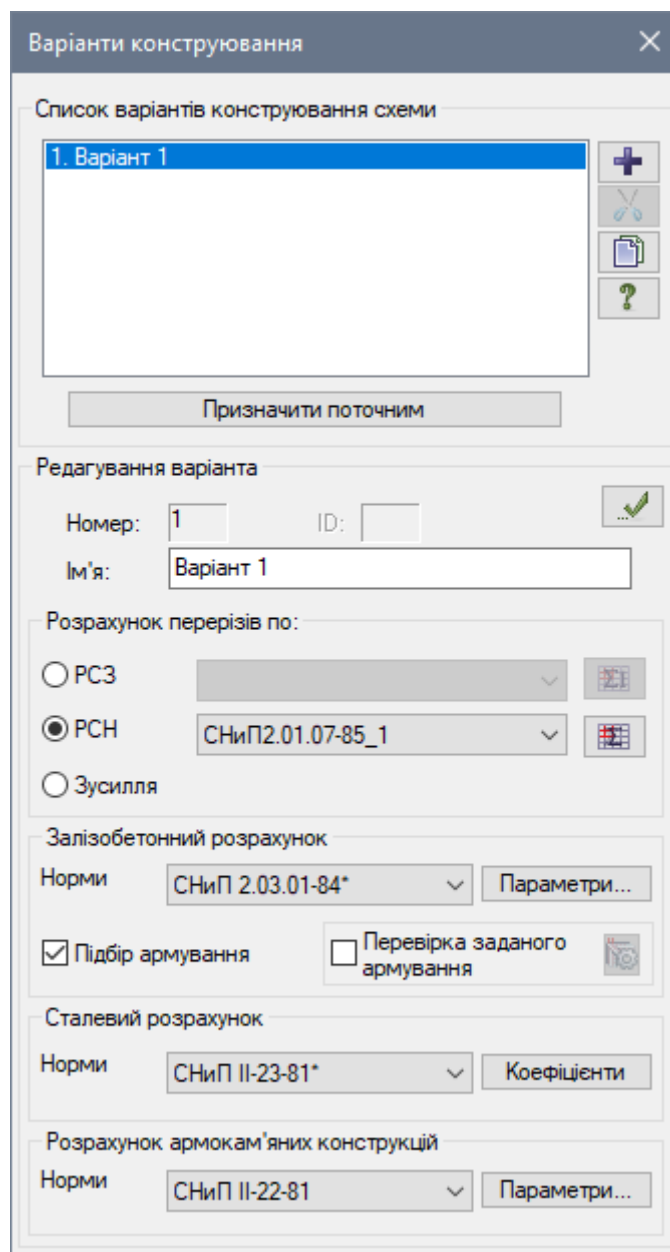



Рис. 3.11. Діалогове вікно Варіанти конструювання

- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

## Етап 5. Задання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам рами

### Формування типів жорсткості

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 3.12,а).
- В цьому вікні натисніть на кнопку **Додати** і у вікні **Додати жорсткість** (бібліотеці жорсткісних характеристик), що з'явилося натисніть на другу закладку **База металевих перерізів** (рис. 3.12,б).
- Видеріть подвійним натисканням миші на елементі графічного списку тип перерізу **Двотавр**.

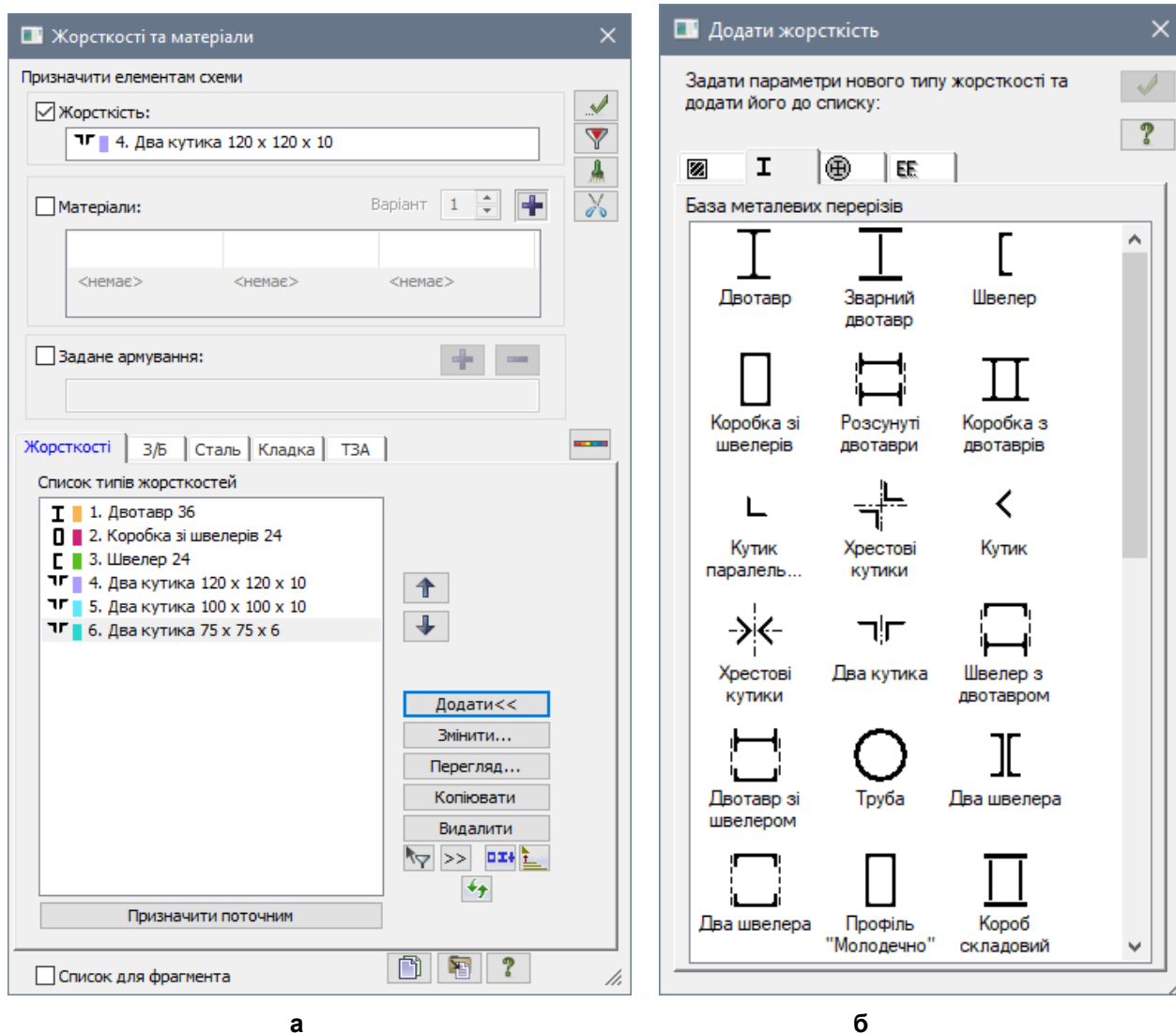


Рис. 3.12. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість

- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** (рис. 3.13) задайте параметри перерізу **Двотавр**:
  - в розкритому списку – Профіль спочатку виберіть позицію – Двотаври сталеві гарячекатані с ухилом внутрішніх граней полиць;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профіля – 36.
- Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.

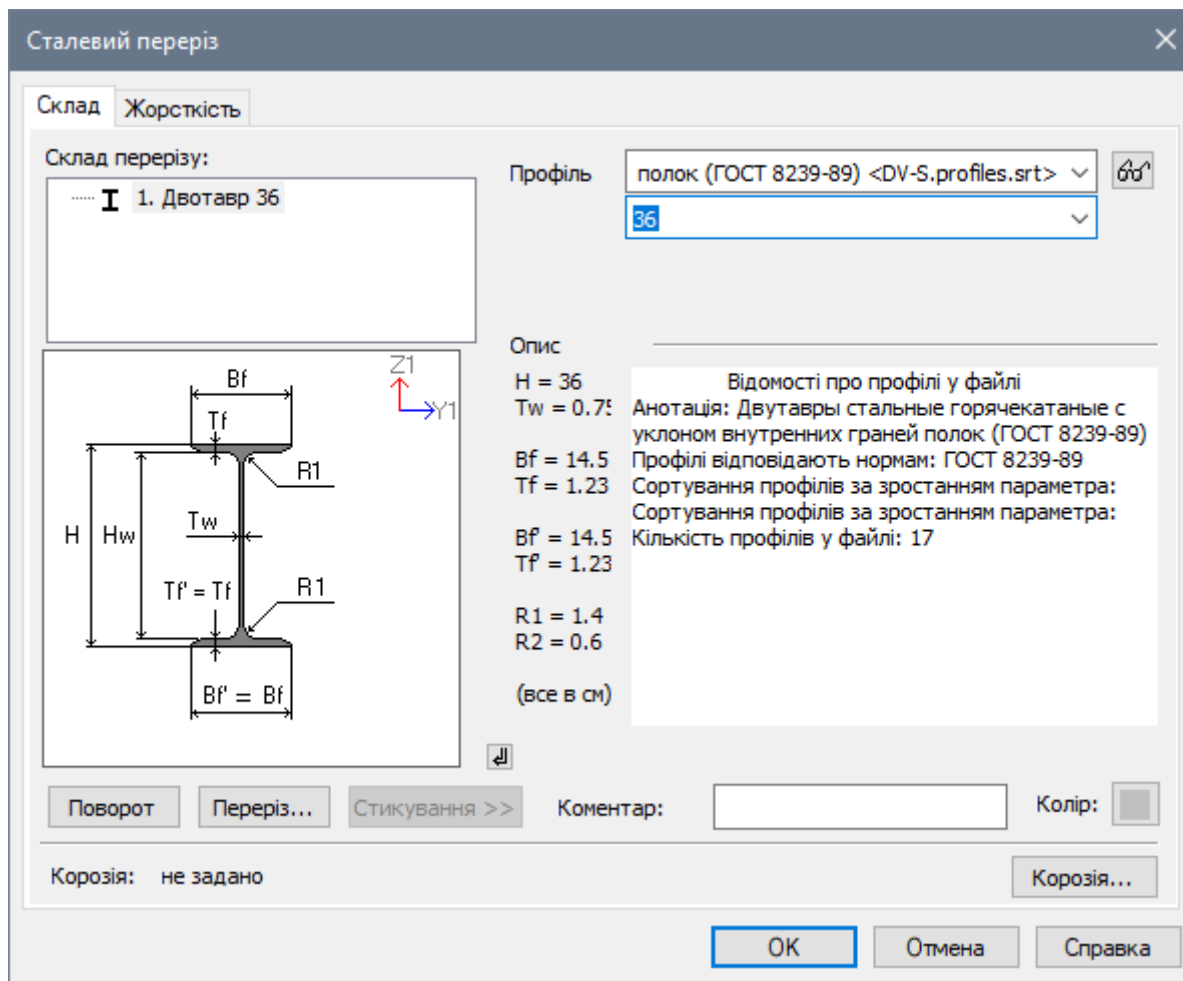


Рис. 3.13. Діалогове вікно Сталевий переріз

- В діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Коробка зі швелерів**.
- В новому вікні **Сталевий переріз** задайте параметри перерізу **Коробка зі швелерів**:
  - Профіль – **Сталь гарячекатані. Швелери з ухилом внутрішніх граней полиць**;
  - Рядок профіля – **24**.
  - Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.
- В діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Швелер**.
- В новому вікні **Сталевий переріз** задайте параметри перерізу **Швелер**:
  - Профіль – **Сталь гарячекатані. Швелери з ухилом внутрішніх граней полиць**;
  - Рядок профіля – **24**.
  - Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.
- В діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Два кутика**.
- В новому вікні **Сталевий переріз** задайте параметри перерізу **Два кутика**:
  - Профіль – **Кутики сталеві гарячекатані рівнополочні**;
  - Рядок профіля – **120 x 120 x 10**.
  - Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.
- Далі в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей за допомогою курсору виділіть рядок **4. Два кутика 120 x 120 x 10**.
- Натисніть на кнопку **Копіювати** два рази.
- Після цього в списку типів жорсткостей виділіть рядок **5. Два кутика 120 x 120 x 10**.
- Натисніть на кнопку **Змінити**.



- В новому вікні **Сталевий переріз** задайте:
  - Рядок профіля – **100 x 100 x 10**.
  - Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткості виділіть рядок **6. Два кутика 120 x 120 x 10**.
- Натисніть на кнопку **Змінити**.
- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** задайте:
  - Рядок профіля – **75 x 75 x 6**.
  - Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.
  - Для того щоб сховати бібліотеку жорсткісних характеристик, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку **Додати**.

### Задання матеріалів для сталевих конструкцій



Режим **Сталеві конструкції** призначений для підбору і перевірки перерізів стержневих сталевих елементів у відповідності зі СНиП II.23-81, СП 16.13330.2017, ДБН В.2.6-198:2014, Eurocode 3.1.1 EN 1993-1-1:2005/AC:2009 і AISC LFRD 2nd edition. Розрахунок виконується одне або декілька розрахункових сполучень зусиль (PC3), навантажень (PCH) або зусиль, отриманих із статичного розрахунку конструкцій. Виконуються також перевірки елементів плоского напруженого стану.

Проводиться підбір і перевірка наступних типів перерізів:

- елементи ферм і в'язів, працюючі на центральний стиск і розтяг;
- балки, схильні до поперечного згину;
- колони, схильні до стиску зі згином.

Підбір і перевірка може проводитись в двох режимах:

- наскрізний режим, в процесі котрого проводиться розрахунок для всіх вказаних користувачем елементів в автоматичному режимі;
- локальний режим, в процесі якого користувач може проводити багатоваріантне проектування – змінювати розміри перерізу, змінювати марку сталі, варіювати розстановку ребер жорсткості і т.п.

Результатами розрахунку є розміри перерізів елементів і коефіцієнт використання несучої здатності перерізів елементів (в процентному вираженні), які перевіряються відповідно до вимог обраних норм.

- Перед тим як приступити до задання матеріалів для сталевих конструкцій, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1. Двотавр 36** і натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип записується в рядку редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточний тип жорсткості подвійним натисканням по рядку списку).
- Після цього для задання матеріалів для сталевих конструкцій, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на третю закладку **Сталь (Задання параметрів для сталевих конструкцій)**.
- Далі при увімкненій радіо-кнопці **Матеріал** і натисніть на кнопку **Додати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Параметри** (рис. 3.14), в якому в розкритому списку **Таблиця сталей** виберіть рядок **Стали по СНиП II-23-81\***, **фасон**, а в розкритому списку **Сталь** виберіть клас сталі **C245** (буде використовуватися для всіх елементів).
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

Номер	1
Коментар	Матеріал
Набір параметрів	Точна відповідність
<b>Переріз</b>	
Таблиця сталей	Stali po SNiP II-23-81*, fason ...
Сталь	S245
Скорочений сортамент	Hi

Рис. 3.14. Діалогове вікно Параметри (для матеріалів)

- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** увімкніть радіо-кнопку **Додаткові характеристики** і натисніть на кнопку **Додати**.
- В новому вікні **Параметри** (рис. 3.15) задайте параметри для балок:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Балка**;
  - в поле **Дані для розрахунку на загальну стійкість** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини балки для перевірки загальної стійкості  **$K_b = 0.33$** ;
  - в розкритому списку **Розкріплення стиснутого пояса** виберіть рядок **два і більше, ділять проліт на рівні частини**;
  - в полі **Розрахунок по прогину** задайте максимально допустимий прогин –  **$1/250$** ;
  - в полі **Коментар** задайте **Балки**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

Параметри	
Норми проектування	СНиП II-23-81*
Номер	1
Коментар	Балки
<b>Тип елемента</b>	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input type="radio"/>
Балка	<input checked="" type="radio"/>
<b>Коефіцієнти умов роботи та надійності</b>	
Ус стійкості	0.95
Ус міцності	1
Уп*	1
<b>Розрахунок здійснюється</b>	
в межах пружності	<input checked="" type="radio"/>
з урахуванням пластичності	<input type="radio"/>
Чистий згин	<input type="checkbox"/>
<b>Ребра жорсткості</b>	
встановлювати ребра	<input type="checkbox"/>
крок ребер, м	0
<b>Розрахунок за прогином</b>	
Довжина прольоту L, м	Авто
Максимально допустимий прогин	1/250
Консоль	<input type="checkbox"/>
<b>Дані для розрахунку на загальну стійкість</b>	
Kb	0.33
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>
Консоль	<input type="checkbox"/>
Балка з однією віссю симетрії	<input type="checkbox"/>
Розкріплення стиснутого пояса	два і більше, ділять проліт на рівні частини
<b>Коментар</b> Довільний текст, що характеризує цей набір додаткових характеристик	

Рис. 3.15. Діалогове вікно Параметри (для балок)

- Ще раз натисніть на кнопку **Додати** в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**.
- В новому вікні **Параметри** (рис. 3.16) задайте параметри для колон:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Колона**;
  - в полі **Розрахункові довжини** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини відносно осі Z1  $K_z = 1$ ;
  - коефіцієнт довжини відносно осі Y1  $K_y = 1$ ;
  - коефіцієнти довжини для розрахунку  $K_b = 0.85$ ;
  - в полі **Коментар** задайте **Колони**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

Параметри	
Норми проектування	СНИП II-23-81*
Номер	2
Коментар	Колони
<b>Тип елемента</b>	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input checked="" type="radio"/>
Балка	<input type="radio"/>
<b>Коефіцієнти умов роботи та надійності</b>	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Уп*	1
<b>Гранична гнучкість</b>	
основна колона	<input checked="" type="radio"/>
неосновна колона	<input type="radio"/>
інша	<input type="radio"/>
На стиск	180-60a
На розтяг	300
<b>Розрахунок здійснюється</b>	
в межах пружності	<input checked="" type="radio"/>
з урахуванням пластичності	<input type="radio"/>
<b>Розрахункові довжини</b>	
Kz	1
Ky	1
Kb	0.85
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Скасувати"/>	

Рис. 3.16. Діалогове вікно Параметри (для колон)

- Знову натисніть на кнопку **Додати** в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**.
- В новому вікні **Параметри** (рис. 3.17) задайте параметри для верхнього поясу ферми:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Фермовий**;
  - в полі **Розрахункові довжини** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини відносно осі Z1  $K_z = 1$ ;
  - коефіцієнт довжини відносно осі Y1  $K_y = 1$ ;
  - в полі **Гранична гнучкість** увімкніть радіо-кнопку **елемент поясу або опорний розкіс ферми**;
  - в полі **Коментар** задайте **Верхній пояс**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **OK**.








Норми проектування	СНиП II-23-81*
Номер	3
Коментар	Верхній пояс
<b>Тип елемента</b>	
Фермовий	<input checked="" type="radio"/>
Колона	<input type="radio"/>
Балка	<input type="radio"/>
<b>Коефіцієнти умов роботи та надійності</b>	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Уп*	1
Додатковий Ус=0.8	<input type="checkbox"/>
<b>Гранична гнучкість</b>	
елемент поясу або опорний розкіс ферми	<input checked="" type="radio"/>
неопірний елемент решітки ферми	<input type="radio"/>
одиначний елемент структурної конструкції на болтах	<input type="radio"/>
інший	<input type="radio"/>
На стиск	180-60а
На розтяг	300
<b>Розрахункові довжини</b>	
Kz	1
Ky	1
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Коментар</b> Довільний текст, що характеризує цей набір додаткових характеристик	


Рис. 3.17. Діалогове вікно Параметри (для верхнього поясу ферми)

- Ще раз натисніть на кнопку **Додати** в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**.
- В новому вікні **Параметри** задайте параметри для нижнього поясу ферми:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Фермовий**;
  - в полі **Розрахункові довжини** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини відносно осі Z1  $K_z = 0.33$ ;
  - коефіцієнт довжини відносно осі Y1  $K_y = 0.33$ ;
  - в полі **Гранична гнучкість** увімкніть радіо-кнопку **елемент поясу або опорний розкіс ферми**;
  - в поле **Коментар** задайте **Нижній пояс**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.
- Знову натисніть на кнопку **Додати** в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**.
- В новому вікні **Параметри** задайте параметри для решітки ферми:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Фермовий**;

- в полі **Розрахункові довжини** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини відносно осі Z1  $K_z = 1$ ;
  - коефіцієнт довжини відносно осі Y1  $K_y = 1$ ;
  - в полі **Гранична гнучкість** увімкніть радіо-кнопку **неопірний елемент решітки ферми**;
  - в полі **Коментар** задайте **Решітка**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

#### Призначення жорсткостей і матеріалів елементам рами

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку додаткових характеристик для сталевих конструкцій виділіть курсором рядок **1. Балки** (при цьому в полі **Призначити елементам схеми** має стояти прапорець **Матеріали**, а в списку поточного типу жорсткості має бути встановлена жорсткість – **1. Двотавр 36**).
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип додаткових характеристик записується в рядку редагування **Матеріали** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточним тип додаткових характеристик подвійним натисканням по рядку списку).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть горизонтальні елементи № 7, 8 і 9 (виділені елементи забарвлюються в червоний колір).
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть на кнопку **Ні** (с елементів знімається виділення. Це свідчення того, що виділеним елементам присвоєна поточна комбінація жорсткості та матеріалу).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення горизонтальних стержневих елементів.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку додаткових характеристик для сталевих конструкцій виділіть курсором рядок **2. Колони**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на першу закладку **Жорсткості** і в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2. Коробка зі швелерів 24**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вертикальні елементи схеми № 1, 2, 5 і 6 (крайні колони).
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- В списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **3. Швелер 24**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- За допомогою курсору виділіть вертикальні елементи схеми № 3 і 4 (середні колони).
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- В списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **4. Два кутика 120 x 120 x 10**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Після цього в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на третю закладку **Сталь** і в списку додаткових характеристик для сталевих конструкцій виділіть курсором рядок **3. Верхній пояс**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Натиснувши на кнопку  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** відкрийте діалогове вікно **ПоліФільтр** (рис. 3.18), для того щоб виділити елементи верхнього поясу.
- В цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**.

- Далі встановіть прапорець **За номерами KE** і у відповідному полі введіть номери елементів **19–24**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

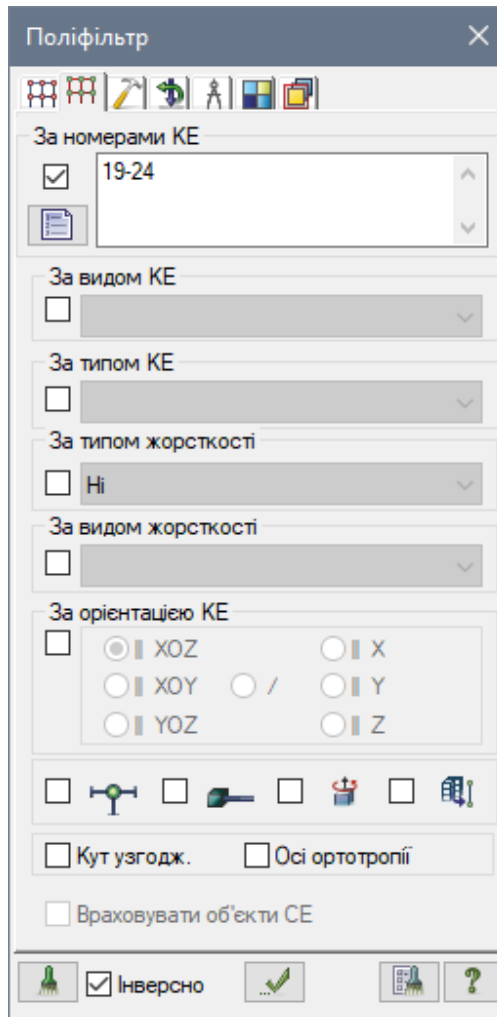











Рис. 3.18. Діалогове вікно Поліфільтр

- В діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Призначте поточними додаткові характеристики для сталевих конструкцій **4. Нижній пояс** і тип жорсткості **5. Два кутика 100 x 100 x 10**.
- Для виділення елементів нижнього поясу ферми, в діалоговому вікні **ПоліФільтр** введіть номери елементів **10–12**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Призначте поточними тип жорсткості **6. Два кутика 75 x 75 x 6** і додаткові характеристики для сталевих конструкцій **5. Решітка**.
- Для виділення елементів решітки ферми, в діалоговому вікні **ПоліФільтр** введіть номери елементів **13–18**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно **ПоліФільтр** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

## Етап 6. Зміна типу кінцевих елементів для елементів ферми

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка блоку з вузлами** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсору виберіть будь-який вузол або елемент ферми.
- Натиснувши на кнопку  – **Зміна типу KE** (панель **Схема** на вкладці **Розширене редагування**) відкрийте діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента** (рис. 3.19).
- В цьому вікні в списку типів скінчених елементів виділіть рядок **Тип 1 – KE пласкої ферми**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Зніміть виділення з вузлів натиснувши на кнопку  – **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.

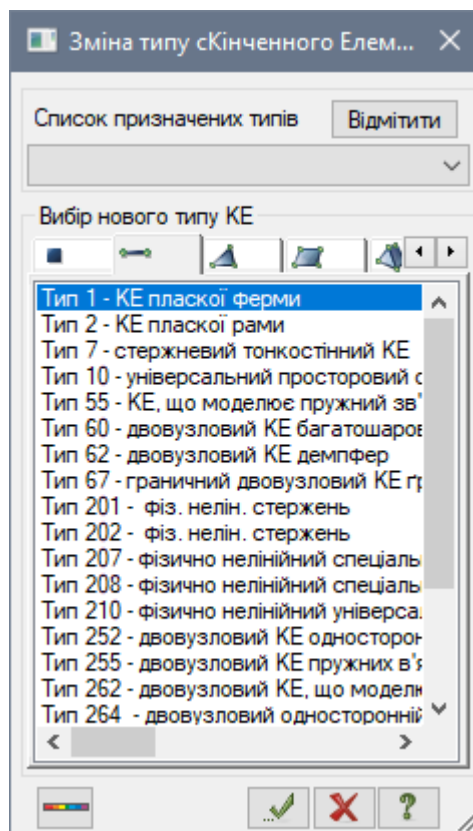




Рис. 3.19. Діалогове вікно Зміна типу скінченного елемента

## Етап 7. Задання навантажень

### Формування завантаження № 1

- Відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 3.20) натиснувши на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі**, в полі **Коеф. надійності за навантаженням** задайте коефіцієнт рівний **1.05** (так як в системі **PC-САПР** погонна вага елементів задана нормативною, її необхідно перетворити в розрахункову).
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати** (всім елементам конструкції автоматично призначається рівномірно розподілене навантаження, рівне погонній вазі елементів).



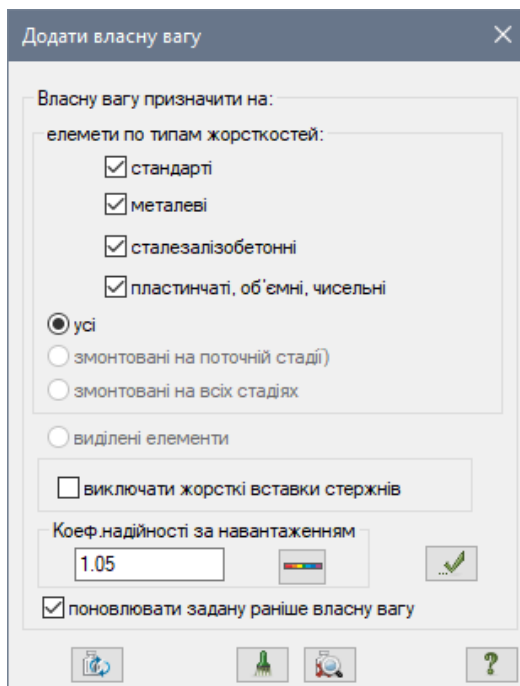



Рис. 3.20. Діалогове вікно Додати власну вагу

- Виділіть елементи № 7, 8 і 9.
- Після цього відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження на стержні** (рис. 3.21), вибрав команду  – **Навантаження на стержні** в розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрям – уздовж осі **Z**.

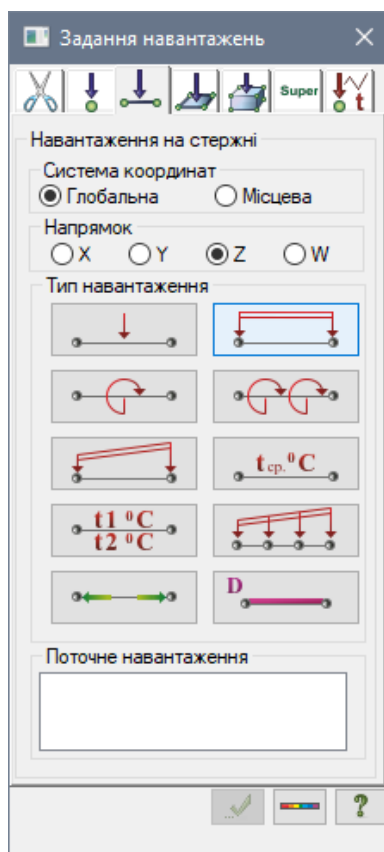



Рис. 3.21. Діалогове вікно Задання навантажень

- Натиснувши на кнопку **рівномірно розподіленого навантаження** відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 2$  т/м (рис. 3.22).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

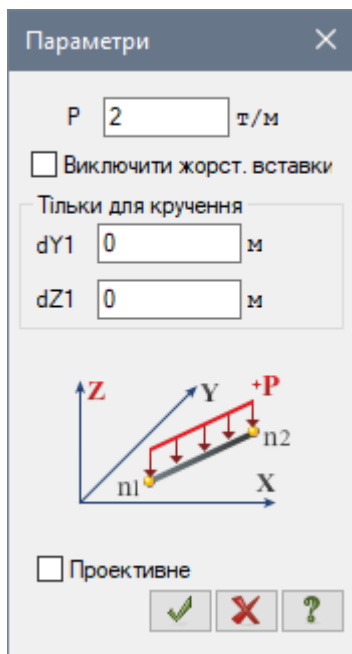







Рис. 3.22. Діалогове вікно Параметри

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть вузли спирання ферми на колону № 9 і 10.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** перейдіть на другу закладку **Навантаження у вузлах** (за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрям – уздовж осі **Z**).
- Натиснувши на кнопку  – **Зосереджена сила** відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження**.
- В цьому вікні задайте величину навантаження  $P = 12$  т.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Виділіть решту вузлів верхнього поясу № 13 – 17 і задайте на ці вузли **зосереджену силу** величиною  $P = 24$  т аналогічно описаним вище операціям.


#### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження, натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Виділіть елементи № 7, 8, 9 і задайте на ці елементи **рівномірно розподілене навантаження** інтенсивністю  $p = 2$  т/м аналогічно першому завантаженню.
- Виділіть вузли № 9 і 10, задайте на ці вузли **зосереджену силу** величиною  $P = 2$  т аналогічно першому завантаженню.
- Виділіть вузли № 13 – 17 і аналогічно першому завантаженню задайте на них **зосереджену силу** величиною  $P = 4$  т.

Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження, натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану.
- Виділіть вузли № 5 і 10, задайте на них **зосереджену силу** уздовж глобальної осі **X** величиною **P = -1.5 т** аналогічно першому завантаженню.
- Виділіть вузол № 9 і задайте на цей вузол силу уздовж глобальної осі **X** величиною **P = -2 т**.
- Виділіть вузол № 8 і задайте на нього силу уздовж глобальної осі **X** величиною **P = -1.125 т**.

Формування завантаження № 4 (Задання вузлового гармонічного навантаження)

- Змініть номер поточного завантаження на **4**.
- Виділіть вузол № 6.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень**, натиснувши на кнопку  - **Гармонічне навантаження**, відкрийте діалогове вікно **Гармонічне навантаження у вузлі** (рис. 3. 23.).
- В цьому вікні задайте наступні параметри:
  - Додаткова маса у вузлі – **2 т**;
  - Напрямок навантаження – **X1**;
  - Закон дії навантаження – **cos**;
  - Амплітуда впливу – **0.1 т**.

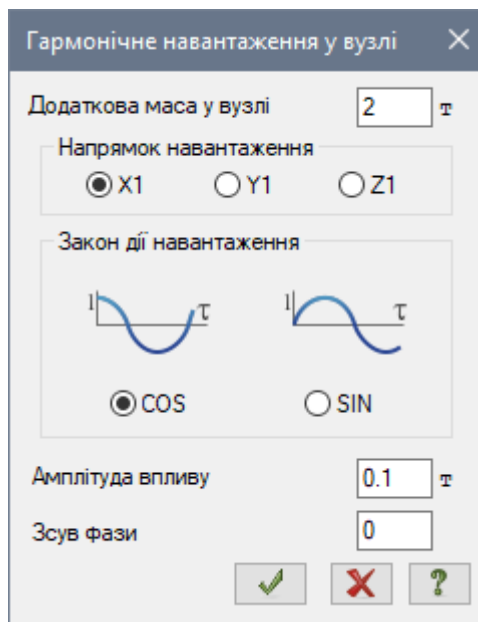











Рис. 3.23. Діалогове вікно Гармонічне навантаження у вузлі

- Підтвердіть введену інформацію натиснувши на кнопку  – **Підтвердити**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операцію виділення вузлів.

Задання розширеної інформації про завантаження

- Відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 3.24) натиснувши на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні в списку завантажень виділіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Далі в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок

**Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

- Після цього в списку завантажень виділіть рядок відповідний другому завантаженню, а потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Тимчасове трив.** / **Тривале** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в списку завантажень виділіть рядок відповідний третьому завантаженню, а потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Миттєве** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в списку завантажень виділіть рядок відповідний четвертому завантаженню, а потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Особливе** / **Епізодичне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Щоб додати п'яте завантаження, в полі **Список завантажень** натисніть на кнопку  – **Додати завантаження (в кінець)**.
- Для Завантаження 5 в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Сейсмічне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

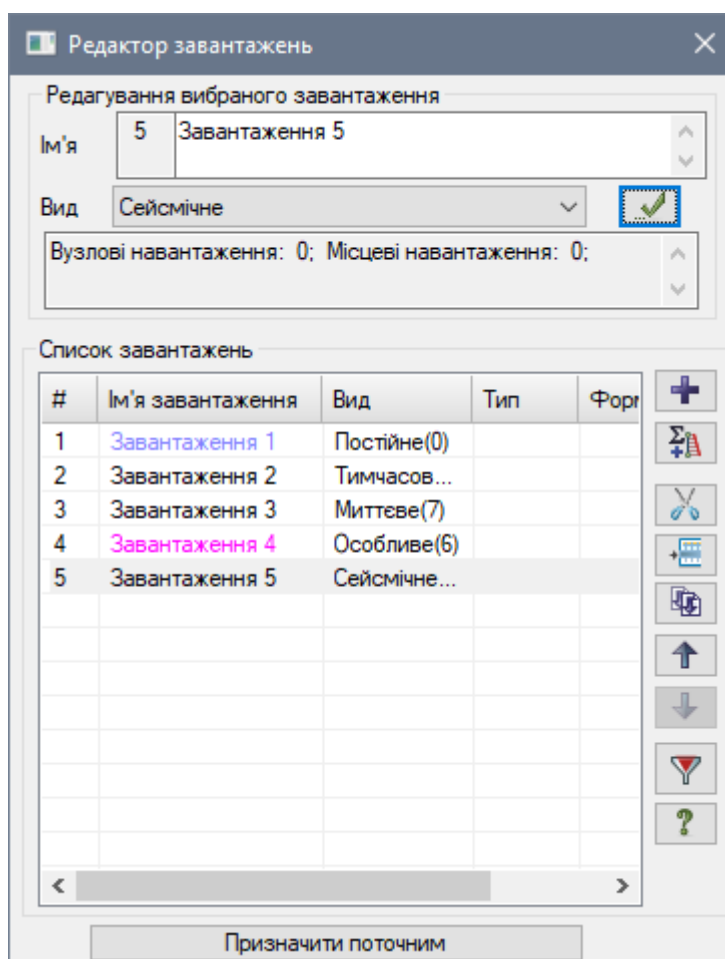



Рис. 3.24. Діалогове вікно Редактор завантажень

## Задання характеристик для розрахунку рами на динамічні впливи

### Етап 8. Формування динамічних завантажень із статичних

#### Формування таблиці врахування статичних завантажень для гармонічного впливу

- Відкрийте діалогове вікно **Формування динамічних завантажень із статичних** (рис. 3.25) натиснувши на кнопку  – **Врахування статичних завантажень** (панель **Динаміка** на вкладці **Розрахунок**).

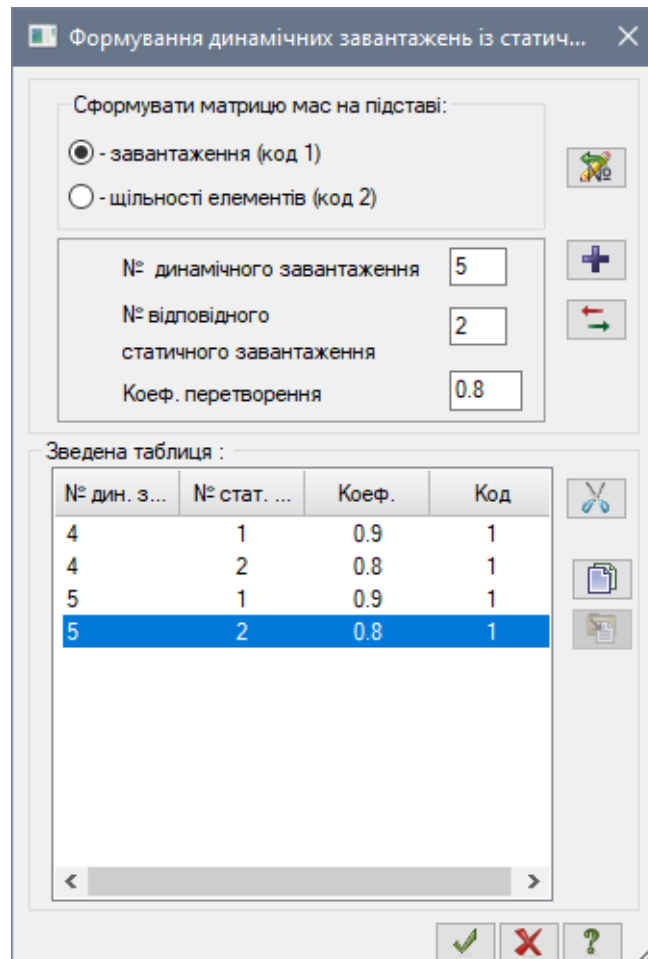







Рис. 3.25. Діалогове вікно Формування динамічних завантажень із статичних

- Для формування першого рядку зведеної таблиці, в цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **завантаження (код 1)**, задайте наступні параметри:
- № динамічного завантаження – **4**;
  - № відповідного статичного завантаження – **1**;
  - Коеф. перетворення – **0.9**.
- Далі натисніть на кнопку  – **Додати**.
- Для формування другого рядку зведеної таблиці, в цьому самому вікні задайте наступні параметри:
- № динамічного завантаження – **4**;
  - № відповідного статичного завантаження – **2**;
  - Коеф. перетворення – **0.8**.
- Натисніть на кнопку  – **Додати**.

### Формування таблиці врахування статичних завантажень для сейсмічного впливу


- Для формування третього рядку зведеної таблиці, в діалоговому вікні **Формування динамічних завантажень із статичних** задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – **5**;
  - № відповідного статичного завантаження – **1**;
  - Коеф. перетворення – **0.9**.
- Далі натисніть на кнопку  – **Додати**.
- Для формування четвертого рядку зведеної таблиці, в цьому самому вікні задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – **5**;
  - № відповідного статичного завантаження – **2**;
  - Коеф. перетворення – **0.8**.
- Після закінчення, натисніть на кнопки  – **Додати** і  – **Підтвердити**.



*Вказані статичні завантаження формують ваги мас для динамічних впливів.*

### **Етап 9. Формування таблиці параметрів динамічних впливів**

#### Задання даних для четвертого завантаження

- Натиснувши на кнопку  – **Таблиця динамічних завантажень** (панель **Динаміка** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи** (рис. 3.26).
- В цьому вікні задайте наступні параметри:
  - № завантаження – **4**;
  - Найменування впливу – **Гармонічний зональний (28)**;
  - Кількість форм коливань, що враховуються – **10**.
- Потім натисніть на кнопку **Параметри**.

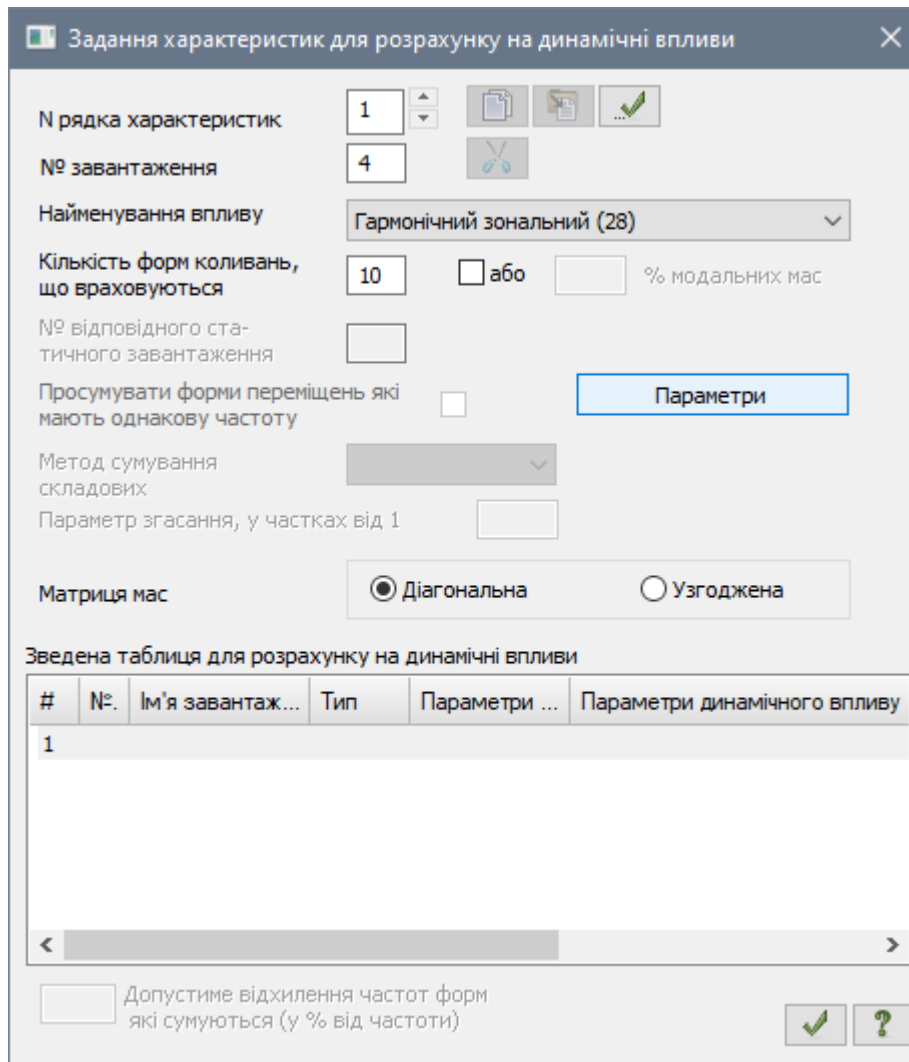



Рис. 3.26. Діалогове вікно Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи

- В діалоговому вікні **Параметри розрахунку на гармонічний вплив** (рис. 3.24) задайте наступні параметри:
  - Коефіцієнт непружного опору матеріалу –  **$K = 0.025$  (прокатна сталь)**;
  - Вимушена частота зовнішнього впливу – **6.5 рад/сек**;
  - Похибка у визначенні частоти – **15%**.
- Підтвердіть введені дані натиснувши на кнопку  – **Підтвердити**.

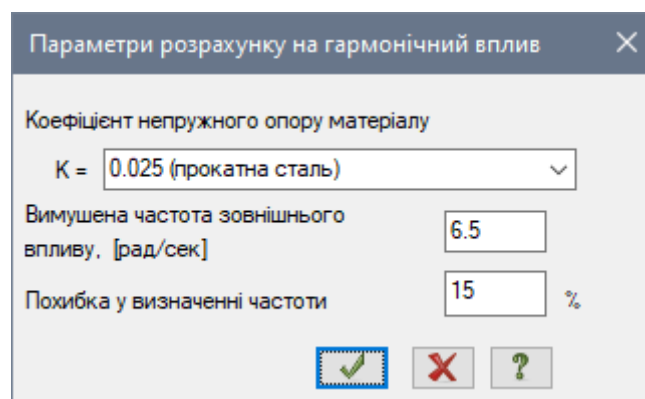


Рис. 3.27. Діалогове вікно Параметри розрахунку на гармонічний вплив

### Задання даних для п'ятого завантаження



- В діалоговому вікні **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи** (рис. 3.26) задайте:
  - № завантаження – 5;
  - Найменування впливу – **Сейсмічний (ДБН В.1.1-12:2014) - (57)**;
  - Кількість форм коливань, що враховуються – 5.
- Потім натисніть на кнопку **Параметри**.
- В діалоговому вікні **Сейсмічний вплив** (рис. 3.28) задайте наступні параметри:
  - **Тип споруди: 1 – житлові**;
  - **Категорія ґрунту: 1**;
  - Направляючі косинуси – **CX = 1**;
  - Інші параметри приймаються за умовчанням.
- Підтвердіть введення даних натиснувши на кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 3.28. Діалогове вікно Сейсмічний вплив



- В діалоговому вікні **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи** натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

### Етап 10. Задання розрахункових перерізів елементів ригелів

- Виділіть горизонтальні елементи № 7 – 9.



Після виділення вузлів або елементів розрахункової схеми для стрічкового виду інтерфейсу виводяться контекстні вкладки стрічки. Кожна з контекстних вкладок містить операції, які відносяться до виділених об'єктів або вибраної команди. Контекстна вкладка закривається після завершення роботи з командою або зняття виділення з об'єктів. Контекстні вкладки, призначені для роботи з вузлами або елементами схеми, містять команди тільки по створенню та редагуванню схеми і не можуть бути викликані з вкладок **Аналіз, Розширений аналіз, Залізобетон, Сталь**.

- Натиснувши на кнопку  – **Розрахункові перерізи стержнів** (панель **Редагування стержнів** на контекстній вкладці **Стержні**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові перерізи** (рис. 3.29).
- В цьому вікні задайте кількість розрахункових перерізів **N = 5**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати** (для того щоб виконати розрахунок по другій групі граничних станів, необхідно задати не менше трьох розрахункових перерізів).



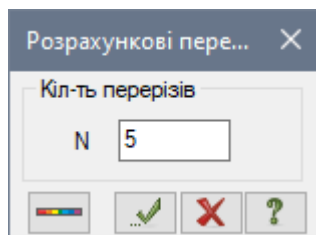



Рис. 3.29. Діалогове вікно Розрахункові перерізи

### Етап 11. Призначення конструктивних елементів



*Скінченні елементи, об'єднані в конструктивний, при конструюванні розглядаються як одне ціле. Між елементами, що входять в конструктивний елемент, не має бути розривів, вони повинні мати один тип жорсткості, не повинні входити в інші конструктивні елементи та уніфіковані групи, а також повинні мати спільні вузли і лежати на одній прямій.*

#### Створення конструктивного елемента БАЛКА

- Виділіть елементи № 7, 8 і 9.
- Для створення конструктивних елементів відкрийте діалогове вікно **Конструктивні елементи** (рис. 3.30) натиснувши на кнопку  – **Конструктивні елементи** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- В діалоговому вікні, що з'явилося, в полі **Редагування КоЕ** натисніть на кнопку **Створити КоЕ**.

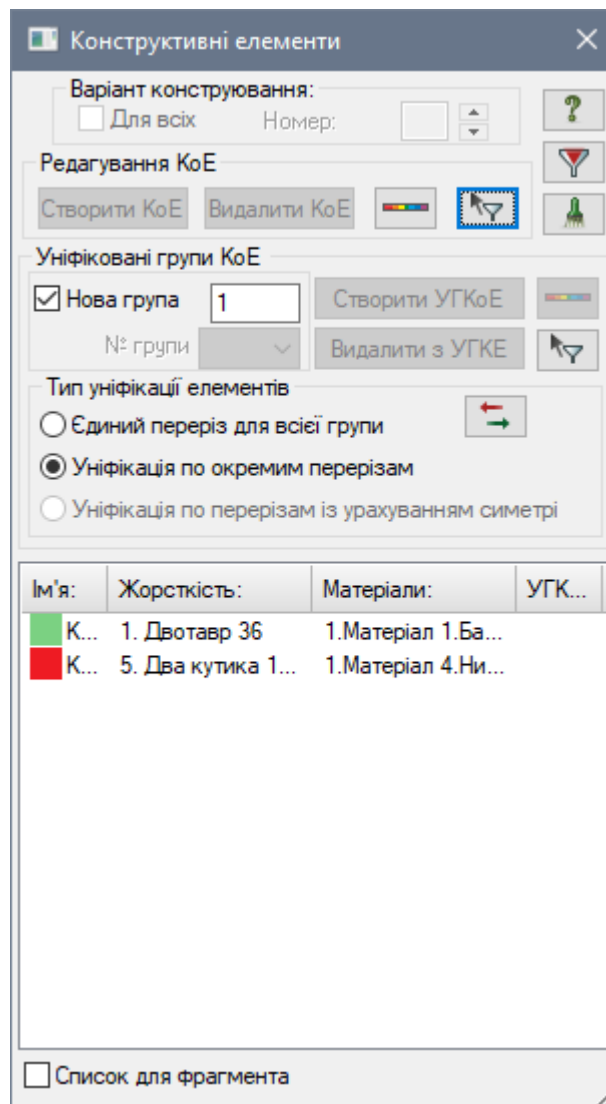




Рис. 3.30. Діалогове вікно Конструктивні елементи

#### Створення конструктивного елементу ФЕРМА

- Виділіть елементи № 10, 11 і 12.
- В діалоговому вікні **Конструктивні елементи** в полі **Редагування КоЕ** натисніть на кнопку **Створити КоЕ**.

#### Етап 12. Призначення розкріплень у вузлах згинальних елементів

- Виділіть елементи № 7, 8 і 9.
- Натиснувши на кнопку  – **Розкріплення для прогинів** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Розкріплення для прогинів** (рис. 3.31).
- В цьому вікні в розкритому списку виберіть рядок **Створити в вузлах з неспіввісними елементами**.
- Далі, при встановлених прапорцях розкріплень – **Y1, Z1**, натисніть на кнопку  – **Створити** (прогин перерізів елемента визначається відносно лінії, що з'єднує розкріплення на його кінцях).

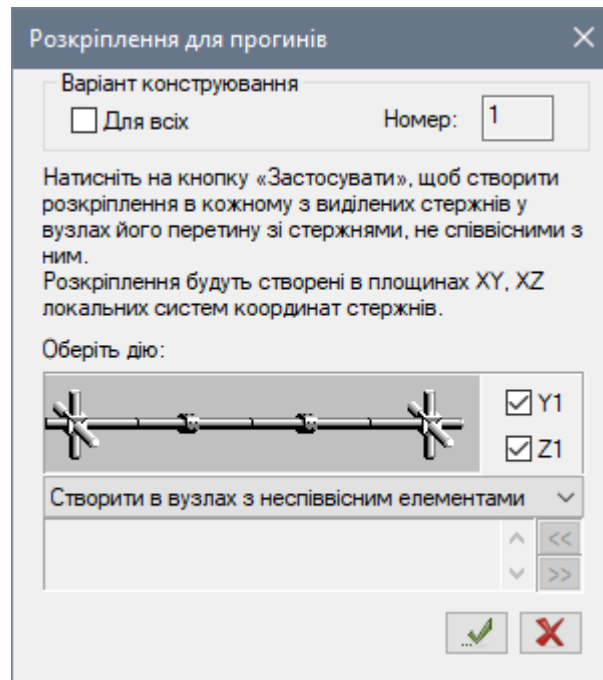



Рис. 3.31. Діалогове вікно Розкріплення для прогинів

- Закрийте діалогове вікно **Розкріплення для прогинів** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

### Етап 13. Генерація таблиці РСН

- Натиснувши на кнопку  – **РСН** (панель **Дод. розрахунки** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** (рис. 3.32).



Так як вид завантаження задавався в діалоговому вікні **Редактор завантажень** (рис. 3.24) таблиця РСН сформувалася автоматично з параметрами, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження. Далі треба тільки змінити параметри для четвертого та п'ятого завантажень, а також задати сполучення.

- В цьому вікні, при вибраних будівельних нормах **СНиП 2.01.07-85\***, для четвертого і п'ятого завантажень після подвійного кліку мишу по комірці **Знакозмінн.** в розкритвному списку задайте **+/-**.

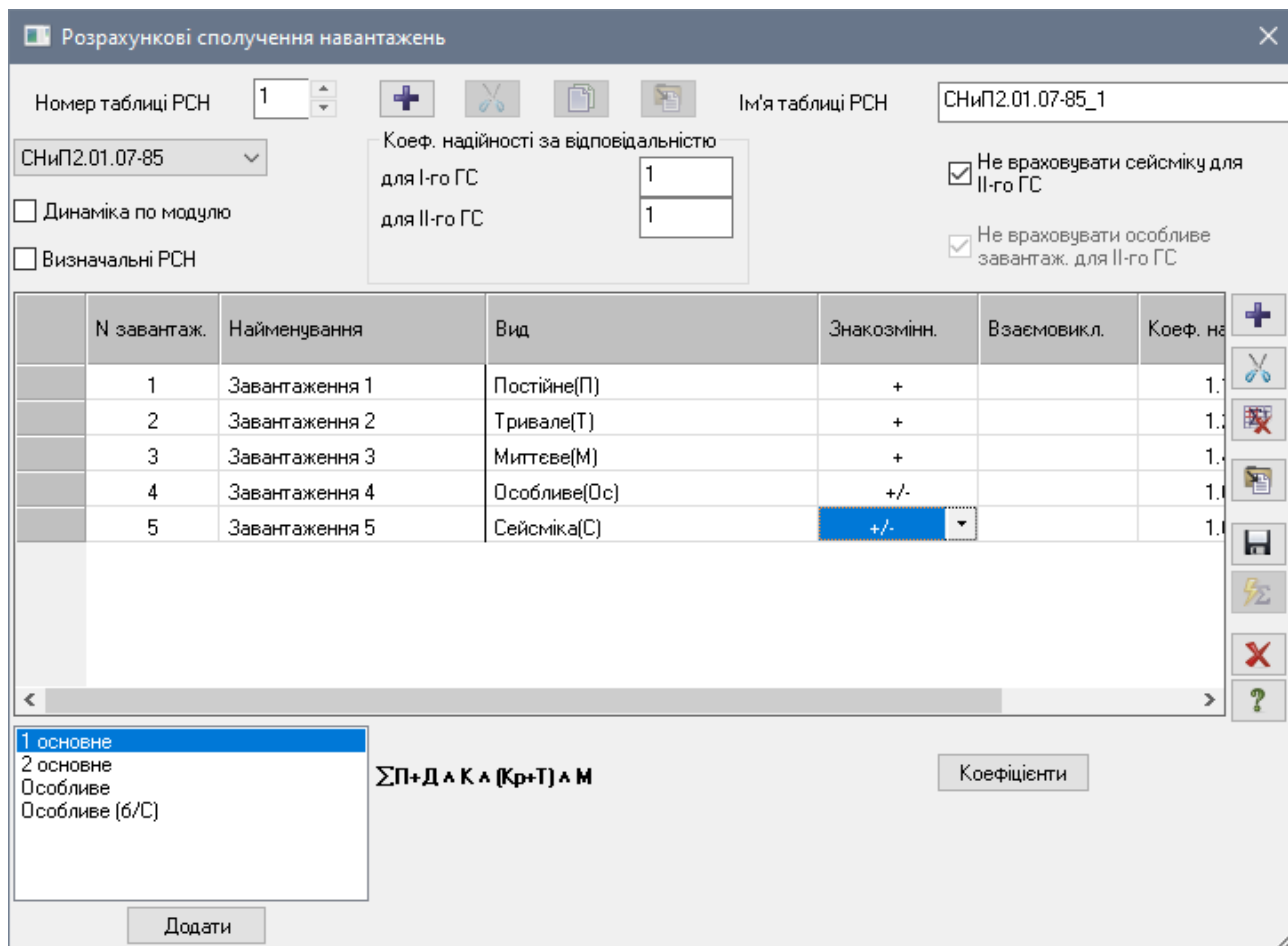



Рис. 3.32. Діалогове вікно Розрахункові сполучення навантажень

- Для задання сполучень виконайте наступні дії:
  - в списку сполучень виділіть рядок **1 основне** і після цього натисніть на кнопку **Додати**;
  - потім в списку сполучень виділіть рядок **2 основне** і після цього натисніть на кнопку **Додати**;
  - далі в списку сполучень виділіть **Особливе** і після цього натисніть на кнопку **Додати**;
  - далі в списку сполучень виділіть **Особливе (б/с)** і після цього натисніть на кнопку **Додати** (в таблиці з'являються стовпчики з величинами коефіцієнтів у відповідності з застосовуваними формулами сполучень по СНиП 2.01.07-85).


- Після цього натисніть на кнопку  - **Зберегти дані**, щоб зберегти всі введені дані.


- Закрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** натиснувши на кнопку  - **Закрити...**



Обчислення розрахункових сполучень навантажень (РСН) проводиться безпосереднім підсумовуванням відповідних переміщень вузлів і зусиль (напружень) в елементах за правилами, встановленими нормативними документами (на відміну від обчислення РСЗ, де в якості критерію для визначення небезпечних сполучень використовуються екстремальні значення напружень в характерних точках перетинів стержневих елементів).

#### Етап 14. Задання параметрів для розрахунку рами на стійкість

- Для виконання розрахунку рами на стійкість від сполучень РСН, відкрийте діалогове вікно **Стойкість** (рис. 3.33) натиснувши на кнопку  - **Стойкість** (панель **Дод. розрахунки** на вкладці **Розрахунок**).

- В цьому вікні задайте наступні параметри:
  - встановіть прапорець **Виконувати розрахунок стійкості**;
  - для вибору виду розрахунку увімкніть радіо-кнопку **За РСН**;
  - в полі **Завантаження** встановіть прапорець **Усі сполучення**;
  - в полі **Кількість обчислюваних форм втрати стійкості** задайте кількість форм рівне **3**.
- Підтвердіть введення даних натиснувши на кнопку  – **Підтвердити**.

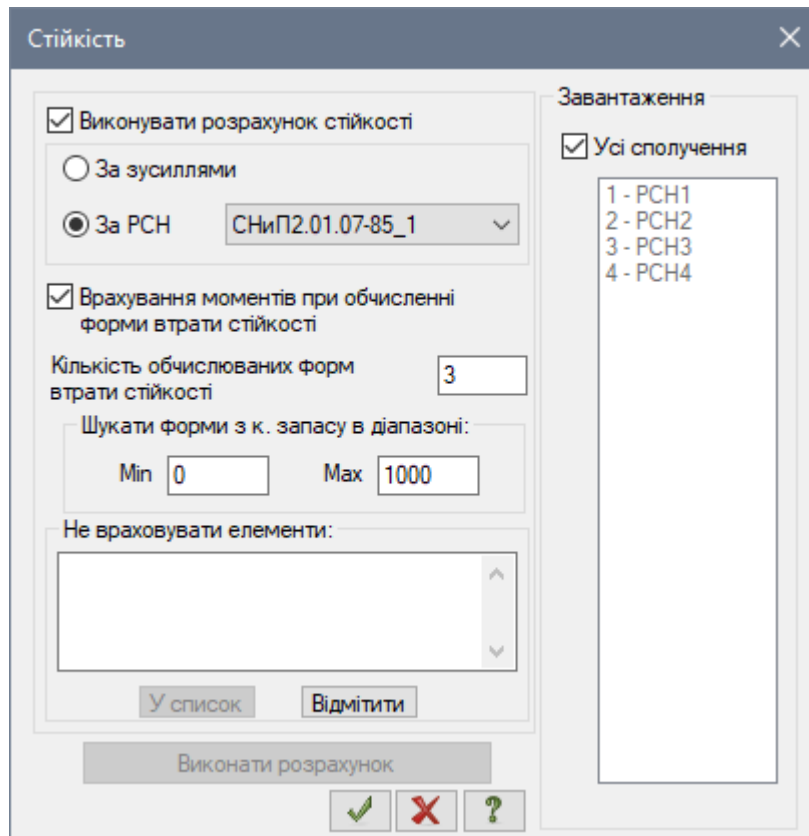



Рис. 3.33. Діалогове вікно **Стойкість**


### Етап 15. Повний розрахунок рами

- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).

### Етап 16. Перегляд і аналіз результатів статичного та динамічного розрахунків



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного та динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

- В режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображується з урахування переміщень вузлів (рис. 3.34). Для відображення схеми без урахування переміщень вузлів, натисніть на кнопку  – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

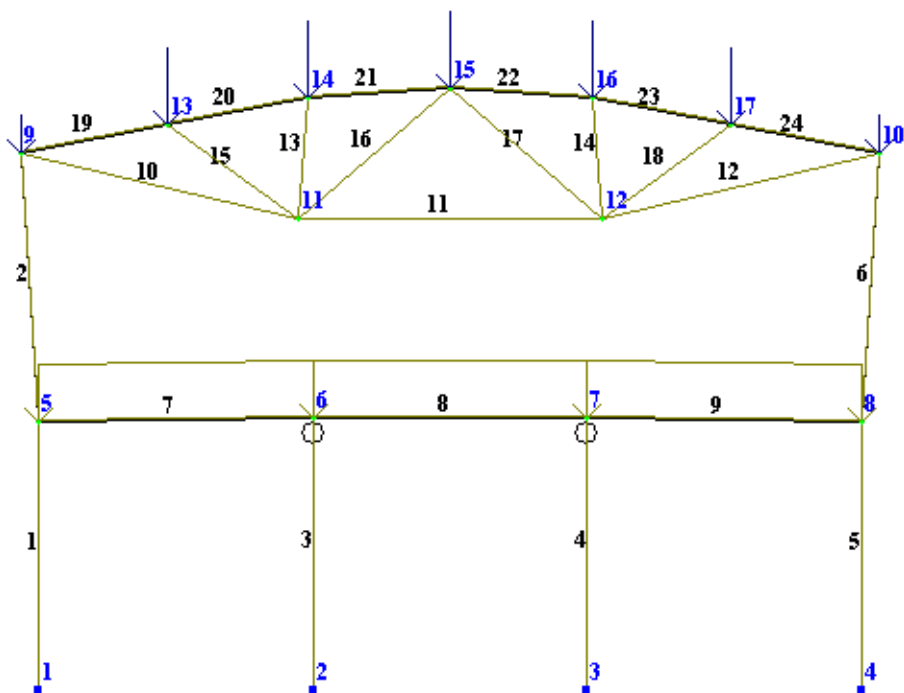



Рис. 3.34. Розрахункова схема з урахуванням переміщень вузлів

#### [Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль](#)

- Виведіть на екран епюру  $M_y$  натиснувши на кнопку  $M_y$  – Епюри  $M_y$  (панель Зусилля в стержнях на вкладці Аналіз).
- Для виводу епюри  $N$  натисніть на кнопку  $N$  – Епюри поєздовжніх сил  $N$  (панель Зусилля в стержнях на вкладці Аналіз).
- Щоб вивести мозаїку зусилля  $N$ , виберіть команду  – Мозаїка зусиль в стержнях в розкритому списку Епюри/мозаїка (панель Зусилля в стержнях на вкладці Аналіз).




#### [Виведення форм коливань конструкції](#)

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






За умовчанням в рядку стану увімкнена опція Застосовувати поточний номер завантаження автоматично і в такому випадку переключення на вибране завантаження відбувається автоматично. У випадку відключення даної опції, для переключення на вибране

завантаження, в рядку стану необхідно натиснути на кнопку  – Застосувати.

- Виведіть першу форму коливань, вибрав команду  – Форми коливань в розкритому списку НДС схеми (панель Деформації на вкладці Аналіз).
- Для відображення форми коливань натисніть на кнопку  – Вихідна схема (панель Деформації на вкладці Аналіз).
- Для виводу третьої форми коливань п'ятого завантаження, в рядку стану в розкритому списку Номер форми (складової, періоду) виберіть рядок відповідний третій формі коливань і натисніть на кнопку  – Застосувати.

[Перегляд анімації третьої форми коливань п'ятого завантаження](#)

- Щоб перейти в режим просторової моделі, відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Просторова модель (3D-графіка)** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- Для перегляду анімації третьої форми коливань п'ятого завантаження, натисніть на кнопку  – **Показати анімацію коливань** (панель **Анімація** на вкладці **3D Вид**).
- В діалоговому вікні **Коливання** (рис. 3.35) натисніть на кнопку  – **Відтворити анімацію**.

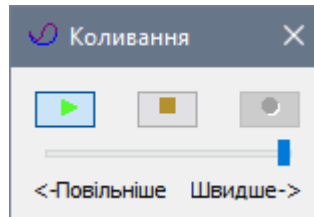






Рис. 3.35. Діалогове вікно Коливання

- Закрийте діалогове вікно **Коливання** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Для повернення в режим візуалізації результатів статичного і динамічного розрахунків, закрийте вікно просторової моделі або натисніть на кнопку  – **Скінченноелементна модель** (панель **Повернення** на вкладці **3D Вид**).

[Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку](#)

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями зусиль в елементах схеми виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- В діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 3.36) виділіть рядок **Періоди коливань**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



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

При встановленні прапорця **Включити таблицю в Книгу звітів** таблиця буде створена тільки в форматі CSV і вставлена в «Книгу звітів». Таблицю, яка знаходиться в «Книзі звітів», можна в подальшому оновлювати у випадку необхідності і верстати в звіт засобами «Книги звітів».

Щоб змінити формат створюваної таблиці, треба в діалоговому вікні **Таблиці** натиснути на кнопку **Інший...** і в діалоговому вікні **Формат таблиць** вибрати необхідний формат і натиснути на кнопку **Підтвердити** (для створення таблиць в текстовому форматі потрібно увімкнути радіо-кнопку **Текстові**. Для створення таблиць у форматі HTML потрібно увімкнути радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний макетувальник» потрібно увімкнути радіо-кнопку **Звіт**).

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

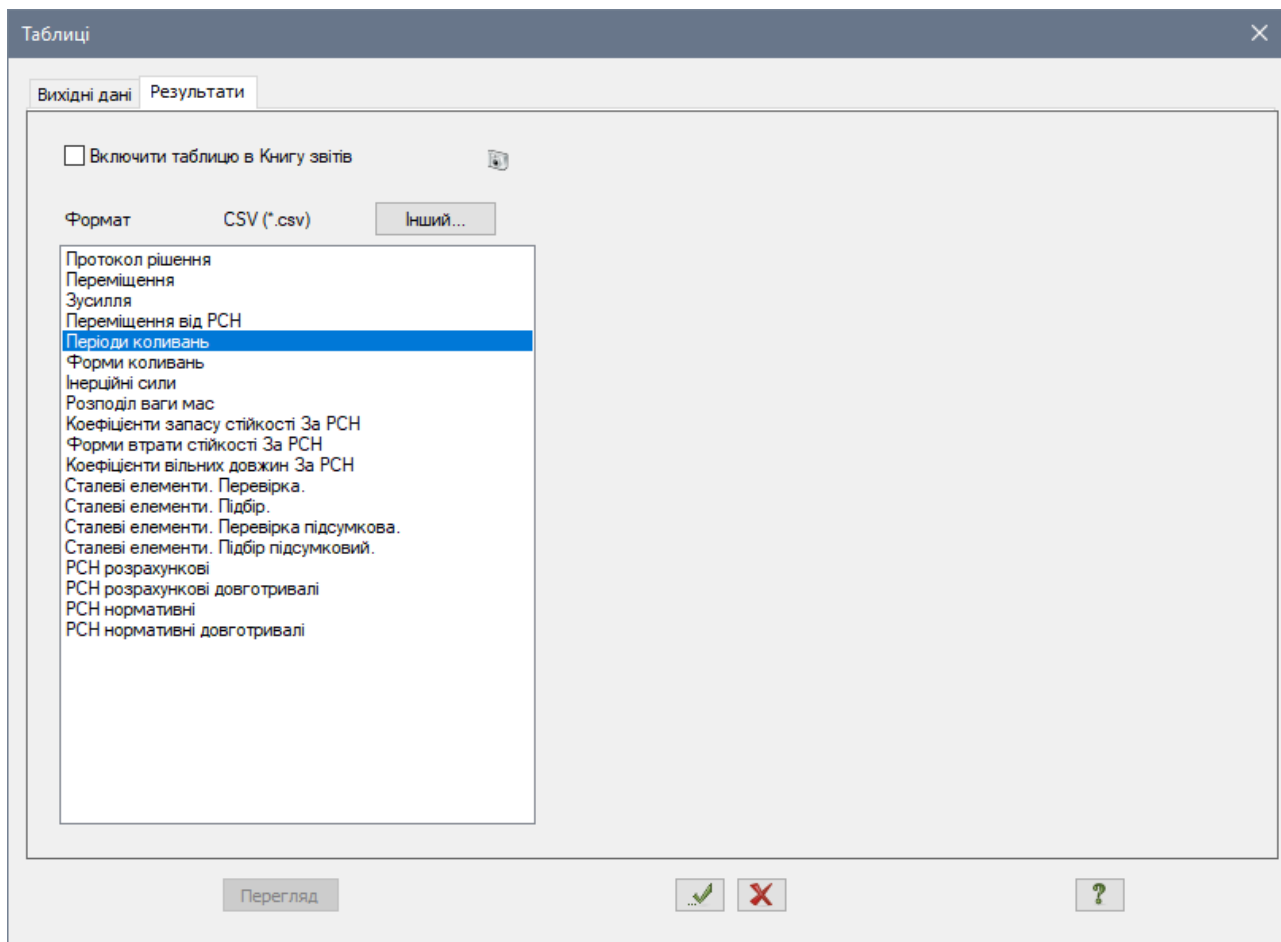








Рис. 3.36. Діалогове вікно Таблиці


- Після аналізу закрийте таблицю натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Для виведення на екран таблиці зі значенням розподілення ваги мас у вузлах розрахункової схеми, в діалоговому вікні **Таблиці** виділіть рядок **Розподіл ваги мас**.
- При активному рядку **Усі завантаження** в полі **Вибір завантажень**, натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно **Таблиці** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

#### [Аналіз результатів розрахунку за РСН](#)





- Для переключення в режим результатів статичного розрахунку, виберіть команду  – **Форма переміщень** в розкритому списку **НДС схеми** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).
- Переключіться на візуалізацію результатів розрахунку за РСН натиснувши на кнопку  – **Перейти до аналізу результатів по РСН** в рядку стану.
- Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль і створення таблиць результатів розрахунку по РСН здійснюється аналогічно описаним раніше діям.
- Для переключення номеру РСН, в рядку стану в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний необхідному сполученню і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



### Створення таблиці коефіцієнтів запасу стійкості

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями коефіцієнтів запасу стійкості, в діалоговому вікні **Таблиці** виділіть рядок **Коефіцієнти запасу стійкості**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

### Аналіз результатів розрахунку рами на стійкість



- Виведіть на екран форму втрати стійкості, вибрав команду  – **Форма втрати стійкості** в розкритому списку **НДС схеми** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).
- Для переключення номеру РСН, в рядку стану в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний потрібному сполученню і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Для виведення наступної форми втрати стійкості, в рядку стану в розкритому списку **Номер форми (складової, періоду)** виберіть рядок відповідний потрібній формі втрати стійкості і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Щоб вивести на екран коефіцієнти вільних довжин, натисніть на кнопку  – **Коефіцієнти по  $L_y$**  (панель **Стійкість** на вкладці **Розширений аналіз**).

### Етап 17. Перегляд і аналіз результатів конструювання





Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів армування здійснюється на вкладці **Сталь** (для стилю стрічкового інтерфейсу **Стрічка Плюс**).

### Виведення на екран мозаїки результатів перевірки призначених перерізів сталевих стержнів

- Щоб переглянути мозаїку результатів перевірки призначених перерізів сталевих стержнів за першим граничним станом, натисніть на кнопку  – **Перевірка, 1ГС** (панель **Максимальні результати по елементам** на вкладці **Сталь**).
- Щоб подивитися мозаїку результатів перевірки призначених перерізів сталевих стержнів за місцевою стійкістю, натисніть на кнопку  – **Перевірка, МУ** (панель **Максимальні результати по елементам** на вкладці **Сталь**).

### Створення таблиці перевірки призначених перерізів

- Відкрийте діалогове вікно **Таблиці** (рис. 3.37), вибрав команду  – **Таблиці результатів для сталі** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Сталь**).
- В цьому вікні виділіть рядок **Сталеві елементи. Перевірка**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати** (для створення таблиць в інших форматах, натисніть на кнопку **Інший**. Для створення таблиць **HTML** треба увімкнути радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць в форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний Макетувальник» треба увімкнути радіо-кнопку **RPT**. Для створення таблиць в форматі Excel треба увімкнути радіо-кнопку **Excel**. Після вибору необхідного формату натисніть на кнопку **Підтвердити**).

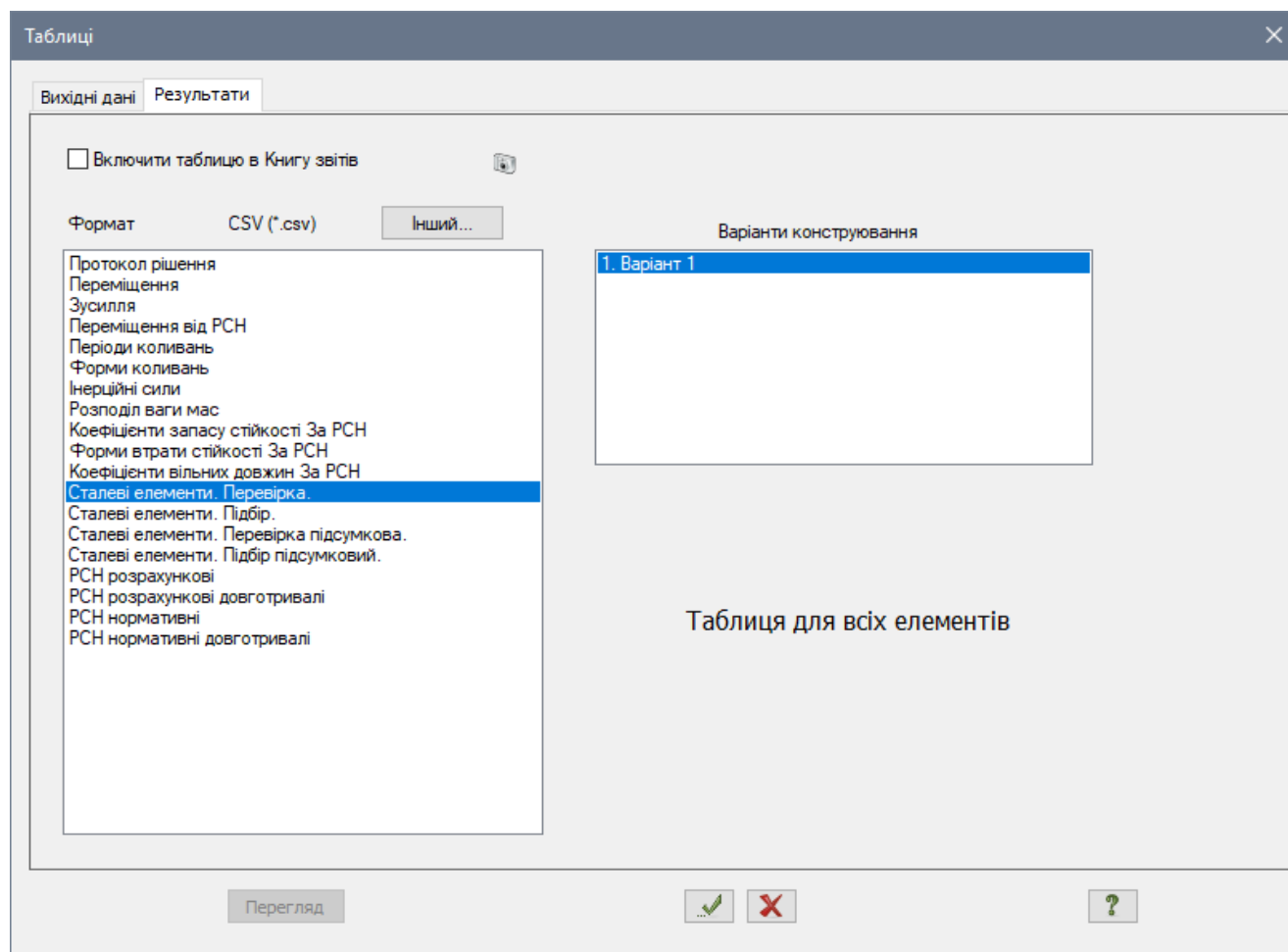




Рис. 3.37. Діалогове вікно Таблиці

- Для того щоб закрити таблицю, натисніть на кнопку  – **Закрити**.

#### [Створення таблиці підбору перерізів](#)

- В діалоговому вікні **Таблиці** виділіть рядок **Сталеві елементи. Підбір**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

## **Приклад 4. Розрахунок просторового каркасу будівлі з фундаментною плитою на пружній основі**

### **Цілі та задачі:**

- продемонструвати процедуру побудови розрахункової схеми;
- продемонструвати процедуру задання пружної основи;
- показати процедуру використання варіантів конструювання;
- показати процедуру підбору арматури для пластинчастих елементів каркасу;
- виконати підбір і перевірку сталевих перетинів стержневих елементів каркасу;
- показати техніку задання навантажень і сейсмічного впливу;
- показати техніку складання таблиць РСЗ і РСН.

### **Вихідні дані:**

Схема каркаса показана на рис. 4.1.

Просторовий каркас с фундаментної плитою на пружній основі з коефіцієнтом пружної основи  $C_1 = 1000 \text{ т/м}^3$ .

Матеріал рами - сталь, матеріал плит і діафрагми залізобетон В30.

Розрахунок проводиться для сітки 18 x 24.

### **Навантаження:**

- завантаження 1 – власна вага;
- завантаження 2 – постійне рівномірно розподілене  $g_1 = 1.5 \text{ т/м}^2$ , прикладене на перекриття 1-го та 2-го поверху;  
постійне рівномірно розподілене  $g_2 = 2 \text{ т/м}^2$ , прикладене на основу;
- завантаження 3 – снігове  $g_3 = 0.08 \text{ т/м}^2$ ;
- завантаження 4 – сейсмічний вплив. Сейсмічність майданчика 7 балів, категорія ґрунту 1.
- Неприятливий напрям сейсмічного впливу - вздовж меншої сторони будівлі.

### **Перерізи елементів рами:**

- балки – двотавр с паралельними гранями полиць типу Б (балковий), профіль 30Б1;
- колони – двотавр с паралельними гранями полиць типу К (колонний), профіль 35К1;
- плити перекриття товщиною 200 мм;
- діафрагма товщиною 300 мм;
- основа - фундаментна плита товщиною 500 мм.

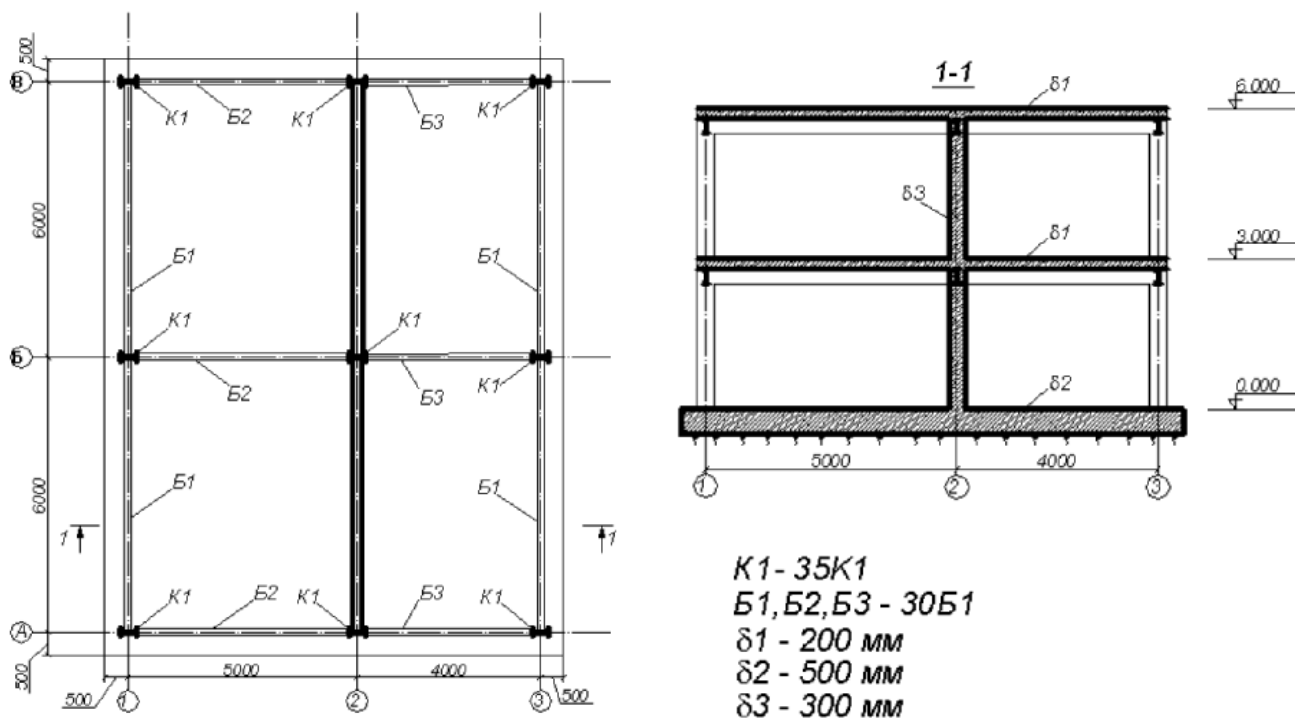




Рис. 4.1. Схема каркаса будівлі

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:  
Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 4.2) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **04\_3D каркас\_пружня основа**;
  - в розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **5 – Шість ступенів свободи у вузлі**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

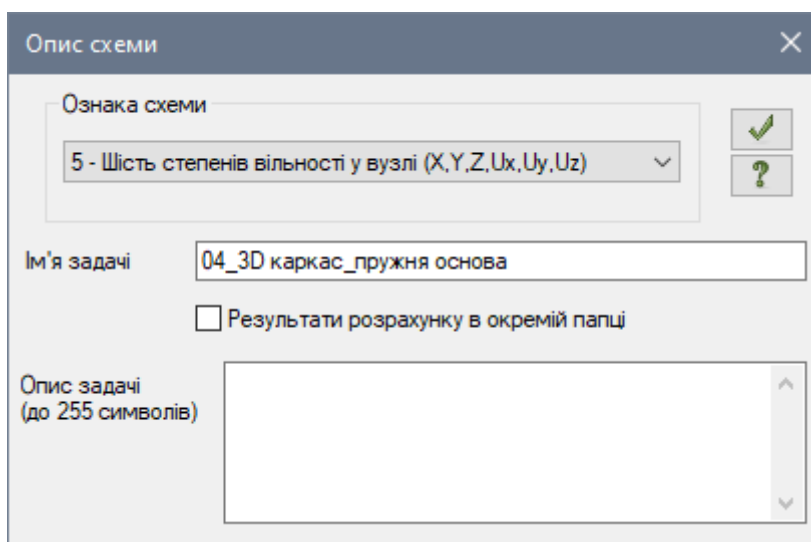




Рис. 4.2. Діалогове вікно Опис схеми



Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в


меню **Програми** в розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкритому

списку **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів 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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми

### Створення просторової рами

➤ Відкрийте діалогове вікно **Просторова рама** натиснувши на кнопку  – **Генерація просторових рам** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).

➤ У цьому діалоговому вікні задайте наступні параметри просторової рами (рис. 4.3):

- Крок уздовж осі X: Крок уздовж осі Y: Крок уздовж осі Z:


L(м)	N	M	L(м)	N	M	L(м)	N	M
5	1	10	6	2	12	3	2	1.
4	1	8						

➤ Далі зніміть прапорець **Накладати закріплення**;

➤ Потім встановіть прапорець **Задати бічні зв'язи** в полі **Параметри фундаментної плити** і задайте наступні параметри в полі **Бічні зв'язи**:

- Ширина зв'язів уздовж X = **0.5** м;
- Кількість КЕ уздовж X = **1**;
- Ширина зв'язів уздовж Y = **0.5** м;
- Кількість КЕ уздовж Y = **1**.

➤ Решта параметрів приймаються за умовчанням.

➤ Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

Просторова рама

Вказати курсором

X  м

Y  м

Z  м

Створювати плити перекриття і розбивати стержні

Створити фундаментну плиту

Використати параметри розбивки плити перекриття

Накладати закріплення

X  Y  Z

UX  UY  UZ

Кут повороту відносно осі Z

X			Y			Z		
Значення	Кількість	Розбивка	Значення	Кількість	Розбивка	Значення	Кількість	Розбивка
L(м)	N	M	L(м)	N	M	L(м)	N	M
5.00	1	10	6.00	2	12	3.00	2	1
4.00	1	8						

Параметри фундаментної плити

Крок розбивки уздовж  м

Крок розбивки уздовж  м

Задати бічні звиси

Перетинати з іншими КЕ

Бічні звиси

Ширина звисів уздовж X  м



Кількість КЕ уздовж X

Ширина звисів уздовж Y  м

Кількість КЕ уздовж Y

Рис. 4.3. Діалогове вікно Просторова рама

#### [Виведення на екран номерів вузлів](#)

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- В діалоговому вікні **Показати** (рис. 4.4) перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номера вузлів**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

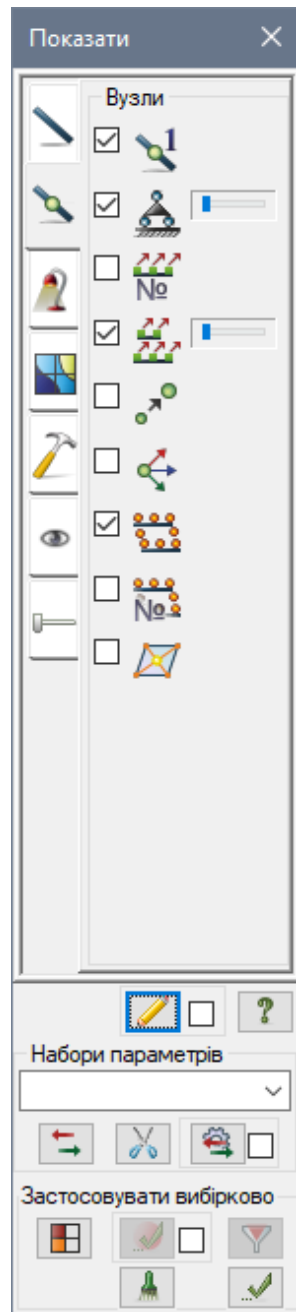




Рис. 4.4. Діалогове вікно Показати

#### Створення діафрагми

- Відкрийте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей** на закладці **Генерація балки-стінки**, вибрав команду  – **Генерація балки-стінки** в розкритому списку **Генерація регулярних фрагментів та сітей** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
  - В цьому діалоговому вікні в полі **Кут повороту відносно осі Z** введіть значення **90** градусів.
  - Вкажіть курсором вузол № 11 (вузол забарвився в малиновий колір і в діалоговому вікні відобразилися його координати).
  - В таблиці діалогового вікна (рис. 4.5) задайте параметри діафрагми:
    - Крок вздовж першої осі: Крок вздовж другої осі:

L(m) N	L(m) N
0.5 24	0.5 12.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



Так як в діалоговому вікні **Створення плоских фрагментів та сітей** встановлено прапорець **Перетинати з іншими КЕ**, то поділ стержневих елементів колон в місці розташування діафрагми проводиться з тим же кроком КЕ, як і в діафрагмі.

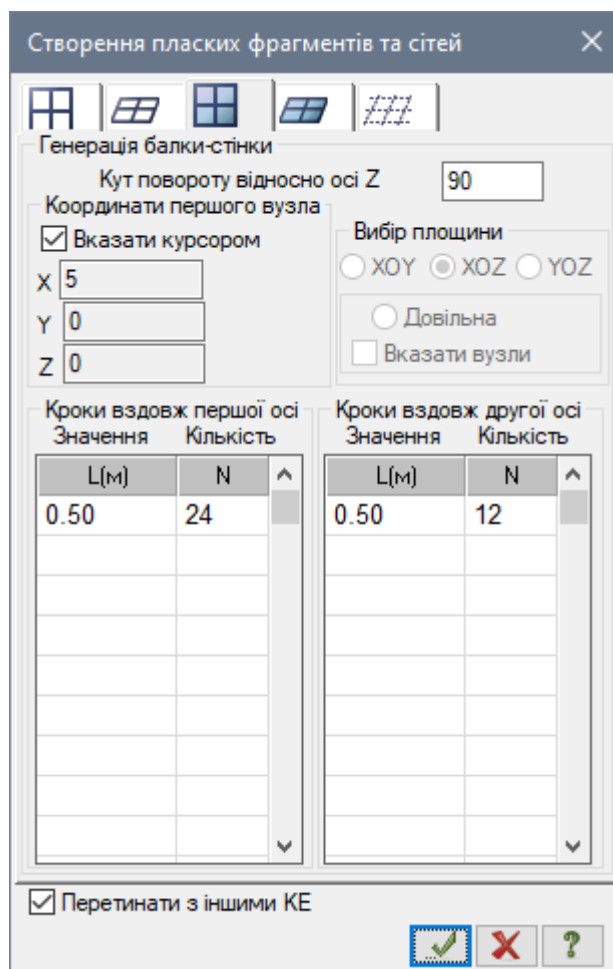





Рис. 4.5. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів та сітей

#### Відключення відображення номерів вузлів на розрахунковій схемі

- Зніміть прапорець **Номера вузлів** в діалоговому вікні **Показати**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.



#### Корегування схеми

- Перейдіть в проекцію на площину XOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсора ("рамки вибору") виділіть тільки елементи балок, які знаходяться в тілі діафрагми (виділені елементи забарвлюються в червоний колір, має виділитися 48 кінцевих елементів).





Відмітка елементів виконується за допомогою одиночної вказівки курсором або розтягуванням навколо потрібних елементів "рамки вибору".

- Перейдіть в диметричну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.
- Натиснувши на кнопку  – **Видалення вибраних об'єктів** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**) видаліть виділені елементи.

#### Упаковка схеми



- Натиснувши на кнопку  – **Упаковка схеми** (панель **Редагування** на вкладці **Створення і редагування**) відкрийте діалогове вікно **Упаковка** (рис. 4.6).
- В цьому вікні натисніть на кнопку  – **Застосувати** (Упаковка схеми проводиться для зшивання співпадаючих вузлів та елементів, а також для безповоротного виключення з розрахункової схеми видалених вузлів та елементів).

Рис. 4.6. Діалогове вікно Упаковка

На рис. 4.7 представлена отримана розрахункова схема.

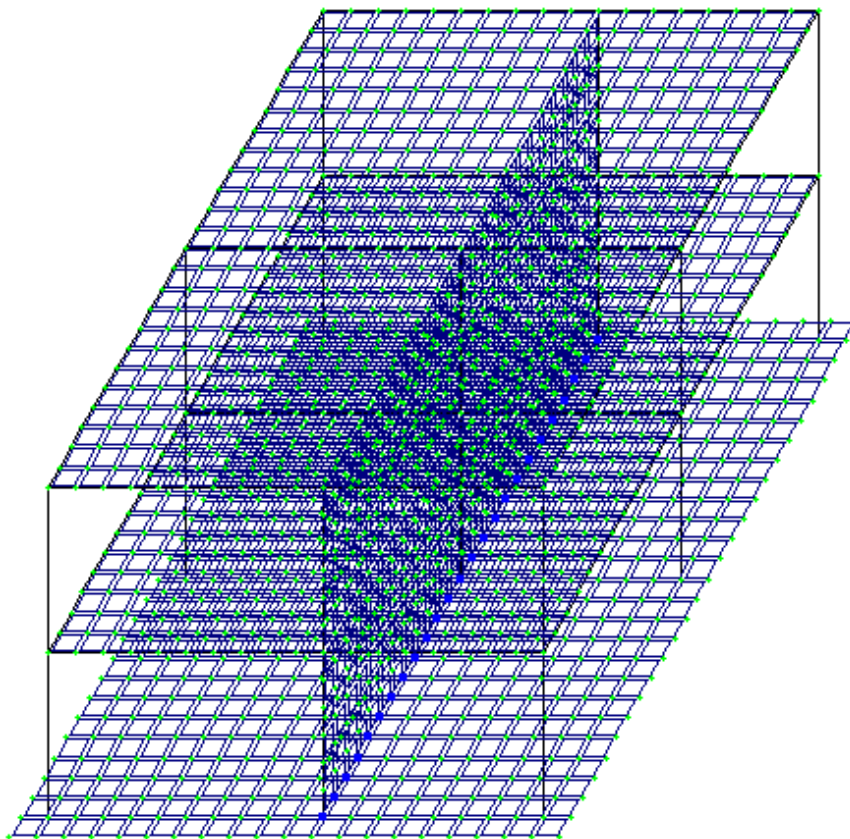


Рис. 4.7. Розрахункова схема каркаса

#### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт







**Зберегти** (кнопка на панелі швидкого доступу).

- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **04\_3D каркас\_пружня основа**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

#### **Етап 3. Задання варіантів конструювання**

##### Створення першого варіанта конструювання

- Відкрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 4.8) натиснувши на кнопку  – **Варіанти конструювання схеми** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення і редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання:
  - в списку **Розрахунок перерізів по:** увімкніть радіо-кнопку **PC3**;
  - для вибору таблиці PC3 натисніть на кнопку  – **Додати/Редагувати таблицю PC3**;
  - в діалоговому вікні **Розрахункові сполучення зусиль** натисніть на кнопку  – **Підтвердити**;
  - решта параметрів діалогового вікна **Варіанти конструювання** приймаються за умовчанням.
- Після цього в діалоговому вікні **Варіанти конструювання** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

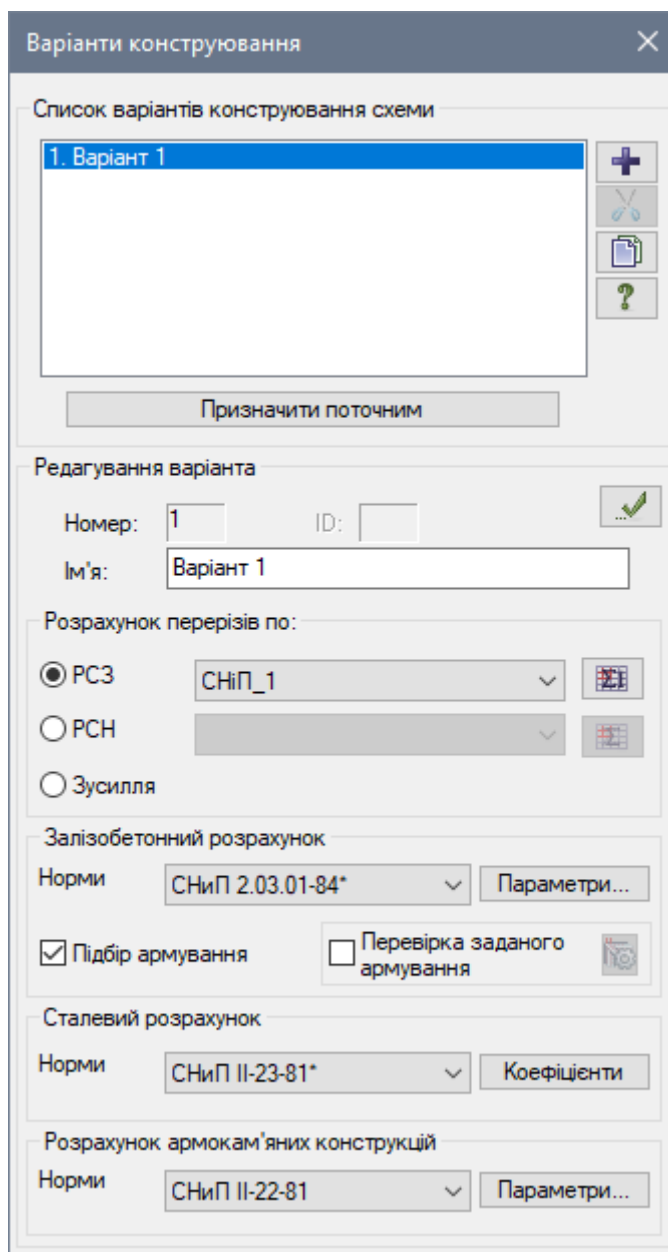



Рис. 4.8. Діалогове вікно Варіанти конструювання



Для створення нового варіанту конструювання необхідно натиснути кнопку  – **Створити новий варіант конструювання** (за умовчанням всі параметри нового варіанту конструювання отримують значення, задані в діалоговому вікні **Параметри розрахунку** на відповідних закладках).







Після цього необхідно задати наступні параметри:

- ім'я варіанту конструювання;
- норми для залізобетонного та сталевих розрахунків;
- вид розрахунку перерізів (РСЗ, РСН або Зусилля).

Введення даних для варіанту конструювання проводиться натисканням на кнопку  – **Застосувати**.


Натискання на кнопку **Призначити поточним** або подвійне натиснення на рядок **Список варіантів конструювання схеми** робить обраний варіант активним в графічному середовищі. Вибір матеріалів для варіанту конструювання відбувається в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** (рис. 4.9, а).

### Створення другого варіанту конструювання схеми

- Для створення другого варіанту конструювання натисніть на кнопку  – **Створити новий варіант конструювання схеми.**
- Далі задайте параметри для другого варіанту конструювання схеми:
  - в розкритому списку для сталевих розрахунків **Норми** виберіть рядок **ДБН В.2.6-198:2014**;
  - в списку **Розрахунок перерізу по:** увімкніть радіо-кнопку **РСН**;
  - для вибору таблиці РСН натисніть на кнопку  – **Додати/Редагувати таблицю РСН**;
  - в діалоговому вікні **Розрахункові сполучення навантажень** в розкритому списку виберіть будівельні норми **ДБН В.1.2-2:2006**. Після цього натисніть по кнопках  – **Зберегти дані** та  – **Вихід**;
  - решта параметрів діалогового вікна **Варіанти конструювання** приймаються за умовчанням.
- Після цього в діалоговому вікні **Варіанти конструювання** натисніть на кнопку  – **Застосувати.**
- Для призначення поточним першого варіанту конструювання, в списку варіантів конструювання схеми виділіть рядок **Варіант1** і натисніть на кнопку **Призначити поточним.**
- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натиснувши на кнопку  – **Закрити.**

### **Етап 4. Задання параметрів жорсткості і параметрів матеріалів елементам схеми**

#### Формування типів жорсткості

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 4.9,а).
- В цьому вікні натисніть на кнопку **Додати** та в діалоговому вікні **Додати жорсткість** (бібліотеці характеристик жорсткості) виберіть другу закладку **База металевих перерізів** (рис. 4.9,б).
- Виберіть подвійним натисканням миші на елементі графічного списку тип перерізу **Двотавр**.

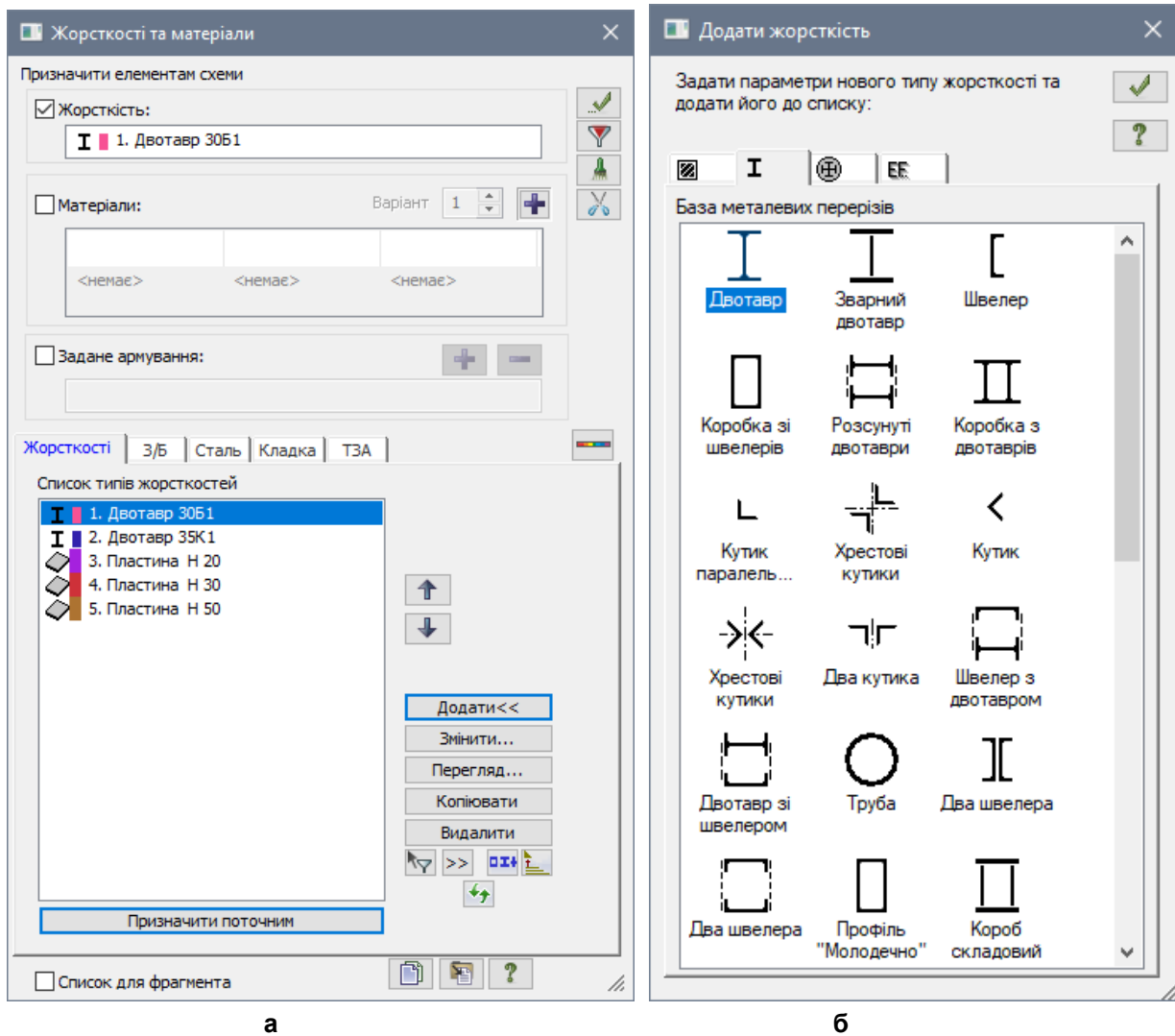


Рис. 4.9. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість

- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** (рис. 4.10) задайте параметри перерізу **Двотавр** (для балок):
  - в розкритому списку – Профіль спочатку виберіть позицію – **Двотаври сталеві гарячекатані з паралельними гранями полиць. Нормальні двотаври**;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профілю – **30Б1**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

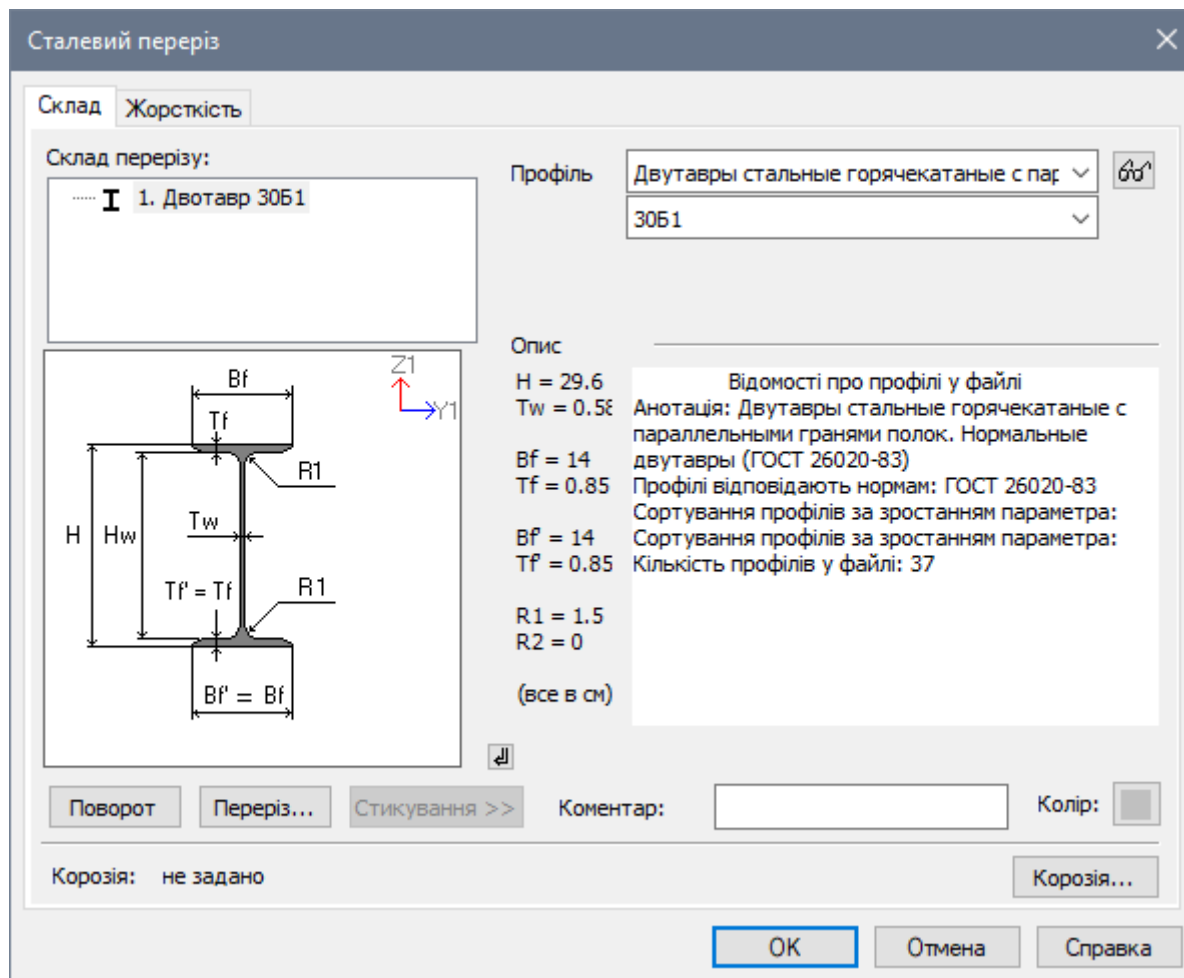



Рис. 4.10. Діалогове вікно Сталевий переріз

- Ще раз подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Двотавр**.
- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** задайте параметри перерізу **Двотавр** (для колон):
  - в розкритому списку – **Профіль** спочатку виберіть позицію – **Двотаври сталеві гарячекатані з паралельними гранями полиць. Колонні двотаври**;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профілю – **35К1**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.
- Далі в діалоговому вікні **Додати жорсткість** перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості.
- Подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Пластини**.
- У вікні **Задання жорсткості для пластин** (рис. 4.11) задайте параметри перерізу **Пластини** (для плити перекриття):
  - модуль пружності –  $E = 3e6 \text{ т/м}^2$  (при англійській розкладці клавіатури);
  - коеф. Пуассона –  $\nu = 0.2$ ;
  - товщина –  $H = 20 \text{ см}$ ;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.75 \text{ т/м}^3$ .
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

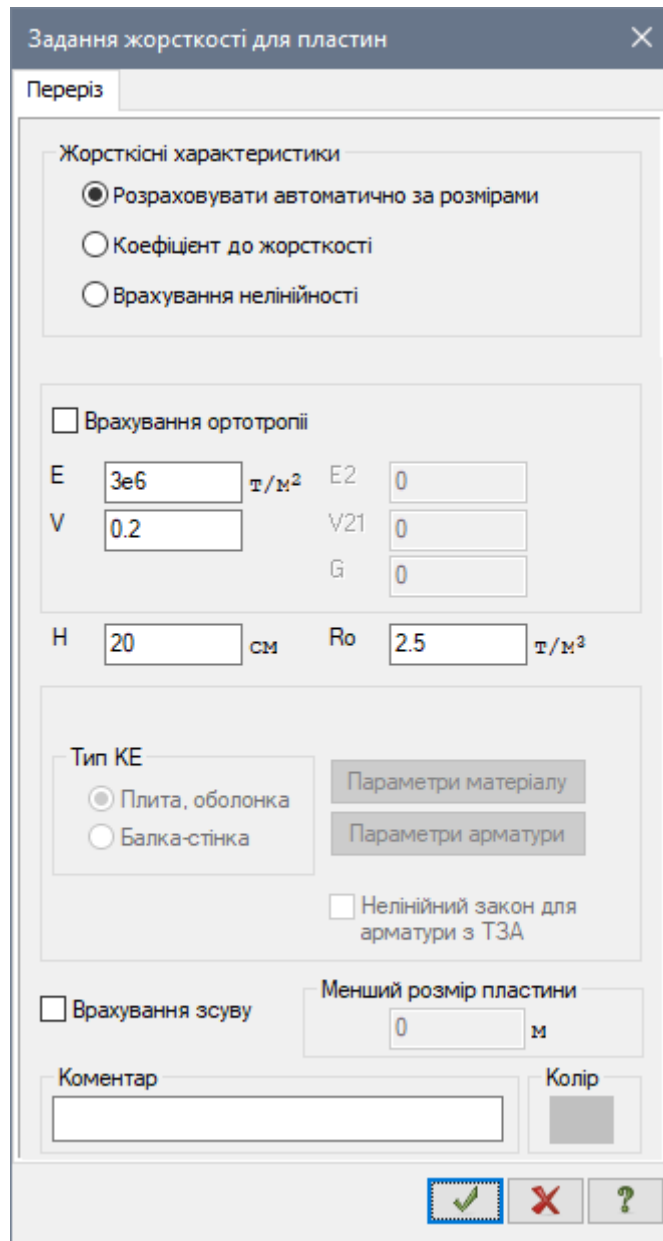





Рис. 4.11. Діалогове вікно Задання жорсткості для пластин

- Ще раз подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Пластини**.
- В діалоговому вікні **Задання жорсткості для пластин** задайте параметри для діафрагми жорсткості:
  - товщина – **H** = 30 см;
  - решта параметрів приймаються як для попередньої жорсткості.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Ще раз подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Пластини**.
- В діалоговому вікні **Задання жорсткості для пластин** задайте параметри для фундаментної плити:
  - товщина – **H** = 50 см;
  - решта параметрів приймаються як для попередньої жорсткості.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для того щоб приховати бібліотеку характеристик жорсткості, в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть на кнопку **Додати**.

### Задання матеріалів для залізобетонних конструкцій

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на другу закладку **З/Б (Задання параметрів для залізобетонних конструкцій)**.
- При увімкненій радіо-кнопці **Тип** натисніть на кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій** (рис. 4.12), в якому виберіть перший рядок в списку **ТИП: ПЛАСТИНА** і після цього в правій частині вікна задайте наступні параметри для пластинчатих елементів:
  - в рядку **Назва** задайте **Оболонки**;
  - в розкривному списку **Вид розрахунку** виберіть рядок **Оболонка**;
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього виберіть перший рядок в списку **БЕТОН** і в правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - в розкривному списку **Клас бетону** виберіть рядок **В30**;
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.
- Далі виберіть перший рядок в списку **АРМАТУРА** і в правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - в розкривному списку **Поперечна арматура** виберіть рядок **A-I**;
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

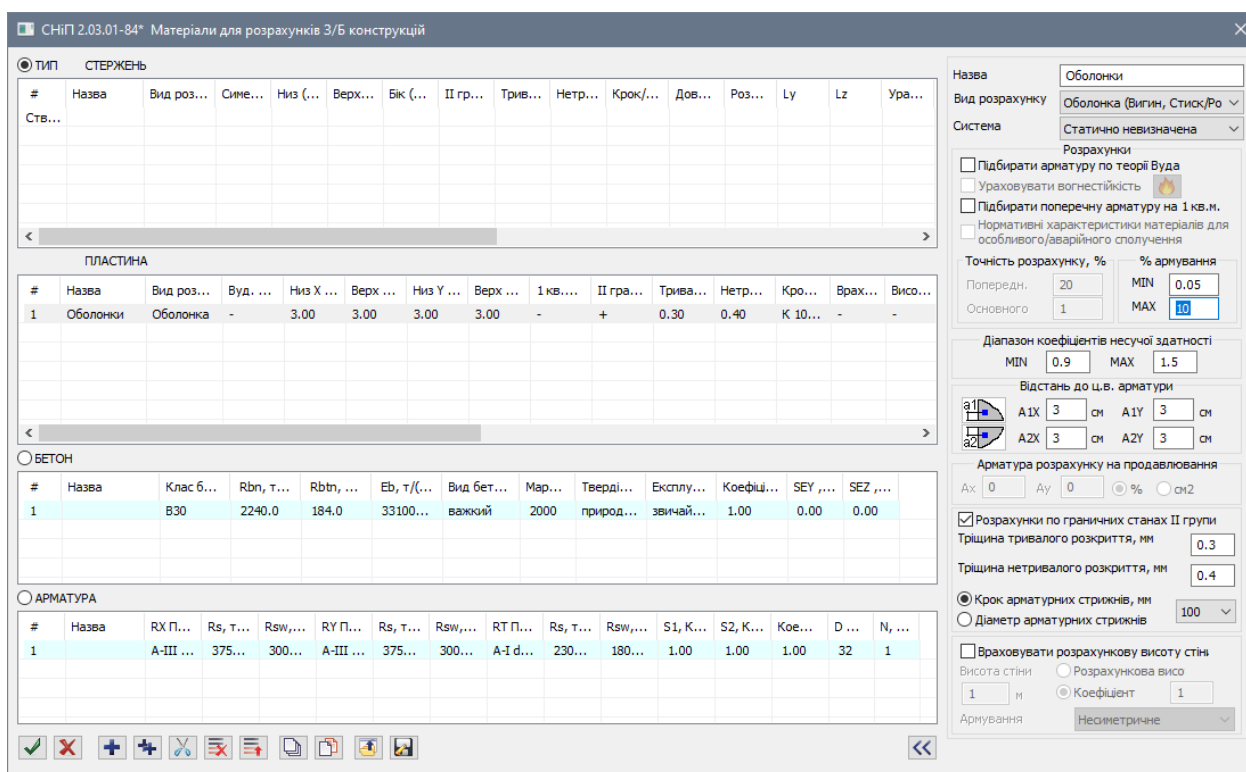


Рис. 4.12. Діалогове вікно Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій



При використанні декількох варіантів конструювання перемикання на інший варіант конструювання здійснюється в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** (рис. 4.9, а) за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** (при встановленому прапорці **Матеріали**.)

Для кожного варіанта конструювання задаються свої параметри матеріалів.

Для створення нового варіанту конструювання необхідно натиснути кнопку  –



**Створити новий варіант конструювання схеми.** Після цього відкриється діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 4.8), в якому потрібно задати всі необхідні параметри для нового варіанту конструювання.

#### Задання матеріалів для першого варіанту конструювання сталевих конструкцій

- Перед тим як приступити до задання матеріалів для сталевих конструкцій, в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** в списку типів жорсткостей (на першій закладці **Жорсткості**) виділіть курсором тип жорсткості **1. Двотавр 30Б1** та натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому обраний тип записується в рядку редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточний тип жорсткості подвійним натисканням по рядку списку).
- Після цього для задання матеріалів для сталевих конструкцій, в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть по третій закладці **Сталь (Задання параметрів для сталевих конструкцій)**.
- Далі увімкніть радіо-кнопку **Матеріал** і натисніть на кнопку **Додати**.
- На екрані з'явиться діалогове вікно **Параметри** (рис. 4.13), в якому задайте наступні параметри матеріалів:
  - в розкритому списку **Таблиця сталей** виберіть рядок виберіть **Стали по СНиП II-23-81\*, фасон;**
  - в розкритому списку **Сталь** виберіть клас сталі **ВСт3пс6;**
  - в рядку **Коментар** задайте **Варіант1.**
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

Номер	1
Коментар	Варіант 1
Набір параметрів	Точна відповідність
<b>Переріз</b>	
Таблиця сталей	Марки стали по СНиП II-23-81*, фас...
Сталь	ВСт3пс6
Скорочений сортамент	Hi

**Коментар**  
Довільний текст, що характеризує цей набір матеріалів, що присвоюються елементам розрахункової схеми

ОК      Скасувати

Рис. 4.13. Діалогове вікно Параметри

- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** увімкніть радіо-кнопку **Додаткові характеристики** і натисніть на кнопку **Додати**.
- В новому вікні **Параметри** (рис. 4.14) задайте параметри для балок:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Балка;**
  - в полі **Коментар** задайте **Балки;**
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

Параметри	
Норми проектування	СНИП II-23-81*
Номер	1
Коментар	Балки
<b>Тип елемента</b>	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input type="radio"/>
<b>Балка</b>	<input checked="" type="radio"/>
<b>Коефіцієнти умов роботи та надійності</b>	
Ус стійкості	0.95
Ус міцності	1
Уп*	1
<b>Розрахунок здійснюється</b>	
в межах пружності	<input checked="" type="radio"/>
з урахуванням пластичності	<input type="radio"/>
Чистий згин	<input type="checkbox"/>
<b>Ребра жорсткості</b>	
встановлювати ребра	<input type="checkbox"/>
крок ребер, м	0
<b>Розрахунок за прогином</b>	
Довжина прольоту L, м	Авто
Максимально допустимий прогин	1/400
Консоль	<input type="checkbox"/>
<b>Дані для розрахунку на загальну стійкість</b>	
Lef b, м	0
використовувати коефіцієнти довжини	<input type="checkbox"/>
<p><b>Балка</b>                      Тип елемента визначає, які зусилля будуть використовуватися в сталевому розрахунку:                      Фермовий - тільки осьові зусилля (N);                      Балка - тільки згинальні зусилля (My, Mz, Qz, Qy, Mw);                      Колона - тільки осьові і згинальні зусилля (N, My, Mz, Qz, Qy, Mw);                      Канат - тільки осьове розтягуюче зусилля (N+).                      Решта зусиль в сталевому розрахунку не враховуються.                      Mw враховується тільки в розрахунку по СП 16.13330.2017</p>	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Скасувати"/>	

Рис. 4.14. Діалогове вікно Параметри (для балок)

- Ще раз натисніть на кнопку **Додати** в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали**.
- В новому вікні **Параметри** (рис. 4.15) задайте параметри для колон:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Колона**;
  - в полі **Розрахункові довжини** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини відносно осі Z1 **Kz = 1**;
  - коефіцієнт довжини відносно осі Y1 **Ky = 1**;
  - коефіцієнт довжини для розрахунку Фб **Kb = 0.85**;
  - в полі **Коментар** задайте **Колони**;
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **OK**.

Параметри	
Норми проектування	СНиП II-23-81*
Номер	2
Коментар	Колони
<b>Тип елемента</b>	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input checked="" type="radio"/>
Балка	<input type="radio"/>
<b>Коефіцієнти умов роботи та надійності</b>	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Уп*	1
<b>Гранична гнучкість</b>	
основна колона	<input checked="" type="radio"/>
неосновна колона	<input type="radio"/>
інша	<input type="radio"/>
На стиск	180-60а
На розтяг	300
<b>Розрахунок здійснюється</b>	
в межах пружності	<input checked="" type="radio"/>
з урахуванням пластичності	<input type="radio"/>
<b>Розрахункові довжини</b>	
Kz	1
Ky	1
Kb	0.85
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Коментар</b>	
Довільний текст, що характеризує цей набір додаткових характеристик	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Скасувати"/>	



Рис. 4.15. Діалогове вікно Параметри (для колон)

Задання матеріалів для другого варіанту конструювання сталевих конструкцій

- В діалоговому вікні **Жорсткість і матеріали** встановіть прапорець **Матеріали** в полі **Призначити елементам схеми**.
- Для переключення на другий варіант конструювання, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанта конструювання схеми** переключіться на номер варіанта конструювання **2**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** при увімкненій радіо-кнопці **Додаткові характеристики** натисніть на кнопку **Додати**.
- В новому вікні **Параметри** задайте параметри для балок:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Балка**;
  - в полі **Коментар** задайте **Балки**;
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.
- Ще раз натисніть на кнопку **Додати** в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали**.



- В новому вікні **Параметри** задайте параметри для колон:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Колона**;
  - в полі **Розрахункові довжини** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини відносно осі Z1 **Kz = 1**;
  - коефіцієнт довжини відносно осі осі Y1 **Ky = 1**;
  - коефіцієнт довжини для розрахунку Фb **Kb = 0.85**;
  - в полі **Коментар** задайте **Колони**;
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** увімкніть радіо-кнопку **Матеріал** і натисніть по кнопці **Додати**.
- В новому вікні **Параметри** задайте параметри матеріалів:
  - в розкритому списку **Таблиця сталей** виберіть рядок виберіть **Сталь, фасон (ДБН В.2.6-198:2014)**;
  - в розкритому списку **Сталь** виберіть клас сталі **S245**;
  - в рядку **Коментар** задайте **Варіант2**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.










#### Призначення жорсткостей і матеріалів елементам схеми

- В діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** увімкніть радіо-кнопку **Додаткові характеристики** і виділіть курсором рядок **3. Балки**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому обраний тип додаткових характеристик записується в рядку редагування **Матеріали** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточний тип додаткових характеристик подвійним клацанням по рядку списку).
- При активній кнопці  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору** за допомогою курсора виділіть всі горизонтальні елементи схеми (виділені елементи забарвлюються в червоний колір).
- В діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- На екрані з'явиться діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть на кнопку **Ні** (з елементів знімається виділення. Це свідчить про те, що виділеним елементам присвоєна поточна комбінація жорсткості і матеріалу).



*Один і той самий матеріал може бути призначений елементам розрахункової схеми одночасно з декількома типами жорсткостей для сталевих конструкцій. Призначити поточний матеріал виділеним елементам схеми можливо лише в тому випадку, якщо він сумісний з поточною жорсткістю. В іншому випадку, призначити матеріали буде неможливо, про що буде видано відповідне попередження.*

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення горизонтальних стержневих елементів.
- В діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** увімкніть радіо-кнопку **Додаткові характеристики** і виділіть курсором рядок **4. Колони**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть по першій закладці **Жорсткості** і в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2. Двотавр 35К1**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.

- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- Для переключення на перший варіант конструювання, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанта конструювання схеми** переключіться на номер варіанта конструювання **1**.
- Щоб призначити матеріали сталевих конструкцій для першого варіанту конструювання, зніміть прапорець **Жорсткість** в поле **Призначити елементам схеми**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** в списку матеріалів для сталевих конструкцій виділіть курсором рядок **1. Варіант1**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Далі в списку додаткових характеристик для сталевих конструкцій виділіть курсором рядок **2. Колони**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.
  
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вертикальних стержневих елементів.
  
- В діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** в списку додаткових характеристик для сталевих конструкцій виділіть курсором рядок **1. Балки**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі горизонтальні елементи.
  
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть кнопку **Ні**.
  
- Щоб призначити матеріали залізобетонним конструкціям для першого варіанту конструювання натисніть по першій закладці **Жорсткості**.
- Далі в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **3. Пластина Н 20**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Після цього в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть по другій закладці **з/Б** (при цьому в списку поточних матеріалів повинні бути встановлені в якості поточних: тип – **1.Оболонка**, клас бетону – **1.В30** і клас арматури – **1.А-III**).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка блоку** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Вкажіть курсором на будь-який елемент плити перекриття першого або другого поверху.
  
- В діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть на кнопку **ОК**.
  
- Зніміть виділення з елементів клацанням по кнопці  – **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Призначте поточним тип жорсткості **4. Пластина Н 30**.
  
- Для виділення діафрагми, клацанням по кнопці  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** відкрийте діалогове вікно **ПоліФільтр**.
- У цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів** (рис. 4.16).
- Далі встановіть прапорець **За видом KE** і в розкритому списку виберіть рядок **Чотиривузлові KE (пластини)**.
- Після цього встановіть прапорець **За орієнтацією KE** і увімкніть радіо-кнопку **YOZ**.
  
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.

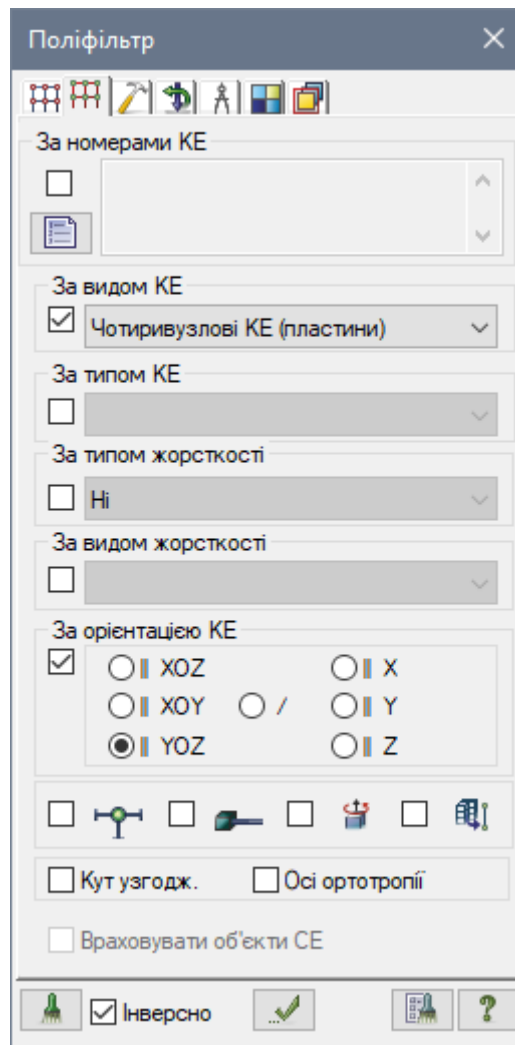




Рис. 4.16. Діалогове вікно ПоліФільтр

- Призначте поточним тип жорсткості **5. Пластина Н 50**.
- При активній кнопці  – **Відмітка блоку** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**, вкажіть курсором на будь-який елемент фундаментної плити.
- В діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.

#### Етап 5. Задання параметрів пружної основи




- При активній кнопці  – **Відмітка блоку** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**, вкажіть курсором на будь-який елемент фундаментної плити.
- Клацанням по кнопці  – **Коефіцієнти пружної основи С1, С2** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Задання коеф. С1 і С2** (рис. 4.17).
- В цьому вікні, при встановленому прапорці **Пластини** і ввімкненою радіо-кнопкою **Призначити**, для завдання коефіцієнтів пружної основи в полі **С1z** введіть значення коеф. жорсткості пружної основи на стиск **С1z = 1000 т/м³**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.


Рис. 4.17. Діалогове вікно Задання коеф. C1 і C2

#### Етап 6. Задання граничних умов



Щоб уникнути геометричній змінюваності в площині XOY, на фундаментну плиту накладаємо додаткові граничні умови.

#### Виділення вузлів

- В діалоговому вікні **Поліфільтр** перейдіть на останню закладку **Перерізи та відсікання** (рис. 4.18).
- У цьому вікні для вибору січної площини увімкніть радіо-кнопку **YOZ** (за умовчанням встановлені прапорці **Вузли** та **Елементи** в полі **Включити**, увімкнена радіо-кнопка **Перетин площиною** в полі **Вибір режиму**, а також встановлений прапорець **Вказати вузол площини**).
- Вкажіть курсором будь-який вузол стикування діафрагми з фундаментної плити (вузол забарвлюється в чорний колір).
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

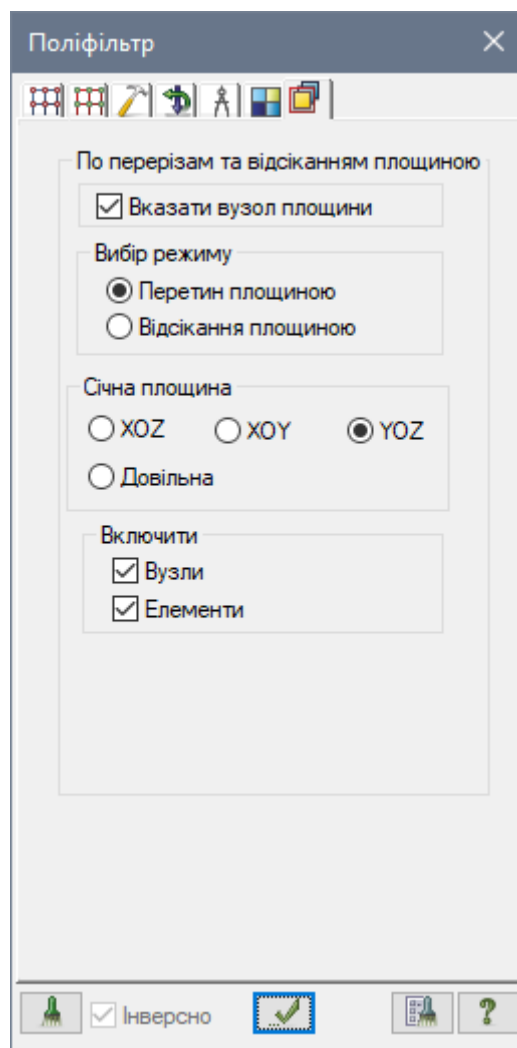







Рис. 4.18. Діалогове вікно ПоліФільтр (вкладка Перерізи та відсікання)

- Для відображення на екрані тільки відмічених вузлів і елементів схеми, виконайте фрагментацію натиснувши на кнопку  – **Фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Для представлення розрахункової схеми в проекції на площину YOZ, натисніть на кнопку  – **Проекція на YOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Після натискання на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору** за допомогою курсора виділіть вузли стиковки діафрагми з фундаментною плитою.

#### Задання граничних умов

- Натиснувши на кнопку  – **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення і редагування**) відкрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 4.19).
- У цьому вікні, за допомогою встановлення прапорців, позначте напрямки, за якими заборонені переміщення вузлів (**X**).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах** (вузли забарвлюються в синій колір, а в списку **Комбінації в'язів** додається рядок призначеної комбінації в'язів).



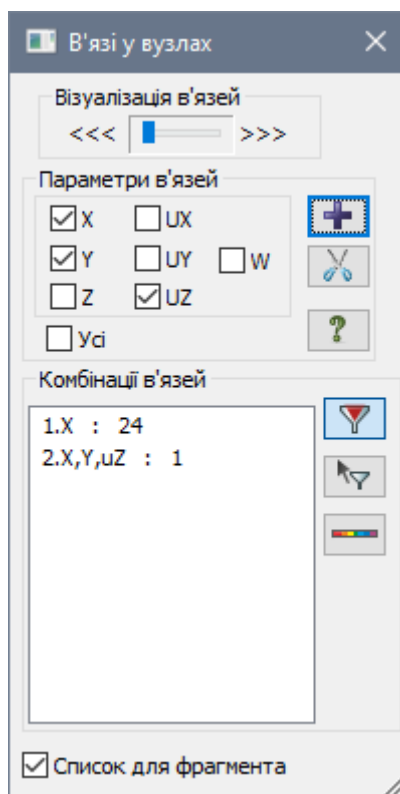








Рис. 4.19. Діалогове вікно В'язі у вузлах

- Виділіть вузол стикування середньої колони з фундаментною плитою.
- В діалоговому вікні **В'язі у вузлах** позначте додаткові напрямки, позначте напрямки, за якими заборонені переміщення вузла (**Y, UZ**).
- Натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність с операції виділення вузлів.
- Для відновлення розрахункової схеми в первісному вигляді після операції фрагментації, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Перейдіть в диметричну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.

## Етап 7. Задання навантажень

### Формування завантаження № 1

- Натисканням на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 4.20).
- В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі** і заданому коеф. надійності за навантаженням рівному **1**, натисніть на кнопку  – **Застосувати** (елементи автоматично завантажуються навантаженням від власної ваги).

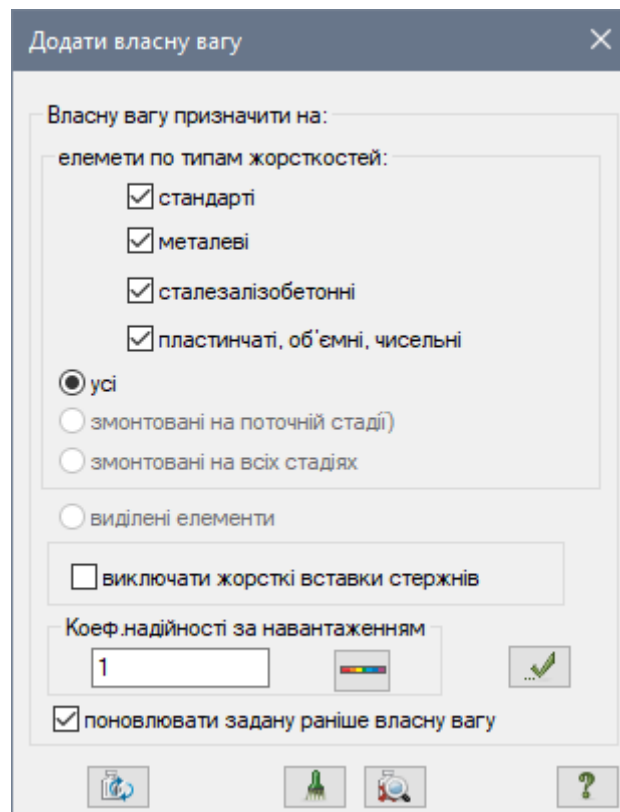


Рис. 4.20. Діалогове вікно Додати власну вагу

#### Формування завантаження № 2




- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Виділіть плити перекриття 1-го і 2-го поверху за допомогою операції відмітки блоку (опис див. вище).
- Відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження на пластини** (рис. 4.21) вибравши команду  – **Навантаження на пластини** в розкривному списку **Навантаження на вузли і елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрямок – вздовж осі **Z**.



Рис. 4.21. Діалогове вікно Задання навантажень

- Натиснувши на кнопку рівномірно-розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 1.5 \text{ т/м}^2$  (рис. 4.22).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

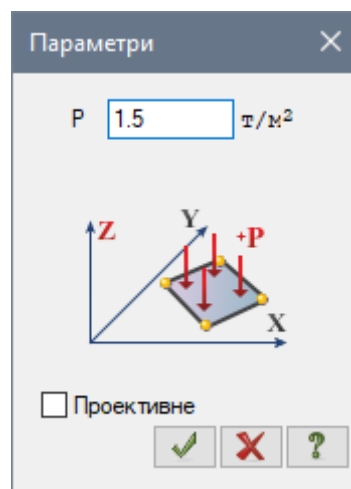


Рис. 4.22. Діалогове вікно Параметри

- На екрані з'явиться діалогове вікно **Попередження** (рис. 4.23), в якому натисніть на кнопку **ОК**.

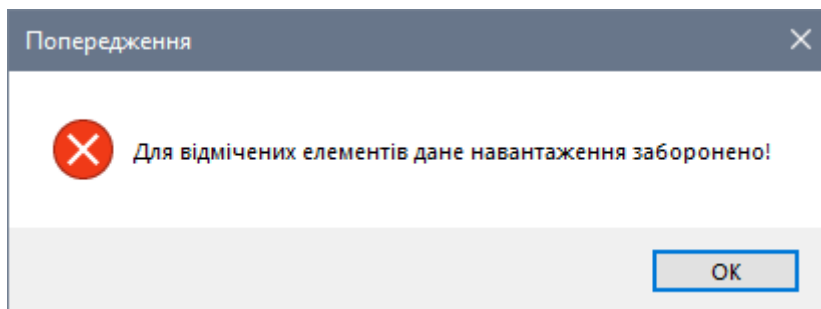










Рис. 4.23. Діалогове вікно Попередження




Попередження пов'язане з тим, що при виділенні плит перекриття за допомогою команди **Відмітка блоку** виділяються одночасно стержні і пластини. Навантаження, що задається на пластини, заборонене для стержневих елементів.

- Зніміть виділення з елементів натиснувши на кнопку  – **Скасування виділення або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть всі елементи фундаментної плити при увімкненій функції виділення блоку.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень**, натиснувши на кнопку рівномірно-розподіленого навантаження, відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність  $p = 2 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.





#### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану.
- Перейдіть в проекцію на площину XOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Після натискання на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору** за допомогою курсора виділіть плиту покриття.
- Натиснувши на кнопку рівномірно-розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.08 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- На екрані з'явиться діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть на кнопку **ОК**.
- Зніміть виділення з елементів натиснувши на кнопку  – **Скасування виділення або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Перейдіть в диметричну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.

#### Задання розширеної інформації про завантаження

- Відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 4.24) натиснувши на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні в списку завантажень виділіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Далі в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок

**Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

- Після цього в списку завантажень виділіть рядок відповідний другому завантаженню, і потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після цього в списку завантажень виділіть рядок відповідний третьому завантаженню, і потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Короткочасне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Щоб додати четверте завантаження, в полі **Список навантажень** натисніть на кнопку  – **Додати навантаження (в кінець)**.
- Для Завантаження 4 в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Сейсмічне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

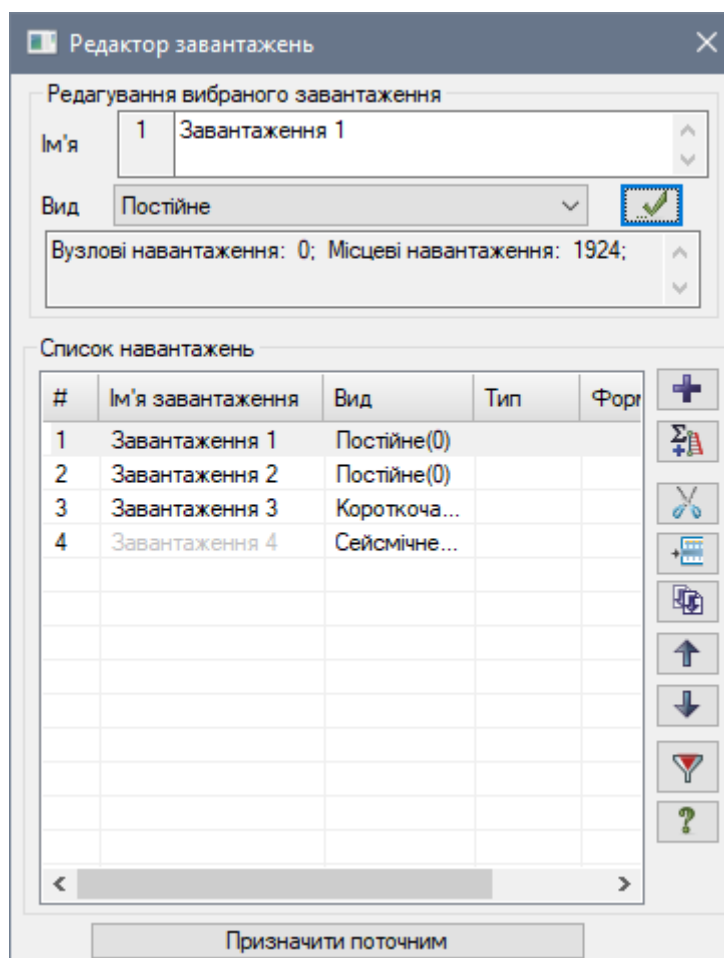







Рис. 4.24. Діалогове вікно Редактор завантажень

### Задання характеристик для розрахунку рами на сейсміку

#### Етап 8. Формування динамічних завантажень із статичних

- Відкрийте діалогове вікно **Формування динамічних завантажень із статичних** (рис. 4.25) натиснувши на кнопку  – **Врахування статичних завантажень** (панель **Динаміка** на вкладці **Розрахунок**).
- Для формування першого рядку зведеної таблиці, в цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **завантаження (код 1)**, задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – 4;

- № відповідного статичного завантаження – 1;
- Коef. перетворення – 0.9.
- Натисніть на кнопку  – **Додати**.
- Для формування другого рядку зведеної таблиці, в цьому самому вікні задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – 4;
  - № відповідного статичного завантаження – 2;
  - Коef. перетворення – 0.9.
- Натисніть на кнопку  – **Додати**.
- Для формування третього рядку зведеної таблиці, в цьому самому вікні задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – 4;
  - № відповідного статичного завантаження – 3;
  - Коef. перетворення – 0.5.
- Натисніть на кнопку  – **Добавить** і потім на кнопку  – **Підтвердити**.

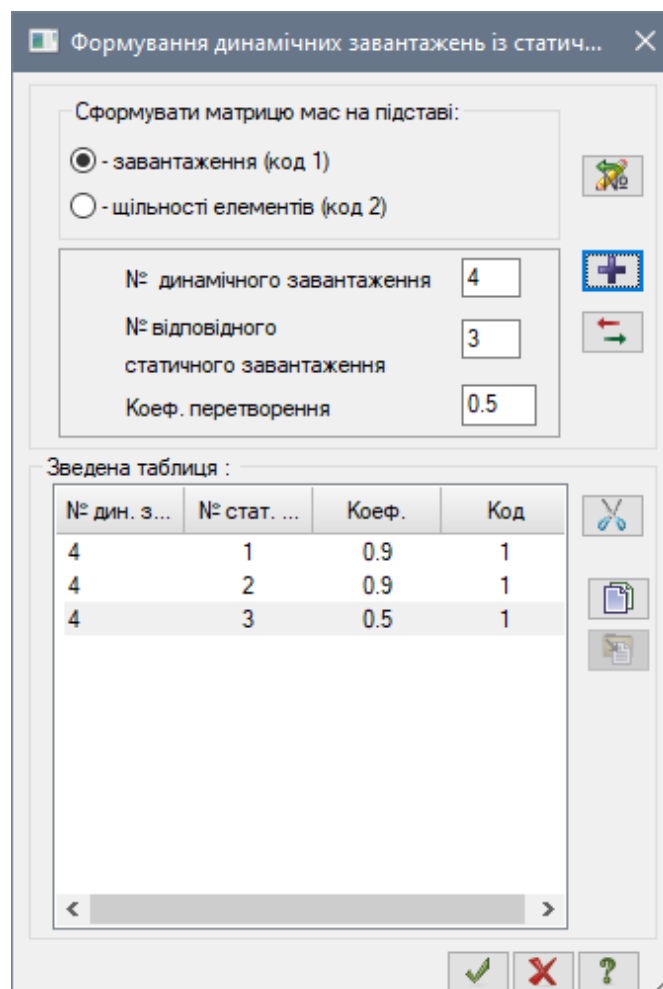



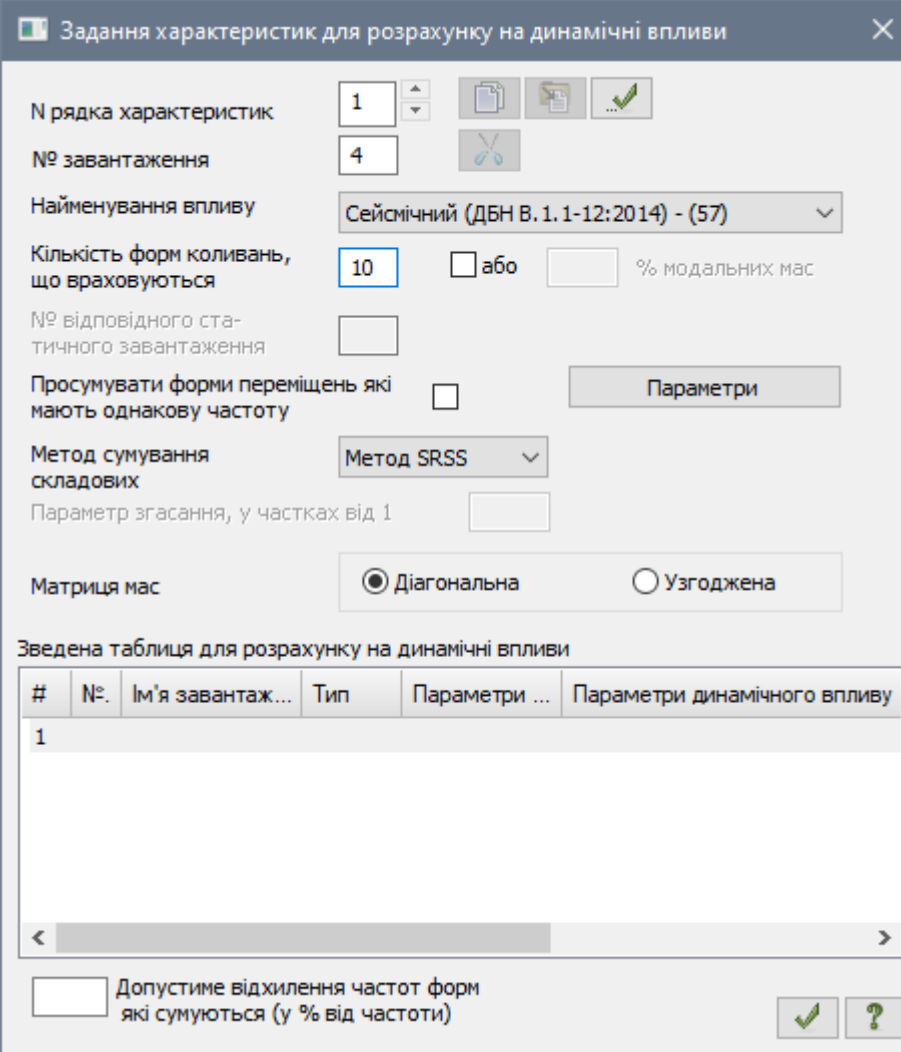
Рис. 4.25. Діалогове вікно Формування динамічних завантажень із статичних

### Етап 9. Формування таблиці параметрів динамічних впливів



Найбільш небезпечним напрямком сейсмічного впливу вважається напрямок уздовж меншої сторони будівлі. Оскільки розміри будівлі в плані 9 x 12 м, найбільш небезпечним вважається напрямок Х.

- Відкрийте діалогове вікно **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи** (рис. 4.26) натиснувши на кнопку  – **Таблиця динамічних завантажень** (панель **Динаміка** на вкладці **Розрахунок**).
- В цьому вікні задайте наступні параметри:
  - № завантаження – **4**;
  - Найменування впливу – **Сейсмічний (ДБН В.1.1-12:2014) – (57)**;
  - Кількість форм коливань, що враховуються – **10**.
- Потім натисніть на кнопку **Параметри**.



Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи

N рядка характеристик: 1

№ завантаження: 4

Найменування впливу: Сейсмічний (ДБН В. 1. 1-12:2014) - (57)

Кількість форм коливань, що враховуються: 10

№ відповідного статичного завантаження:

Просувати форми переміщень які мають однакову частоту:

Метод сумування складових: Метод SRSS

Матриця мас:  Діагональна  Узгоджена

Зведена таблиця для розрахунку на динамічні впливи

#	№	Ім'я завантаж...	Тип	Параметри ...	Параметри динамічного впливу
1					

Допустиме відхилення частот форм які сумуються (у % від частоти):

Рис. 4.26. Діалогове вікно **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи**


- В діалоговому вікні **Сейсмічний вплив (Україна, ДБН В.1.1-12:2014)** (рис. 4.27) задайте наступні параметри:
  - Направляючі косинуси –  **$CX = 1$** ;
  - Решта параметрів приймаються за умовчанням.
- Підтвердіть введення даних натиснувши на кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 4.27. Діалогове вікно Сейсмічний вплив (Україна, ДБН В1.1-12:2014)

- В діалоговому вікні **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи** натисніть на кнопку – **Підтвердити**.

#### Етап 10. Генерація таблиці РСЗ

- Натиснувши на кнопку – **Таблиця РСЗ** (панель **РСЗ** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль** (рис. 4.28).



Так як від завантажень задавався в діалоговому вікні **Редактор завантажень** (рис. 4.24) таблицю РСЗ можна сформуванати с параметрами, прийнятими за умовчанням для кожного

завантаження, натиснувши на кнопку – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням**. Далі потрібно тільки змінити параметри для третього завантаження.

- В цьому вікні, при вибраних будівельних нормах **СНІП 2.01.07-85\***, для формування таблиці РСЗ зі значеннями, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження, натисніть на кнопку – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням**.
- Після цього задайте наступні дані:
  - в зведеній таблиці для обчислень РСЗ виділіть рядок відповідний 3-му завантаженню. Потім в текстовому полі **Коефіцієнт надійності** задайте величину **1.4** і після цього натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- Для закінчення формування таблиці РСЗ, натисніть на кнопку – **Підтвердити**.



Розрахункові Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ: 1

Ім'я таблиці РСЗ: СНІП\_1

Будівельні норми: СНІП 2.01.07-85\*

Номер завантаження: 3 Завантаження 3

Вид завантаження: Короткочасне(2) За умовчанням

К надійності за відповідальністю:  
 для І-го ГС: 1.00  
 для ІІ-го ГС: 1.00

Коефіцієнти для РСЗ


#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(6 С)	5 сполуч.	6 сполуч.	7 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Зведена таблиця для обчислення РСЗ:

№.	Ім'я завантаж...	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Завантаженн...	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Завантаженн...	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Завантаженн...	Короткочасн...	2 0 0 0 0 0 1.40 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
4	Завантаженн...	Сейсмічне(5)	5 0 1 0 0 0 1.00 0.00	0.00 0.00 1.00

Рис. 4.28. Діалогове вікно Розрахункові сполучення зусиль

### Етап 11. Генерація таблиці РСН

- Натиснувши на кнопку  – РСН (панель Дод. розрахунки на вкладці Розрахунок) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** (рис. 4.29).
- В цьому вікні, при вибраних будівельних нормах **ДБН В.1.2-2:2006**, для четвертого завантаження після подвійного клацання миші по комірці **Знакозмінн.** задайте +/-.
- Для третього завантаження в комірці **Yfm / Yfe.** задайте коефіцієнт надійності за навантаженням рівний **1.4**.

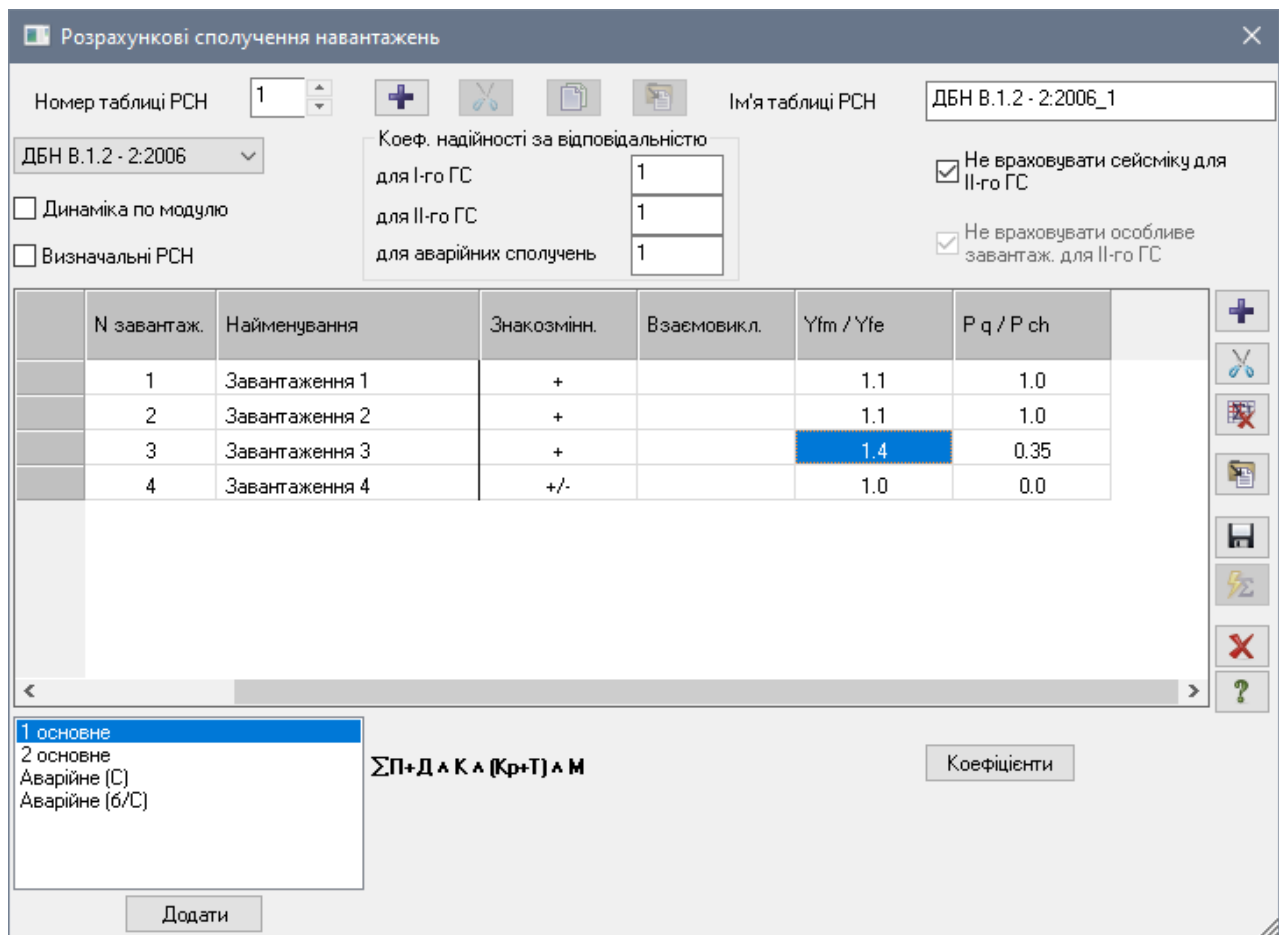




Рис. 4.29. Діалогове вікно Розрахункові сполучення навантажень


- Щоб додати можливі сполучення, виділіть в списку сполучень рядок **1 основне** і натисніть на кнопку **Додати**, потім виділіть рядок **2 основне** і натисніть на кнопку **Додати**, і наостанок виділіть рядок **Аварійне (С)** і натисніть на кнопку **Додати** (в таблиці з'являються стовпчики з величинами коефіцієнтів відповідно до вживаних формул сполучень по ДБН В.1.2-2:2006).
- Після цього натисніть на кнопку  - **Зберегти дані**, щоб зберегти всі введені дані.
- Закрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** натиснувши на кнопку  – **Вихід**.


## Етап 12. Призначення конструктивних елементів



Скінченні елементи, об'єднані в конструктивний, при конструюванні розглядаються як єдине ціле. Між елементами, що входять в конструктивний елемент, не повинно бути розривів, вони повинні мати один тип жорсткості, не повинні входити в інші конструктивні елементи і уніфіковані групи, а також мати загальні вузли і лежати на одній прямій. У даній версії можна виділяти всі елементи схеми і об'єднувати їх в конструктивні.

### Створення конструктивних елементів БАЛКА

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі горизонтальні елементи схеми.

- Для створення конструктивних елементів відкрийте діалогове вікно **Конструктивні елементи** (рис. 4.30) натиснувши на кнопку  – **Конструктивні елементи** (панель **Конструювання** на владці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні встановіть прапорець **Для всіх** в полі **Варіант конструювання**.
- Після цього в полі **Редагування КоЕ** натисніть на кнопку **Створити КоЕ**.

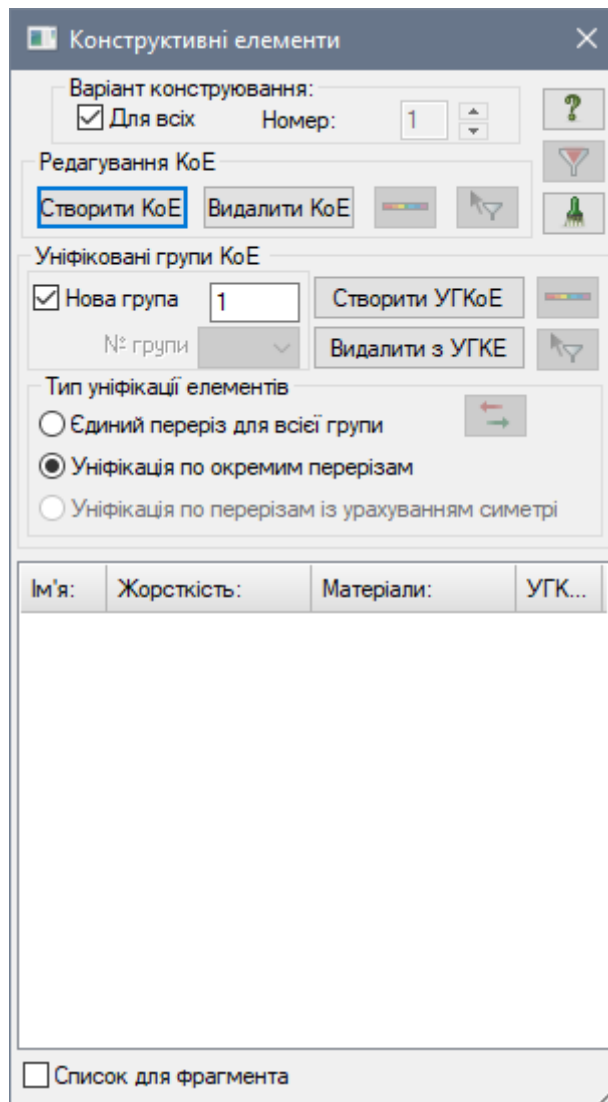







Рис. 4.30. Діалогове вікно Конструктивні елементи




- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення горизонтальних стержневих елементів.

#### Створення конструктивних елементів КОЛОННА

- Перейдіть в проекцію на площину XOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Після натискання на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору** за допомогою курсора виділіть колони першого поверху в місці розташування діафрагми.
- В діалоговому вікні **Конструктивні елементи**, при встановленому прапорці **Для всіх** в полі **Варіант конструювання**, в полі **Редагування КоЕ** натисніть на кнопку **Створити КоЕ**.
- Після цього виділіть колони другого поверху в місці розташування діафрагми.

- В діалоговому вікні **Конструктивні елементи**, при встановленому прапорці **Для всіх** в полі **Варіант конструювання**, в полі **Редагування КоЕ** ще раз натисніть на кнопку **Створити КоЕ**.
- Перейдіть в диметричну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вертикальних стержневих елементів.

### Етап 13. Призначення розкріплень в вузлах елементів, що згинаються

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі горизонтальні елементи схеми.
- Натиснувши на кнопку  – **Розкріплення для прогинів** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення і редагування**) відкрийте діалогове вікно **Розкріплення для прогинів** (рис. 4.31).
- В цьому вікні встановіть прапорець **Для всіх** в полі **Варіант конструювання**.
- Після цього виберіть в розкритому списку рядок **Створити в вузлах з неспіввісними елементами**.
- Далі, при встановлених прапорцях розкріплень – **Y1, Z1**, натисніть на кнопку  – **Застосувати** (прогин перетинів елемента визначається відносно лінії, що з'єднує розкріплення на його кінцях).

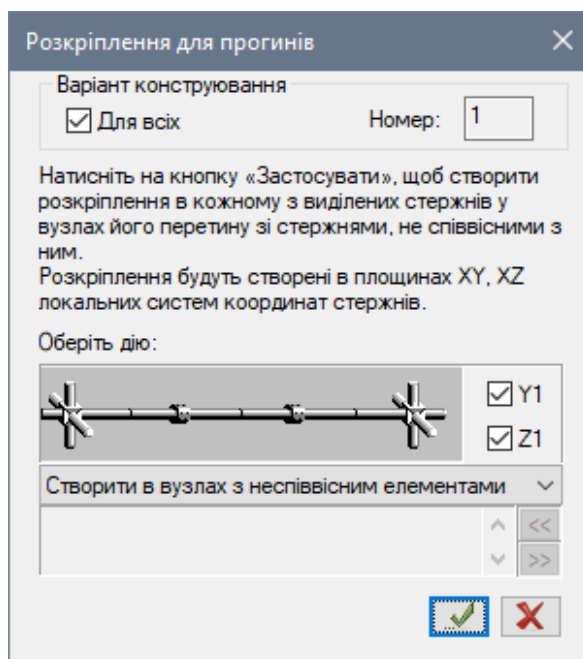





Рис. 4.31. Діалогове вікно Розкріплення для прогинів

- Закрийте діалогове вікно **Розкріплення для прогинів** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Зніміть виділення з елементів клацанням по кнопці  – **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.

### Етап 14. Повний розрахунок схеми


- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).

## Етап 15. Перегляд і аналіз результатів статичного і динамічного розрахунків



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного і динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

### Відключення відображення навантажень на розрахунковій схемі

- В діалоговому вікні **Показати** перейдіть на третю закладку **Загальні** і зніміть прапорець **Навантаження**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.
- У режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів (рис. 4.32).

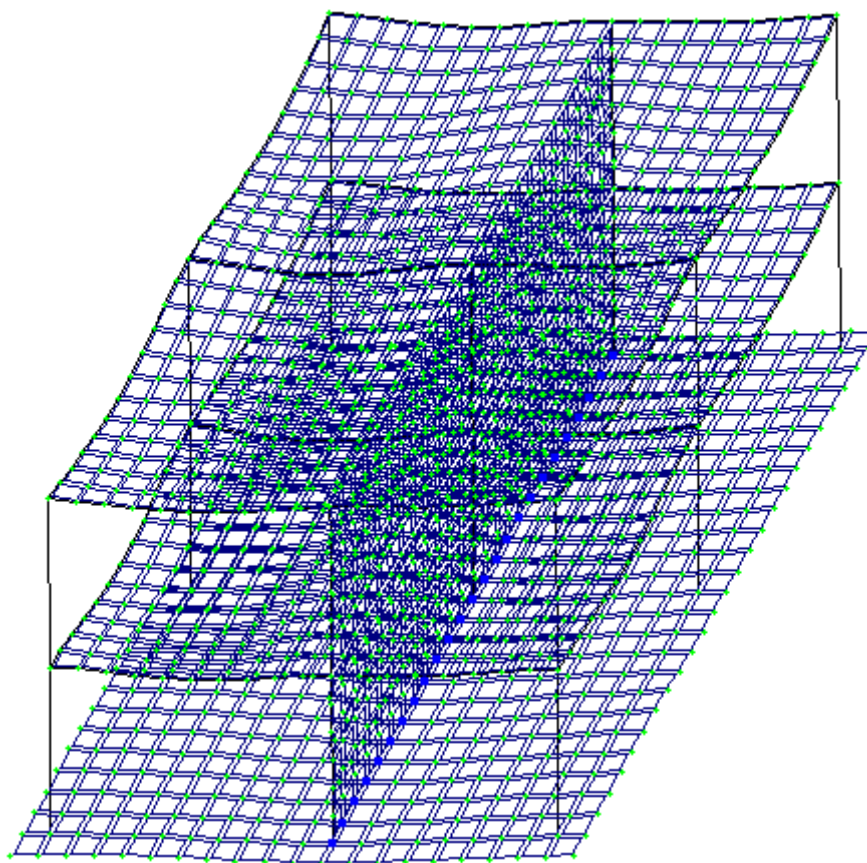









Рис. 4.32. Розрахункова схема з урахуванням переміщень вузлів

### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

- Для виділення стержневих елементів, в діалоговому вікні **ПоліФільтр** перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**.
- Далі встановіть прапорець **За видом КЕ** і в розкривному списку оберіть строку **Стержні**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Для відображення на екрані тільки виділених стержневих елементів, виконайте фрагментацію натиснувши на кнопку  – **Фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.

- Виведіть на екран епюри **My** натиснувши на кнопку  – Епюри **My** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виводу епюри **Qz** натисніть на кнопку  – Епюри **поперечних сил Qz** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виводу епюри **N** натисніть на кнопку  – Епюри **повздожніх сил N** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля **N**, виберіть команду  – **Мозаїка зусиль в стержнях** в розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).


#### Зміна номеру поточного завантаження

- В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню або натисніть на кнопку  – **Наступне завантаження**.





За умовчанням в рядку стану увімкнена опція **Застосовувати поточний номер завантаження автоматично** і в такому випадку переключення на вибране завантаження відбувається автоматично. У випадку вимкнення даної опції, для переключення на вибране






завантаження, в рядку стану необхідно натиснути на кнопку  – **Застосувати**.

- Для відновлення розрахункової схеми в первинному вигляді, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.


#### Виведення на екран ізополей переміщень

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





#### Виведення на екран мозаїк напружень

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по **Mx**, виберіть команду  – **Мозаїка напружень** в розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  – **Мозаїка напружень по Mx** (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по **Nx**, натисніть на кнопку  – **Мозаїка напружень по Nx** (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по **Rz** (опір пружної основи), натисніть на кнопку  – **Мозаїка напружень по Rz** (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб побачити повну картину відображення мозаїки напружень по **Rz** в фундаментній плиті, виділіть її за допомогою функції відмітки блоку і виконайте фрагментацію.
- Для відновлення розрахункової схеми в первинному вигляді, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.

### Виведення форм коливань конструкції

- В рядку стану в розкривному списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний четвертому завантаженню.
- Виведіть першу форму коливань вибравши команду  – **Форми коливань** розкривному списку **НДС схеми** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).
- Для виводу другої форми коливань четвертого завантаження, в рядку стану в списку **Номер форми (складової, періоду)** виберіть рядок відповідний другій формі коливань.

### Перегляд анімації другої форми коливань

- Щоб перейти в режим просторової моделі, відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Просторова модель (3D-графіка)** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- Для перегляду анімації другої форми коливань четвертого завантаження, за допомогою команд управління виберіть потрібний ракурс відображення розрахункової схеми і після цього натисніть на кнопку  – **Показати анімацію коливань** (панель **Анімація** на вкладці **3D Вигляд**).
- В діалоговому вікні **Коливання** (рис. 4.33) натисніть на кнопку  – **Відтворити анімацію**.
- Закрийте діалогове вікно **Коливання** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

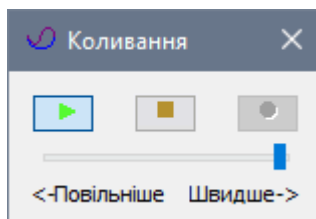





Рис. 4.33. Діалогове вікно Коливання

- Для повернення до перегляду та аналізу результатів статичного і динамічного розрахунків, закрийте вікно просторової моделі або натисніть на кнопку  – **Скінченноелементна модель** (панель **Повернення** на вкладці **3D Вигляд**).

### Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями зусиль в елементах схеми виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкривному списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 4.34) виділіть рядок **Зусилля**.
- При активному рядку **Усі завантаження** в полі **Вибір завантажень**, натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



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

При встановленні прапорця **Включити таблицю в Книгу звітів** таблиця буде створена тільки в форматі CSV і вставлена в «Книгу звітів». Таблицю, яка знаходиться в «Книзі звітів», можна в подальшому оновлювати у випадку необхідності і верстати в звіт засобами «Книги звітів».

Щоб змінити формат створюваної таблиці, треба в діалоговому вікні **Таблиці** натиснути на кнопку **Інший...** і в діалоговому вікні **Формат таблиць** вибрати необхідний формат і натиснути на кнопку **Підтвердити** (для створення таблиць в текстовому форматі

потрібно увімкнути радіо-кнопку **Текстові**. Для створення таблиць у форматі HTML потрібно увімкнути радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний макетувальник» потрібно увімкнути радіо-кнопку **Звіт**).

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

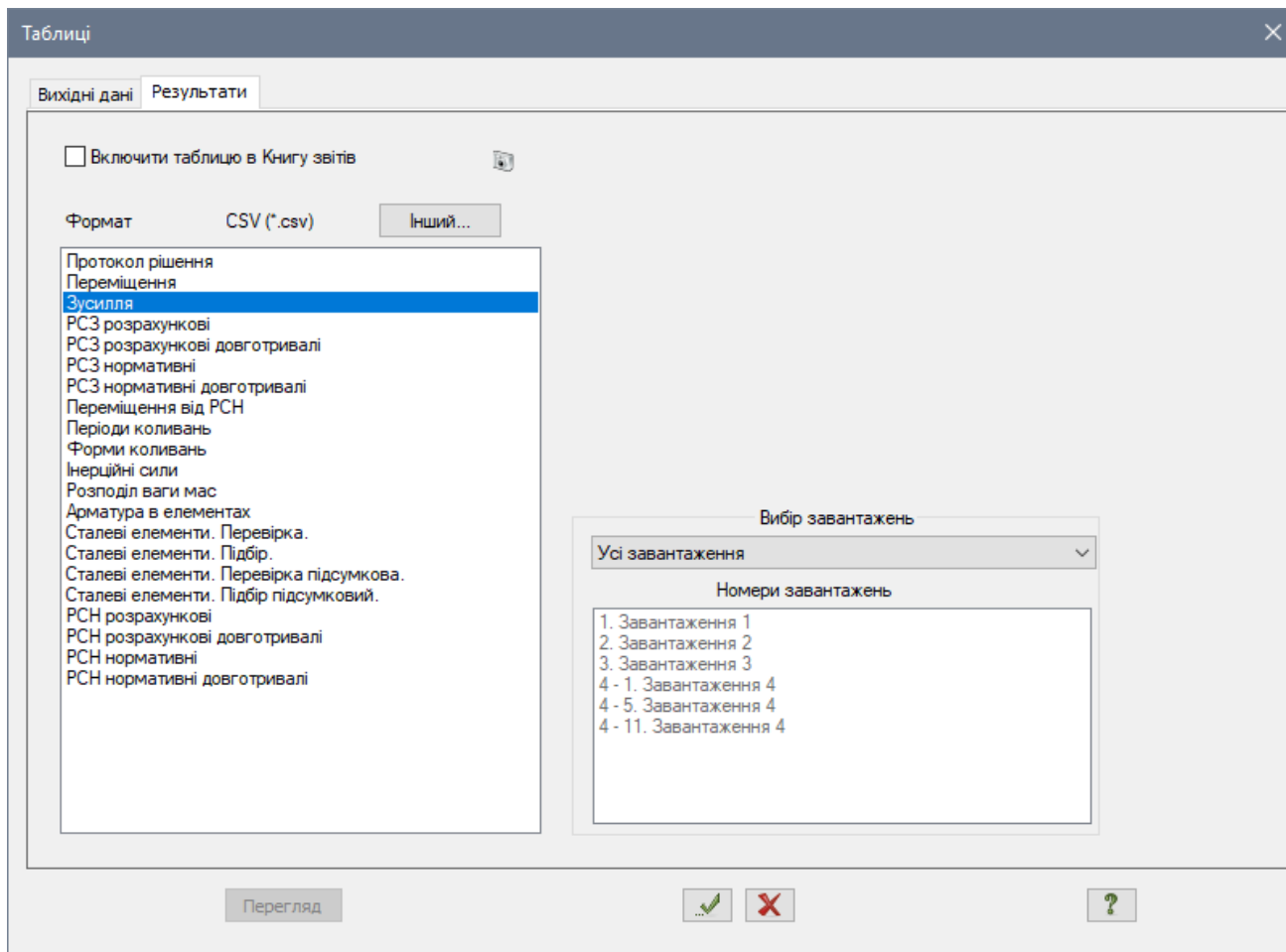




Рис. 4.34. Діалогове вікно Таблиці


- Після аналізу закрийте таблицю натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Для виведення на екран таблиці зі значеннями періодів коливань в діалоговому вікні **Таблиці** виділіть рядок **Періоди коливань**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

#### Етап 16. Перегляд і аналіз результатів конструювання






Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів армування здійснюється на вкладці **Залізобетон** (для стилю стрічкового інтерфейсу **Стрічка Плюс**).

#### Перегляд результатів армування



- Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному з пластинчастих кінцевих елементів, натисніть на кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-який пластинчатий елемент.



- В діалоговому вікні, що з'явилося, перейдіть на закладку **Інформація про підбрану арматуру** (в цьому вікні міститься повна інформація про вибраний елемент, в тому числі і з результатами підбору арматури).

- Закрийте діалогове вікно натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі X1, натисніть на кнопку  – **Нижня арматура в пластинах уздовж осі X1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі Y1, натисніть на кнопку  – **Нижня арматура в пластинах уздовж осі Y1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).



#### Формування і перегляд таблиць результатів підбору арматури

- Відкрийте діалогове вікно **Таблиці**, вибравши команду  – **Таблиці результатів для ЖБ** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).
- В цьому вікні за умовчанням виділений рядок **Арматура в елементах**, а в полі **Варіанти конструювання** виділений рядок **1. Варіант1**.
- В полі **Арматура** увімкніть радіо-кнопку **в пластинах**.
- Для створення таблиці результатів підбору арматури в пластинчастих елементах натисніть на кнопку  – **Застосувати**.





Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів розрахунку сталевих елементів здійснюється на вкладці **Сталь** (для стиля стрічкового інтерфейсу **Стрічка Плюс**).

#### Виведення на екран мозаїк результатів перевірки призначених перерізів сталевих стержнів

- За допомогою діалогового вікна **ПоліФільтр** виділіть всі стержневі елементи схеми.
- Виконайте фрагментацію виділених елементів.
- Щоб подивитися мозаїку результатів перевірки призначених перерізів сталевих стержнів за першим граничним станом, натисніть на кнопку  – **Перевірка, 1ГС** (панель **Максимальні результати по елементам** на вкладці **Сталь**).
- Щоб подивитися мозаїку результатів перевірки призначених перерізів сталевих стержнів за місцевою стійкістю, натисніть на кнопку  – **Перевірка, МС** (панель **Максимальні результати по елементам** на вкладці **Сталь**).

#### Створення таблиці перевірки призначених перерізів сталевих стержнів

- Відкрийте діалогове вікно **Таблиці**, вибравши команду  – **Таблиці результатів для стали** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Сталь**).
- В цьому вікні за умовчанням виділений рядок **Стальные элементы. Проверка**, а в полі **Варіанти конструювання** виділений рядок **1. Варіант1**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

#### Створення таблиці підбору перерізів сталевих стержнів


- В діалоговому вікні **Таблиці** виділіть рядок **Сталеві елементи. Підбір** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

### Зміна номеру варіанту конструювання

- В рядку стану в розкритому списку **Змінити номер варіанту конструювання** виберіть рядок відповідний другому варіанту конструювання.



Для перегляду і аналізу результатів по другим варіантам конструюванням, можна викликати

діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 4.8) натиснувши на кнопку  – **Варіанти конструювання** (панель **Конструювання** на вкладці **Сталь**).

Щоб переключитися на інший варіант конструювання, потрібно вибрати відповідний рядок в **Списку варіантів конструювання схеми** і натиснути на кнопку **Призначити поточним**.

## Приклад 5. Розрахунок металевої вежі

### Цілі та задачі:

- продемонструвати процедуру побудови розрахункової схеми металевої вежі;
- показати техніку задання вітрового пульсаційного впливу;
- продемонструвати процедуру розрахунку навантаження на фрагмент.

### Вихідні дані:

Схема вежі показана на рис. 5.1.

Металева вежа висотою 16 м.

Перерізи елементів вежі:

- стійки – труба безшовна гарячекатана, профіль 45х3.5;
- розкоси – труба безшовна гарячекатана, профіль 25х3.5;

Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага; постійне рівномірно-розподілене  $p = 0.25$  т/м, прикладене на верхні стержні;
- завантаження 2 – ожеледиця;
- завантаження 3 – вітрове статичне навантаження;
- завантаження 4 – вітрове навантаження з урахуванням пульсації.

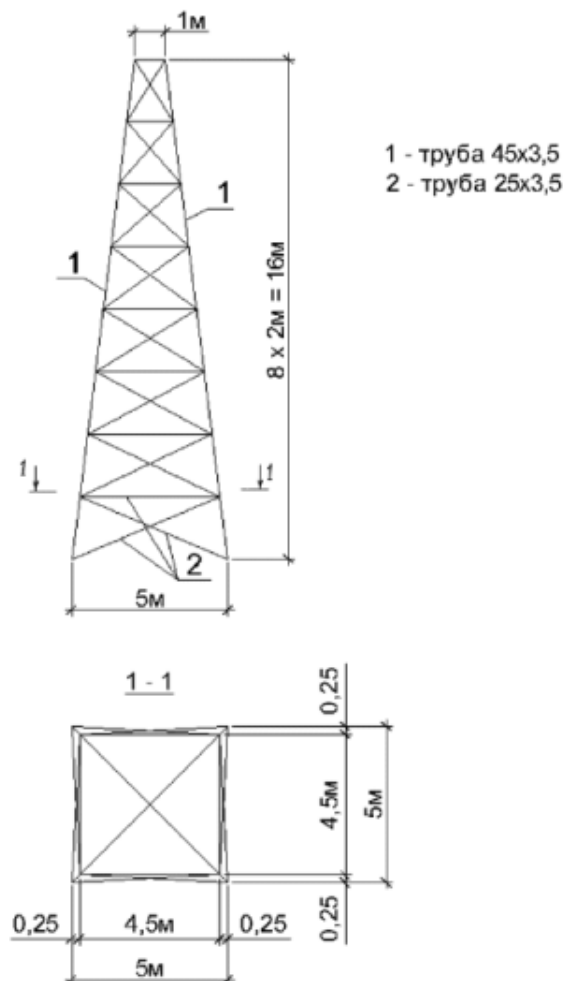




Рис. 5.1. Схема вежі

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:  
**Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.**

## Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 5.1) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **05\_вежа МК**;
  - в розкривному списку **Ознака схеми** виберіть рядок **4 – Три ступені свободи у вузлі (X,Y,Z)**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

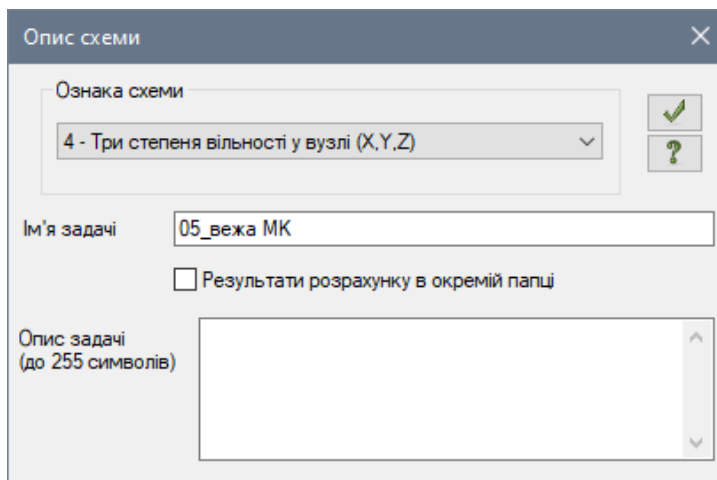




Рис. 5.2. Діалогове вікно Опис схеми




Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в меню **Програми** в розкривному списку пункту **Новий** виберіть команду  **4 – Четверта ознака схеми (Три ступені свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкривному списку **Новий** виберіть команду  **4 – Четверта 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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми

### Додавання вузлів

- Відкрийте діалогове вікно **Додати вузол** (рис. 5.3) натиснувши на кнопку  – **Додати вузол** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте координати базового вузла:
  - **X**    **Y**    **Z**
  - 0    0    0.

- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Потім введіть координати нижнього лівого вузла вежі:
  - X     Y     Z
  - 2.5 -2.5  0.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Потім введіть координати верхнього лівого вузла вежі:
  - X     Y     Z
  - 0.5 -0.5  16.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

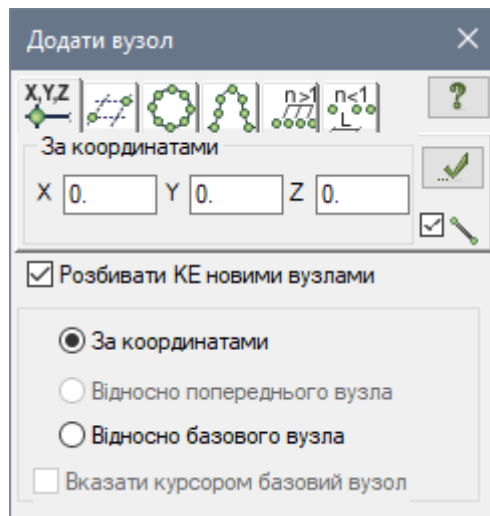




Рис. 5.3. Діалогове вікно Додати вузол

[Вивід на екран номерів вузлів](#)

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- В діалоговому вікні **Показати** (рис. 5.4) перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

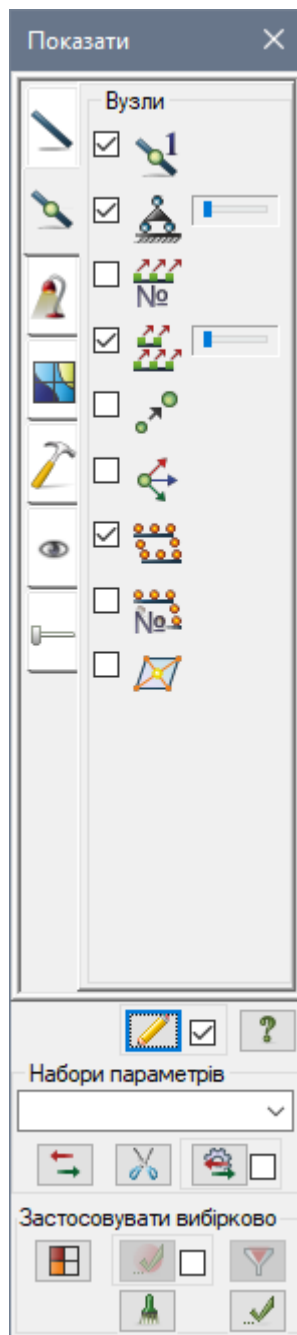





Рис. 5.4. Діалогове вікно Показати

#### Додання стержневих елементів

- В діалоговому вікні **Додати вузол** перейдіть на п'яту закладку **Розділити на N рівних частин**.
- В полі введення введіть значення **N = 8**.
- При встановлених прапорцях **Вказати вузли курсором** і **З'єднувати вузли стержнями** вкажіть поспідовно курсором на вузли № 2 і 3 (при цьому між ними протягується резинова нитка).

#### Копіювання елементів схеми

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.
- Відкрийте діалогове вікно **Копіювання об'єктів** натисканням на кнопку  – **Копіювання** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**).

- В цьому вікні перейдіть на останню закладку **Копіювання симетрично** (рис. 5.5).
- Для вказування площини, відносно якої буде проведене копіювання, увімкніть радіо-кнопку **YOZ**.
- При встановленому прапорці **Вказати базовий вузол**, вкажіть курсором на схемі на вузол № 1 (вузол забарвиться в малиновий колір).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

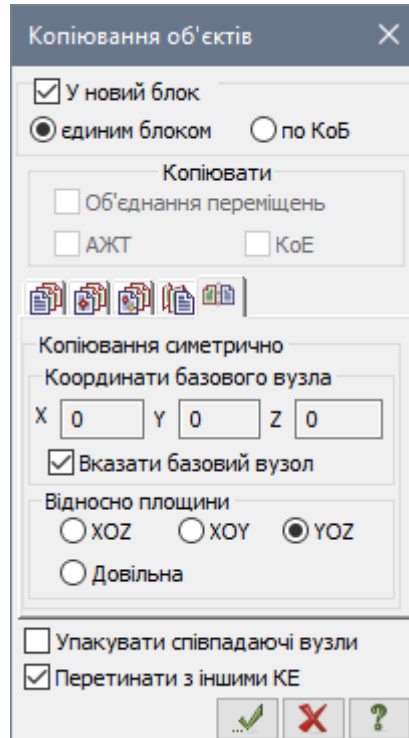



Рис. 5.5. Діалогове вікно Копіювання об'єктів

- Зніміть виділення з вузлів та елементів натисканням на кнопку  – **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.




Діалогове вікно **Копіювання об'єктів** також можна зразу відкрити при активній закладці **Копіювання симетрично**. Для цього в розкритому списку **Копіювання** виберіть команду



– **Копіювання симетрично** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**).

#### Додавання стержневих елементів решітки вежі

- Відкрийте діалогове вікно **Додати елемент** (рис. 5.6) натисканням на кнопку  – **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні зніміть прапорець **Перетинати з іншими КЕ**.

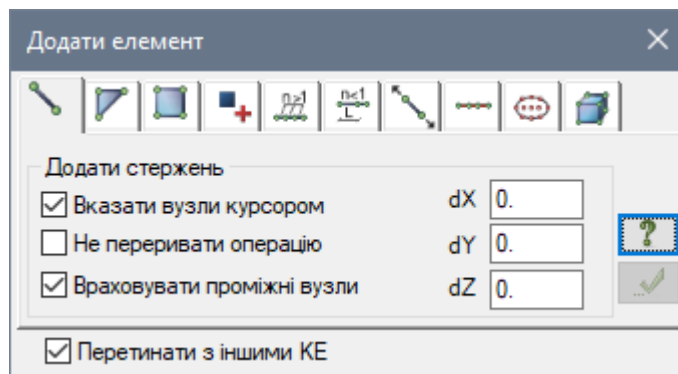


Рис. 5.6. Діалогове вікно Додати елемент

- Для додавання стержневих елементів між вузлами № 2 і 13; 4 і 11; 4 і 13; 4 і 14; 5 і 13; 5 і 14; і аналогічно до вершини вежі, вкажіть послідовно курсором на ці пари вузлів (при цьому між ними протягується резинова нитка).

На рис. 5.7 представлена отримана схема.

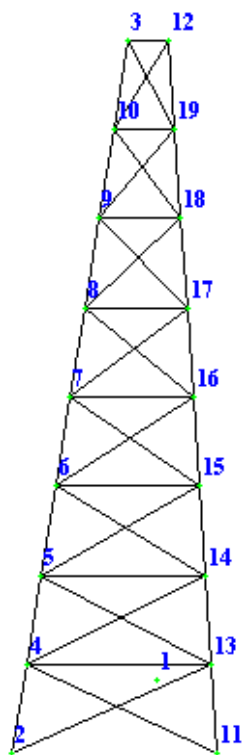




Рис. 5.7. Схема частини вежі

### Етап 3. Задання граничних умов

#### Виділення вузлів спирання


- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли № 2 і 11 (вузли забарвлюються в червоний колір).

#### Задання граничних умов у вузлах спирання

- Натисканням по кнопці  – **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 5.8).



- В цьому вікні, за допомогою встановлення прапорців, відмітьте напрями, по яким заборонені переміщення вузлів (X, Y, Z).

- Після цього натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах** (вузли забарвлюються в синій колір, а в списку **Комбінації в'язів** додається рядок призначеної комбінації в'язів).

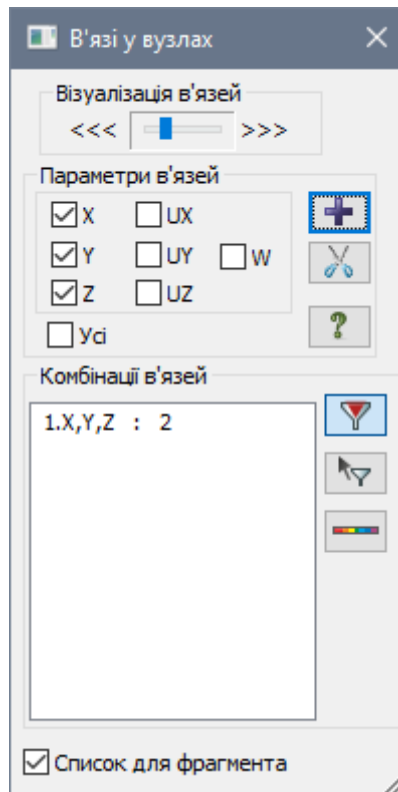



Рис. 5.8. Діалогове вікно В'язі у вузлах

#### Етап 4. Задання параметрів жорсткості

##### Формування типів жорсткості

- Натисканням на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 5.9,а).
- В цьому вікні натисніть на кнопку **Додати** і у наступному вікні **Додати жорсткість** (бібліотеці жорсткісних характеристик) перейдіть на другу закладку **База металевих перерізів** (рис. 5.9,б).
- Подвійним натисканням миші виберіть тип металевого перерізу **Труба**.

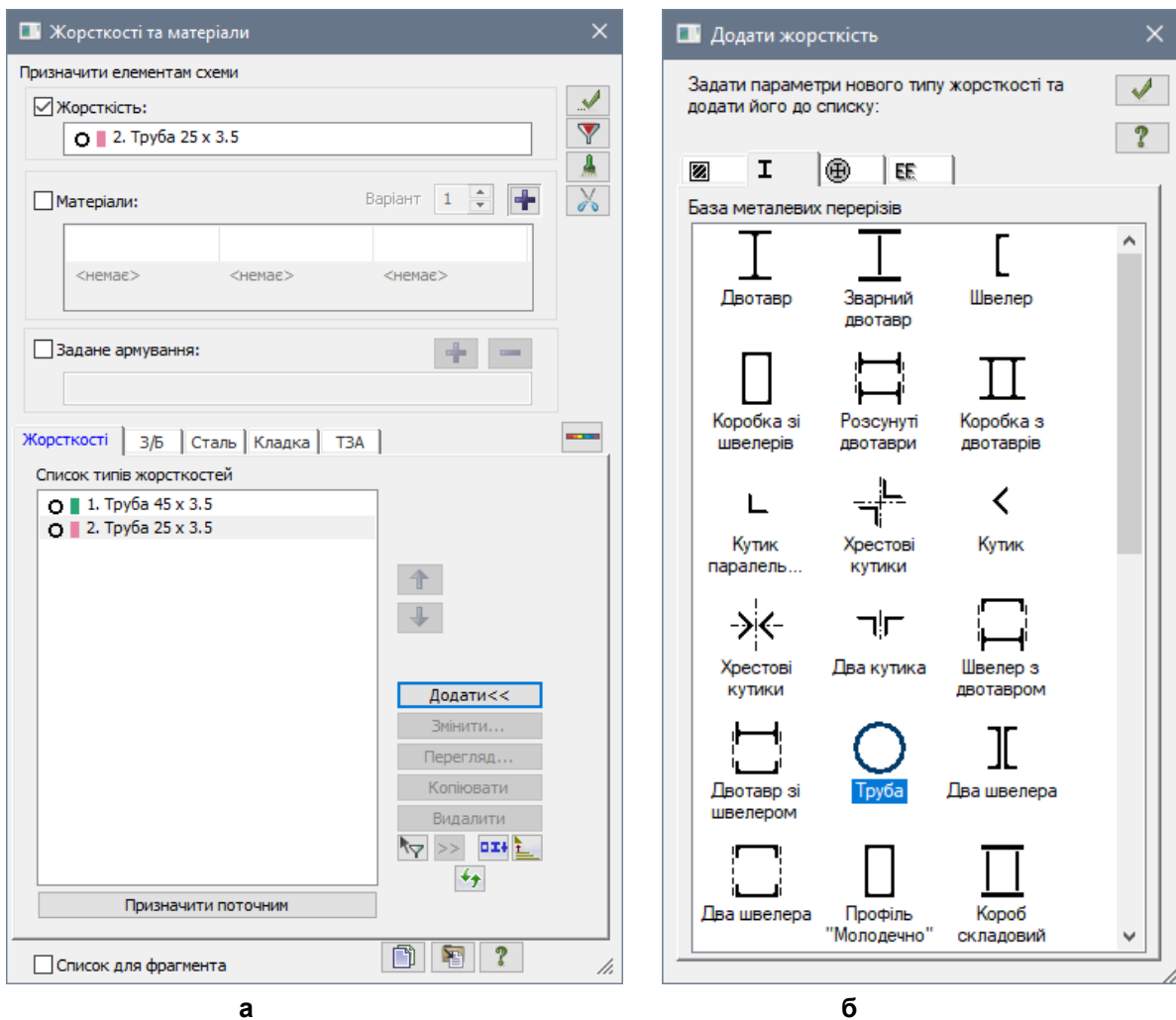


Рис. 5.9. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали елементів, б – Додати жорсткість

- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** (рис. 5.10) задайте параметри перерізу **Труба** (для стійок):
  - в розкритому списку – **Профіль** спочатку виберіть позицію – **Труби сталеві безшовні гарячедеформовані**;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профілю – **45 x 3.5**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.
- Ще раз подвійним натисканням миші виберіть тип сталевих перерізів **Труба**.
- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** задайте параметри перерізу **Труба** (для розкосів):
  - в розкритому списку – **Профіль** спочатку виберіть позицію – **Труби сталеві безшовні гарячедеформовані**;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профілю – **25 x 3.5**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**

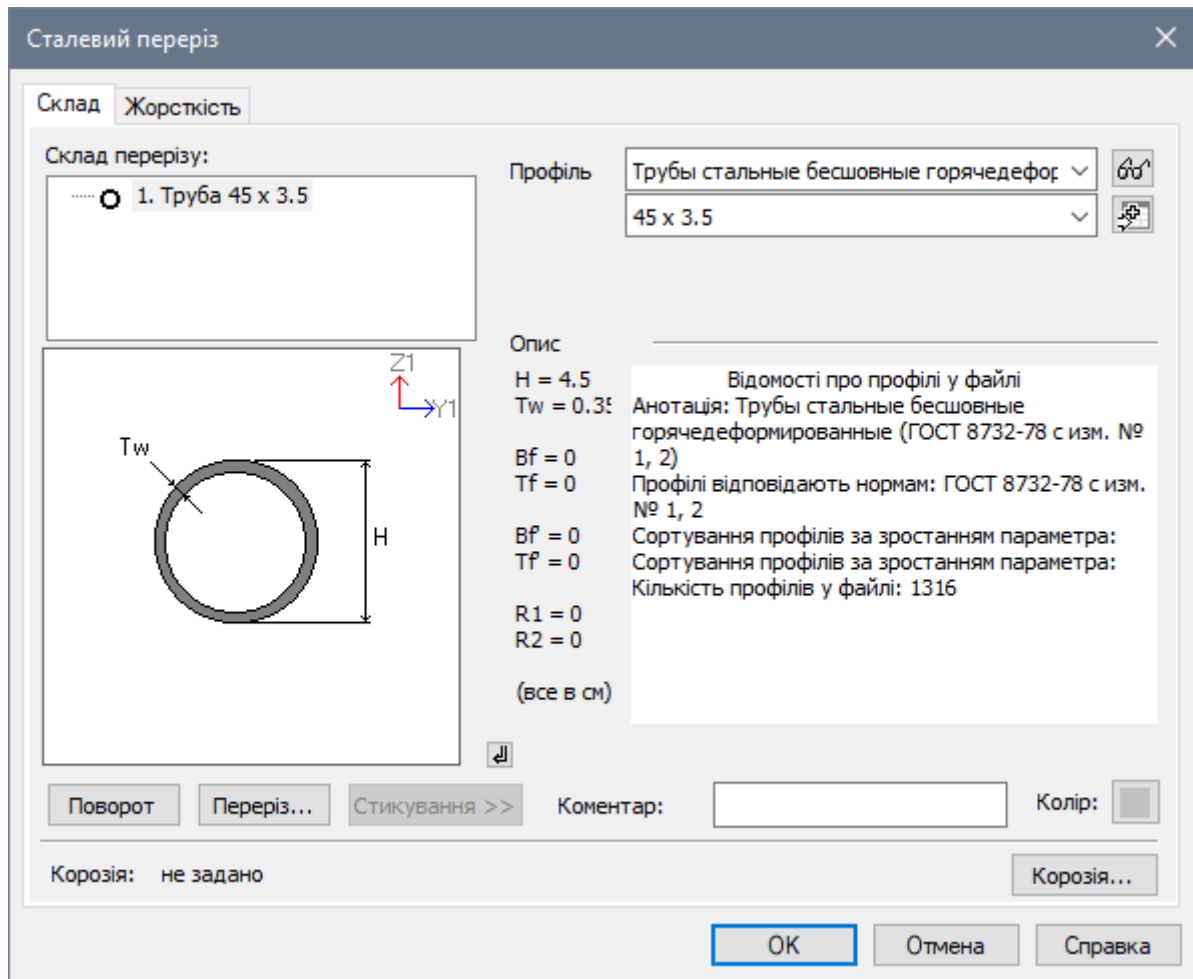





Рис. 5.10. Діалогове вікно Сталевий переріз

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

#### Виведення на екран номерів елементів

- В діалоговому вікні **Показати** перейдіть на першу закладку **Елементи** і встановіть прапорець **Номери елементів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

#### Призначення жорсткостей

- Натисканням на кнопку  – **Поліфільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** відкрийте діалогове вікно **Поліфільтр**, для того щоб виділити елементи розкосів вежі.
- В цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**.
- Далі встановіть прапорець **За номерами KE** і у відповідному полі введіть номери елементів **17 – 40** (рис. 5.11).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

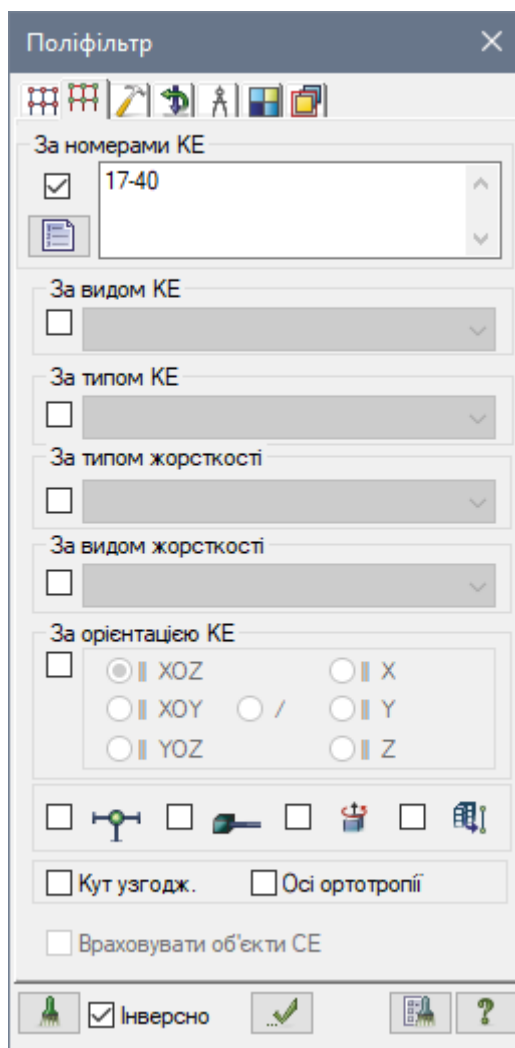








Рис. 5.11. Діалогове вікно ПоліФільтр

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при призначеній поточній жорсткості **2. Труба 25 x 3.5**, натисніть на кнопку  – **Призначити** (з елементів знімається виділення. Це є свідчення того, що виділеним елементам призначена поточна жорсткість).
- В цьому ж вікні в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1. Труба 45 x 3.5**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип записується в рядок редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточний тип жорсткості подвійним натисканням по рядку списку).
- Для виділення елементів стійок вежі, в діалоговому вікні **ПоліФільтр** введіть номери елементів **1 – 16**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.

## Етап 5. Корегування схеми

### Копіювання існуючого фрагменту схеми

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вузли та елементи схеми.

- Відкрийте діалогове вікно **Копіювання об'єктів** на закладці **Копіювання поворотом** (рис. 5.12), вибрав команду  – **Копіювання поворотом** в розкривному списку **Копіювання** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні задайте наступні параметри копіювання:
  - для того щоб вказати ось, навколо якої буде проведене копіювання, увімкніть радіо-кнопку **Z**;
  - введіть значення кута повороту **Fi = 90** градусів;
  - задайте кількість копій **N = 3**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

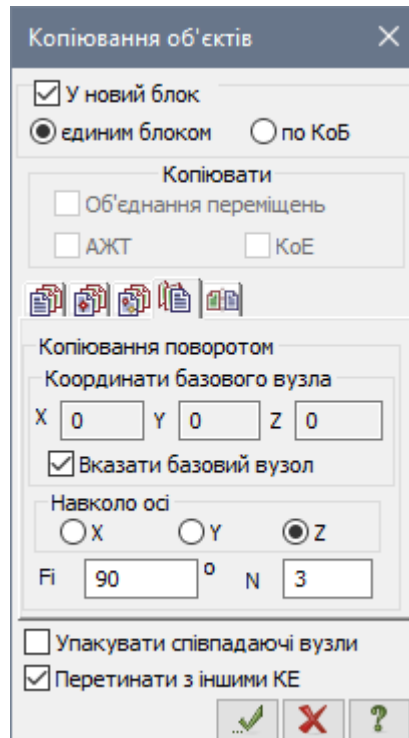




Рис. 5.12. Діалогове вікно Копіювання об'єктів

### Упаковка схеми

- Натиснувши на кнопку  – **Упаковка схеми** (панель **Редагування** на вкладці **Створення і редагування**) відкрийте діалогове вікно **Упаковка** (рис. 5.13).
- В цьому вікні натисніть на кнопку  – **Застосувати** (Упаковка схеми проводиться для зшивання співпадаючих вузлів та елементів, а також для безповоротного виключення з розрахункової схеми видалених вузлів та елементів).

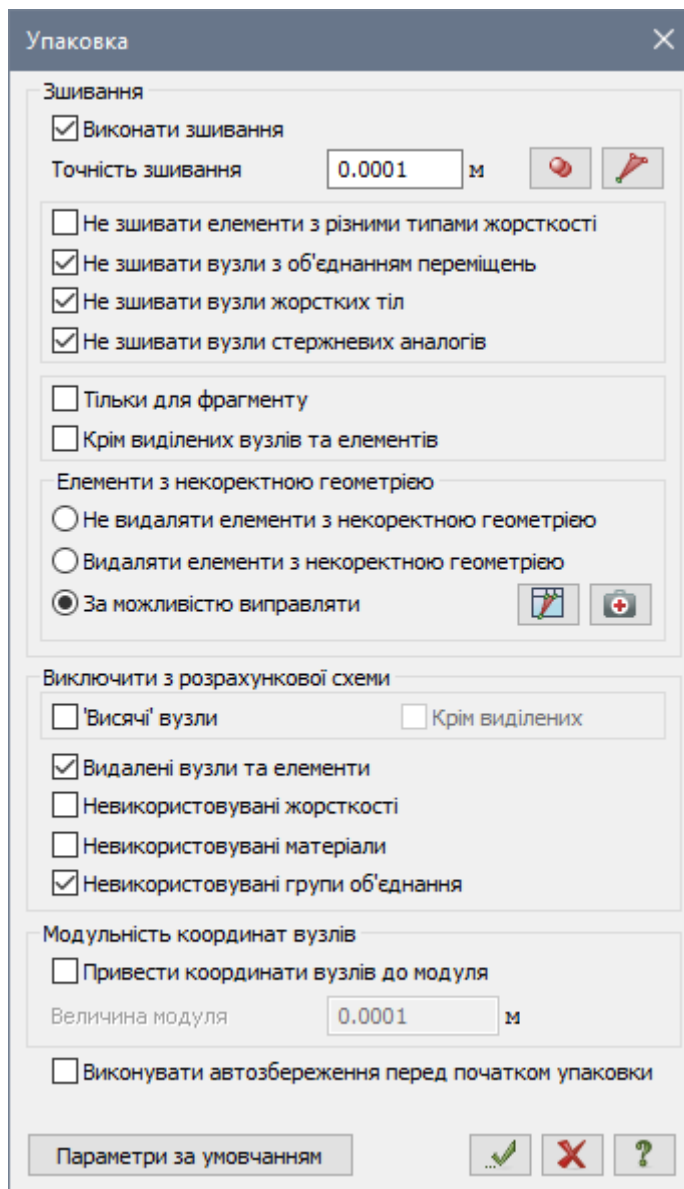




Рис. 5.13. Діалогове вікно Упаковка



Діалогове вікно **Упаковка** призначене для управління параметрами упаковки схеми після виконання операцій **Збірка**, **Копіювання** та інших операцій з геометрією.

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

#### [Відключення відображення номерів елементів на розрахунковій схемі](#)

- В діалоговому вікні **Показати** при активній закладці **Елементи** зніміть прапорець **Номери елементів**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

#### [Додавання стержневих елементів решітки вежі](#)

- В діалоговому вікні **ПоліФільтр** перейдіть на останню закладку **Перерізи та відсікання** (рис. 5.14) і для вибору січної площини увімкніть радіо-кнопку **Довільна** (за умовчанням встановлені прапорці **Вузли** та **Елементи** в полі **Включити**, увімкнена радіо-кнопка **Перетин площиною** в полі **Вибір режиму**, а також встановлений прапорець **Вказати вузли площини**).
- Вкажіть курсором на схемі три вузли, які визначають діагональ вежі (вузли № 2, 20 і 24).

- Після цього в діалоговому вікні **ПоліФільтр** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

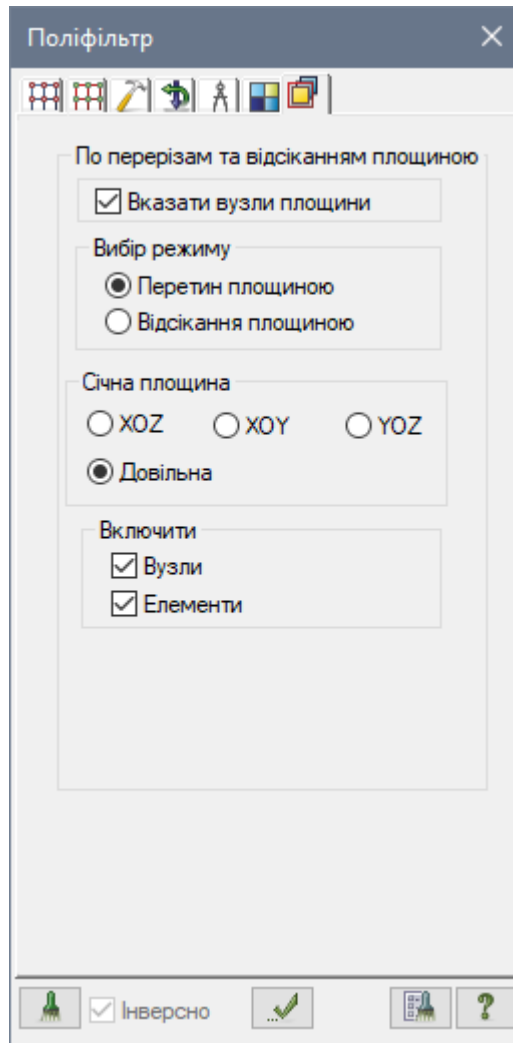





Рис. 5.14. Діалогове вікно ПоліФільтр

- Для відображення на екрані тільки відмічених вузлів та елементів схеми, виконайте фрагментацію натиснувши на кнопку  – **Фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Для представлення розрахункової схеми в проекції на площину XOZ натисніть на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Відкрийте діалогове вікно **Додати елемент** (рис. 5.6) натиснувши на кнопку  – **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- Для додавання стержневих елементів між вузлами № 4 і 24; 5 і 26; 6 і 28 і аналогічно до вершини вежі, вкажіть послідовно курсором на ці пари вузлів.

На рис. 5.15 представлена отримана розрахункова схема вежі в проекції на площину XOZ.

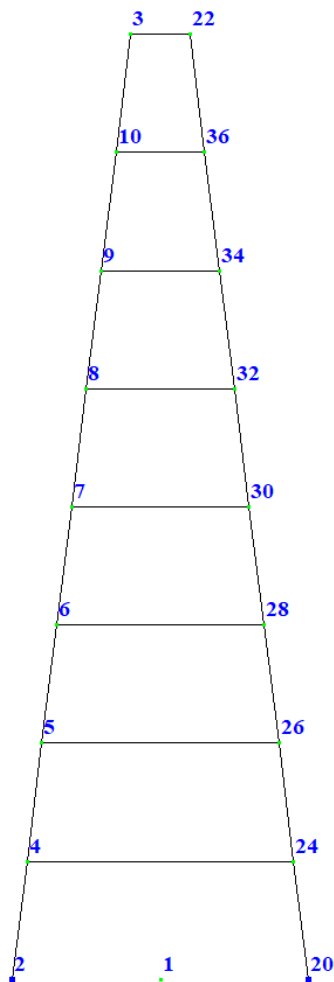


Рис. 5.15. Схема частини вежі в проекції на площину XOZ

- Перейдіть в симетричну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.
- Для відновлення розрахункової схеми в початковому вигляді після операції фрагментації, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- В діалоговому вікні **ПоліФільтр** встановіть прапорець **Вказати вузол площини**.
- Вкажіть курсором на схемі три вузли, які визначають другу діагональ вежі (вузли № 11, 13 і 21).
- Після цього в діалоговому вікні **ПоліФільтр** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Виконайте фрагментацію натиснувши на кнопку  – **Фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Натисніть на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Потім в діалоговому вікні **Додати елемент** при відключеному прапорці **Перетинати з іншими KE** встановіть прапорець **Вказати вузли курсором** і послідовно вкажіть курсором на наступні пари вузлів: № 25 і 13, 27 і 14 і аналогічно до вершини вежі.
- Натисніть на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.
- Натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- В діалоговому вікні **Показати** перейдіть на другу закладку **Вузли** і зніміть прапорець **Номери вузлів**.



- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

На рис. 5.16 представлена отримана розрахункова схема вежі.

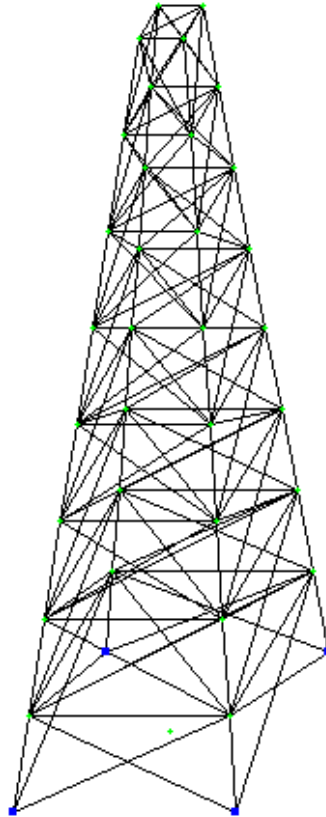



Рис. 5.16. Розрахункова схема вежі




Так як в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** поточним встановлений тип жорсткості **2. Труба 25 x 3.5**, то всім стержневим елементам, які додаються в розрахункову схему, призначається даний тип жорсткості.


#### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **05\_вежа МК**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

#### **Етап 6. Задання навантажень**

##### Формування завантаження № 1

- Натисканням на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 5.17).
- В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі** і заданому коеф. надійності за навантаженням рівному **1.05** (так як в системі **PC-САПР** погонна вага елементів задана нормативною, то її треба перетворити в розрахункову).

- Натисніть на кнопку  – **Призначити** (всім елементам конструкції автоматично призначається рівномірно-розподілене навантаження, рівне погонній вазі елементів).

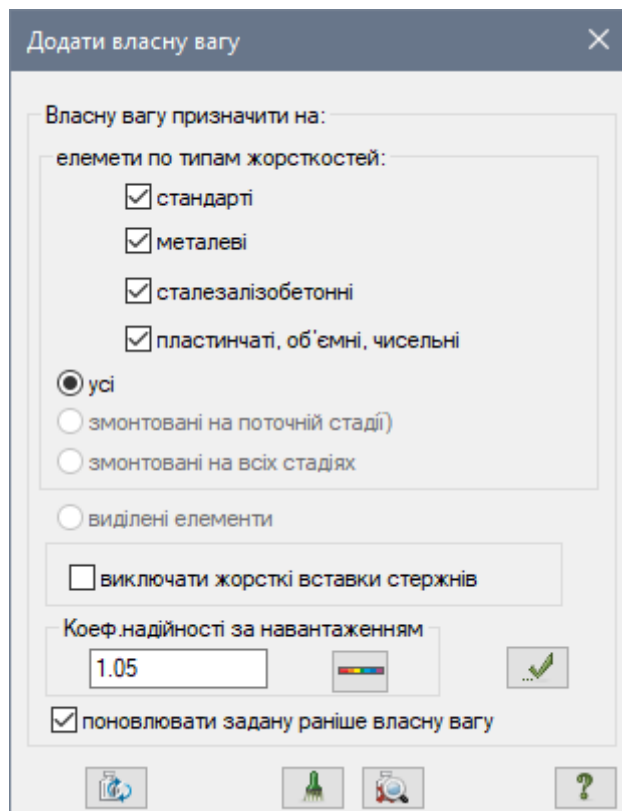




Рис. 5.17. Діалогове вікно Додати власну вагу

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть тільки горизонтальні елементи верхньої площадки вежі
- Після цього відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження на стержні** (рис. 5.18), вибрав команду  – **Навантаження на стержні** в розкритому 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**.

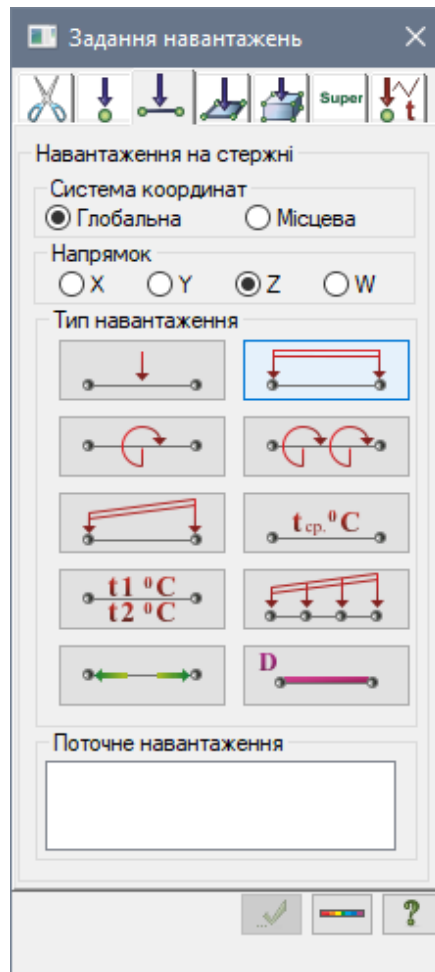



Рис. 5.18. Діалогове вікно Задання навантажень

- Натиснувши на кнопку рівномірно-розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.25$  т/м (рис. 5.19).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

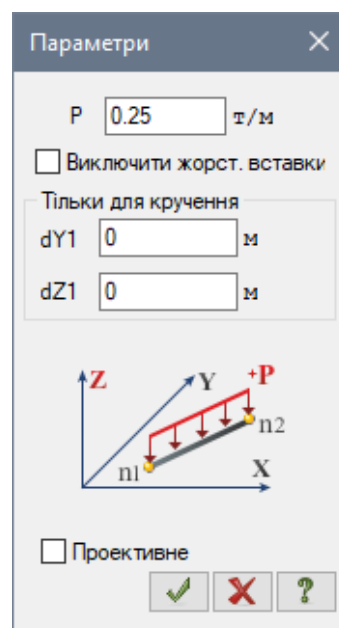






Рис. 5.19. Діалогове вікно Параметри

### Формування завантаження № 2


- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи вежі.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** при поточному навантаженні  $p = 0.25$  т/м за напрямом глобальної осі Z натисніть на кнопку  – **Призначити**.

### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану.



*З огляду на те, що в кожному рівні вежі є жорсткий диск, статичний тиск вітру можна задати, як суму швидкісного напору вітру і відсмоктування.*

- Натисніть на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- В діалоговому вікні **ПоліФільтр** перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**.
- Далі встановіть прапорець **За типом жорсткості** і в розкритому списку виберіть рядок **1. Труба 45 x 3.5**.
- Виділіть проекцію п'яти нижніх елементів правої грані вежі розтягування «рамки вибору» зліва направо, як показано на рис. 5.20.



*Вітрове рівномірно-розподілене навантаження прикладається на висоті до 10 м.*

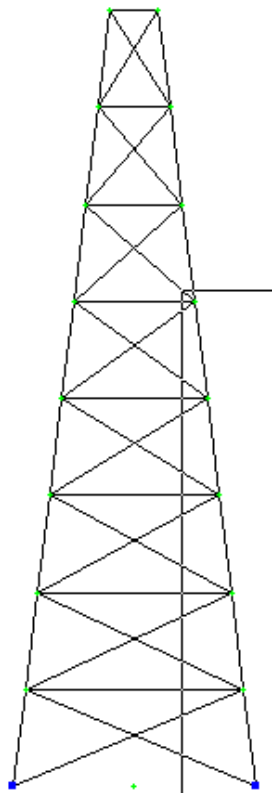




Рис. 5.20. Виділення елементів розтягуванням «рамки вибору»

- В діалоговому вікні **Задання навантажень** для зміни напрямку навантаження увімкніть радіо-кнопку **X**.
- Натиснувши на кнопку рівномірно-розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.1$  т/м.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Виділіть проекцію трьох верхніх елементів правої грані вежі розтягуванням рамки вибору.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку трапецієвидного навантаження на групу стержнів відкрийте діалогове вікно **Нерівномірне навантаження** (рис. 5.21).
- В цьому вікні задайте значення навантаження на початку та на кінці його прикладення:  $p_1 = 0.1$  т/м,  $p_2 = 0.12$  т/м.
- Для вказування напрямку зміни розміру навантаження увімкніть радіо-кнопку **Уздовж осі Z**.
- Зніміть прапорець **Об'єднати в блок**.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

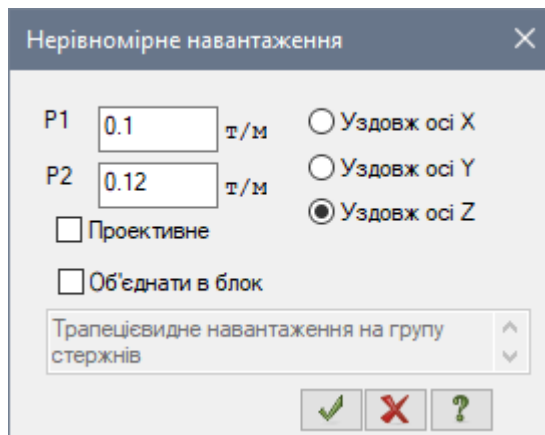










Рис. 5.21. Діалогове вікно Нерівномірне навантаження

- Натисніть на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.
- Закрийте діалогове вікно **ПоліФільтр** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

#### Задання розширеної інформації про завантаження

- Відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 5.22) натиснувши на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні в списку завантажень виділіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Далі в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після цього в списку завантажень виділіть рядок відповідний другому завантаженню, і потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Короткочасне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в списку завантажень виділіть рядок відповідний третьому завантаженню, а потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Неактивне (стат. вітр. для пульсації)** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Щоб додати четверте завантаження, в полі **Список завантажень** натисніть на кнопку  – **Додати завантаження (в кінець)**.

- Для Завантаження 4 в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Миттєве** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

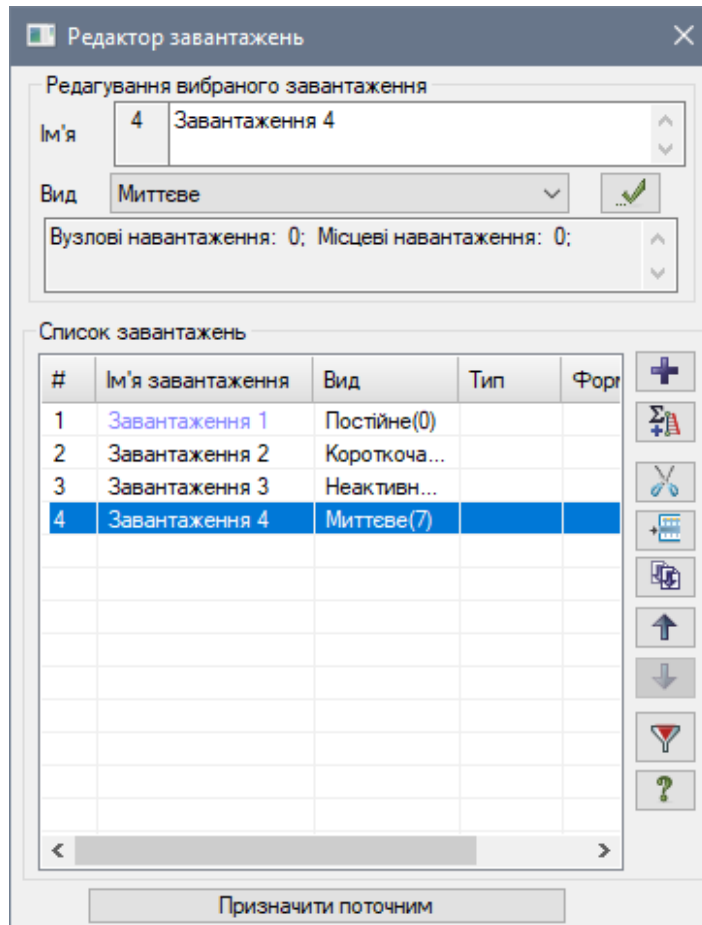






Рис. 5.22. Діалогове вікно Редактор завантажень

### Задання характеристик для розрахунку вежі на пульсацію вітру

#### Етап 7. Формування динамічних завантажень із статичних

- Відкрийте діалогове вікно **Формування динамічних завантажень із статичних** (рис. 5.23) натиснувши на кнопку  – **Врахування статичних завантажень** (панель **Динаміка** на вкладці **Розрахунок**).
- Для формування першого рядку зведеної таблиці, в цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **завантаження (код 1)**, задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – **4**;
  - № відповідного статичного завантаження – **1**;
  - Коef. перетворення – **1**.
- Натисніть на кнопку  – **Додати**.
- Для формування другого рядку зведеної таблиці, в цьому вікні задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – **4**;
  - № відповідного статичного завантаження – **2**;
  - Коef. перетворення – **0.9**.
- Натисніть на кнопки  – **Додати** і  – **Підтвердити**.

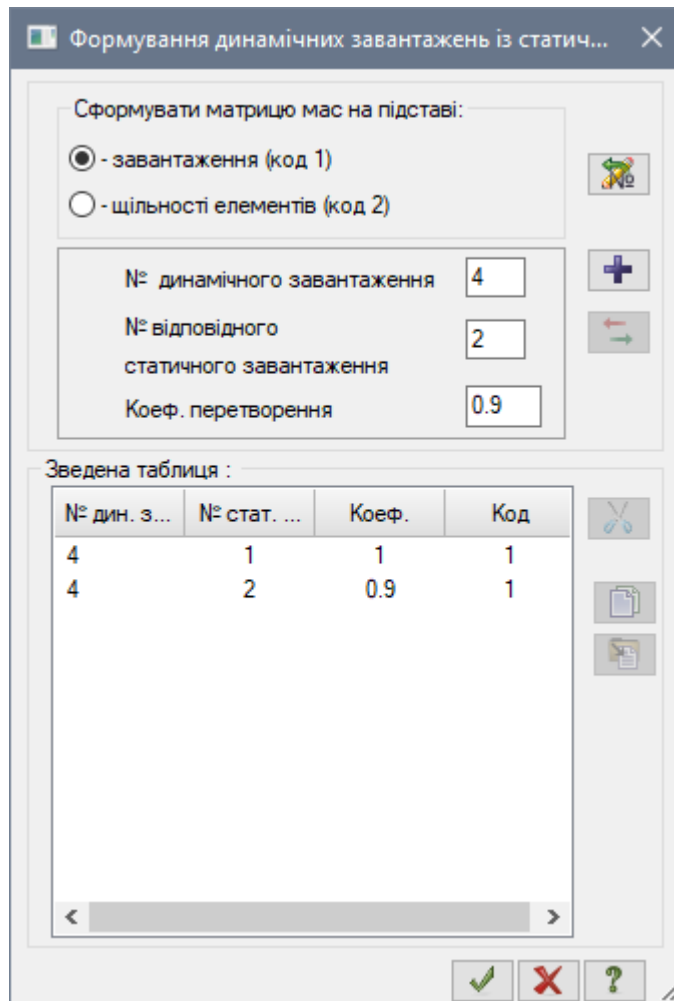



Рис. 5.23. Діалогове вікно Формування динамічних завантажень із статичних

#### Етап 8. Формування таблиці параметрів динамічних впливів

- Відкрийте діалогове вікно **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи** (рис. 5.24) натиснувши на кнопку  – **Таблиця динамічних завантажень** (панель **Динаміка** на вкладці **Розрахунок**).
- В цьому вікні задайте наступні параметри:
  - № завантаження – **4**;
  - Найменування впливу – **Пульсаційний (21)**;
  - Кількість форм коливаль, що враховуються – **8**;
  - № відповідного статичного завантаження – **3**;
  - Увімкніть радіо-кнопку **Діагональна** (для матриці мас).
- Потім натисніть на кнопку **Параметри**.

Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи

N рядка характеристик: 1

№ завантаження: 4

Найменування впливу: Пульсаційний (21)

Кількість форм коливань, що враховуються: 8  або до граничної частоти

№ відповідного статичного завантаження: 3

Просумувати форми переміщень які мають однакову частоту:  Параметри

Метод сумування складових: [dropdown]

Параметр згасання, у частках від 1: [input]

Матриця мас:  Діагональна  Узгоджена

Зведена таблиця для розрахунку на динамічні впливи

#	№.	Ім'я завантаж...	Тип	Параметри ...	Параметри динамічного впливу
1					

Допустиме відхилення частот форм які сумуються (у % від частоти)

OK ?

Рис. 5.24. Діалогове вікно Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи

- В діалоговому вікні **Параметри розрахунку на вітровий вплив з урахуванням пульсації** (рис. 5.25), при вибраних нормах **СНиП 2.01.07-85\***, задайте наступні параметри:
  - в розкриттій списку **Вітровий район будівництва** виберіть рядок **Район 2**;
  - Довжина будівлі уздовж осі X – **5 м**;
  - Довжина будівлі уздовж осі Y – **5 м**;
  - Логарифмічний декремент коливань – **0.15 (сталеві конструкції)**;
  - решта параметрів приймаються за умовчанням.
- Підтвердіть введення даних, натиснувши на кнопку – **Підтвердити**.



Рис. 5.25. Діалогове вікно Параметри розрахунку на вітровий вплив з урахуванням пульсації

- В діалоговому вікні **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи** натисніть на кнопку – **Підтвердити**.

### Етап 9. Генерація таблиці РСЗ

- Натиснувши на кнопку – **Таблиця РСЗ** (панель **РСЗ** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль** (рис. 5.26).



Так як вид завантажень задавався в діалоговому вікні Редактор завантажень (рис. 5.22) таблиця РСЗ сформувалась автоматично з параметрами, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження. Далі треба тільки змінити параметри для першого, другого і четвертого завантажень.

- В цьому вікні, при вибраних будівельних нормах **СНиП 2.01.07-85\***, задайте наступні дані:
  - в зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідний 1-му завантаженню. Потім в текстовому полі **Коефіцієнт надійності** задайте величину **1.05** і після цього натисніть на кнопку – **Застосувати**;
  - далі в зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідний 2-му завантаженню. Потім в текстовому полі **Коефіцієнт надійності** задайте величину **1.3** і після цього натисніть на кнопку – **Застосувати**;
  - далі в зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідний 4-му завантаженню. Потім встановіть прапорець **Враховувати знакозмінність** і після цього натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно натиснувши на кнопку – **Підтвердити**.

**Розрахункові Сполучення Зусиль**

Номер таблиці РСЗ: 1

Ім'я таблиці РСЗ: СНіП\_1

Будівельні норми: СНіП 2.01.07-85\*

Номер завантаження: 4 (Завантаження 4)

Вид завантаження: Миттєве(7) (За умовчанням)

К надійності за відповідальністю:  
 для I-го ГС: 1.00  
 для II-го ГС: 1.00

N групи об'єднаних тимчасових завантажень: 0

Враховувати знакозмінність:

N групи взаємовиключаючих завантажень: 0

NN супутніх завантажень: 0 0

Коефіцієнт надійності: 1.40

Частка тривалості: 0.00

Не враховувати для II-го гран. стану:

Обмеження для кранів та гальм:  
 Кран:  Гальмо:

Коефіцієнти для РСЗ


#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б С)	5 сполуч.	6 сполуч.	7 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00

Зведена таблиця для обчислення РСЗ:

№.	Ім'я завантаж...	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Завантаженн...	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.05 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Завантаженн...	Короткочасн...	2 0 0 0 0 0 0 1.30 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
3	Завантаженн...	Неактивне(9)...	9 0 0 0 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
4	Завантаженн...	Миттєве(7)	7 0 1 0 0 0 0 1.40 0.00	1.00 0.90 0.50 0.80

Рис. 5.26. Діалогове вікно Розрахункові сполучення зусиль


### Етап 10. Повний розрахунок вежі

- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – Виконати повний розрахунок (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).


### Етап 11. Перегляд і аналіз результатів розрахунку





Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного і динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

- У режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів.
- Для відображення схеми без урахування переміщення вузлів натисніть на кнопку  – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).


### Відключення відображення навантажень на розрахунковій схемі

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

### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

- Для виведення на екран епюри повздовжніх сил **N**, натисніть на кнопку  – **Епюри повздовжніх сил N** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусиль **N**, виберіть команду  – **Мозаїка зусиль у стержнях** в розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).

### Зміна номеру поточного завантаження




- В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню або натисніть на кнопку  – **Наступне завантаження**.






За умовчанням в рядку стану увімкнена опція **Застосовувати поточний номер завантаження автоматично** і в такому випадку переключення на вибране завантаження відбувається автоматично. У випадку вимкнення даної опції, для переключення на вибране

завантаження, в рядку стану необхідно натиснути на кнопку  – **Застосувати**.

### Виведення форм коливань конструкції

- В рядку стану в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний четвертому завантаженню.
- Для відображення схеми з урахуванням переміщень вузлів натисніть на кнопку  – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).
- Для відключення відображення мозаїки зусилля **N**, натисніть на кнопку  – **Мозаїка N** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Виведіть першу форму коливань, натиснувши на кнопку  – **Форми коливань** в розкритому списку **НДС схеми** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення другої форми коливань четвертого завантаження, в рядку стану в розкритому списку **Номер форми (складової, періоду)** виберіть рядок відповідний другій формі коливань.

### Перегляд анімації другої форми коливань

- Щоб перейти в режим просторової моделі, відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Просторова модель (3D-графіка)** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- Для перегляду анімації другої форми коливань четвертого завантаження, за допомогою команд управління виберіть потрібний ракурс відображення розрахункової схеми і після цього натисніть на кнопку  – **Показати анімацію коливань** (панель **Анімація** на вкладці **3D Вигляд**).
- В діалоговому вікні **Колівання** (рис. 5.27) натисніть на кнопку  – **Відтворити анімацію**.

- Закрийте діалогове вікно **Коливання** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

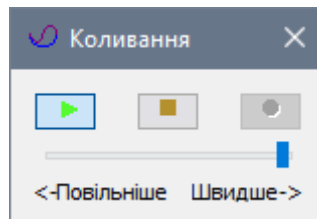






Рис. 5.27. Діалогове вікно **Коливання**

- Для повернення до перегляду та аналізу результатів статичного і динамічного розрахунків, закрийте вікно просторової моделі або натисніть на кнопку  – **Скінченноелементна модель** (панель **Повернення** на вкладці **3D Вигляд**).

#### Виведення на екран номерів елементів

- В діалоговому вікні **Показати** перейдіть на першу закладку **Елементи** і встановіть прапорець **Номери елементів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

#### Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

- При увімкненій кнопці  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**, за допомогою курсору виділіть опорний елемент вежі №1.
- Для виводу на екран таблиці зі значенням розрахункових сполучень зусиль у виділеному елементі схеми виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 5.28) виділіть рядок **РСЗ розрахунків**.

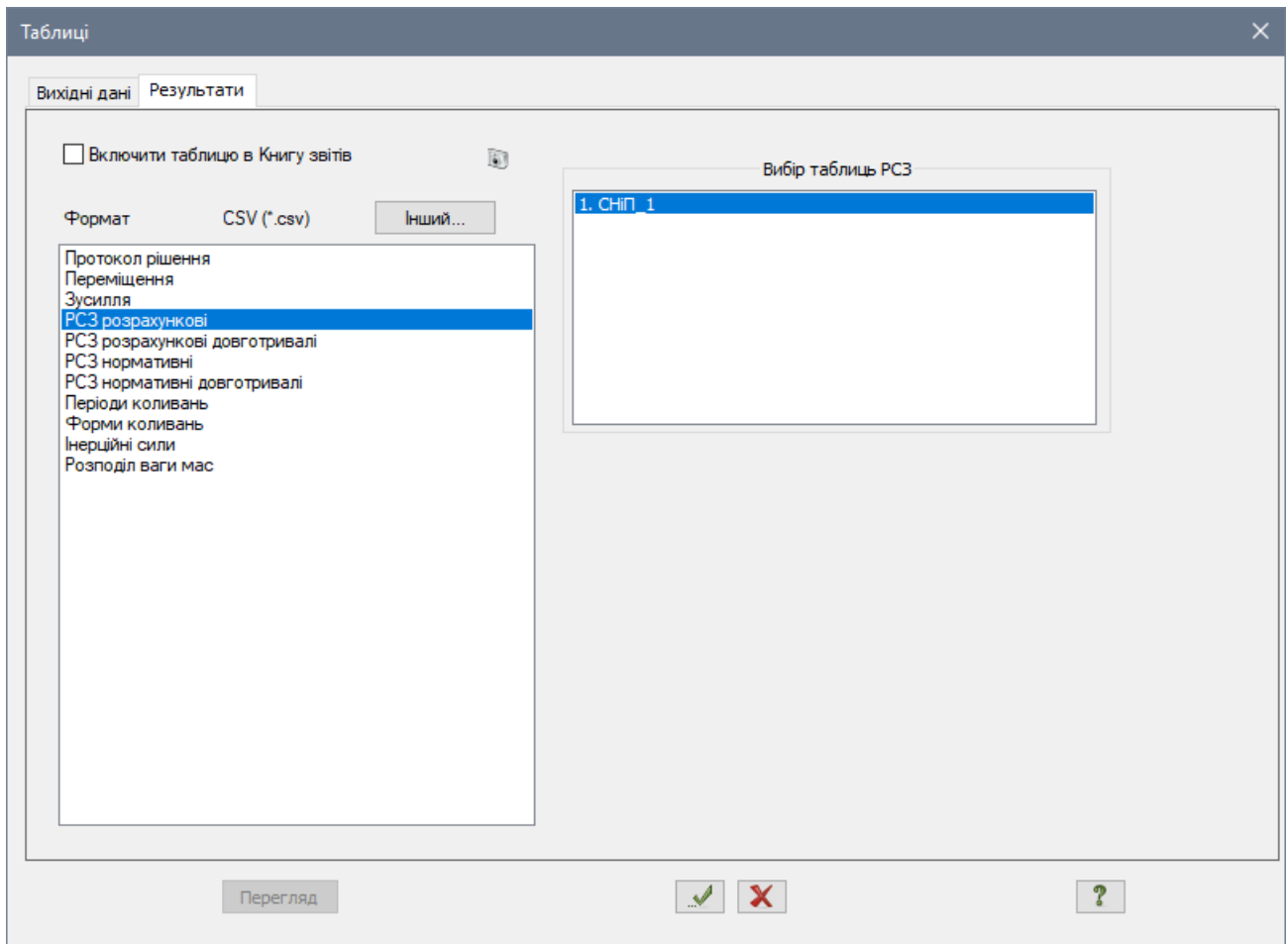



Рис. 5.28. Діалогове вікно Таблиці

- Для створення таблиці в форматі HTML, натисніть на кнопку **Інший**.
- В новому діалоговому вікні **Формат таблиць** (рис. 5.29) увімкніть радіо-кнопку **HTML** і натисніть на кнопку **Підтвердити**.
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

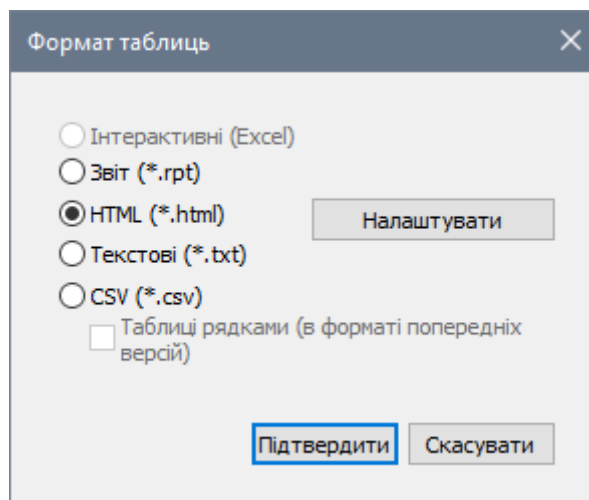


Рис. 5.29. Діалогове вікно Формат таблиць



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

При встановленні прапорця **Включити таблицю в Книгу звітів** таблиця буде створена тільки в форматі CSV і вставлена в «Книгу звітів». Таблицю, яка знаходиться в «Книзі звітів», можна в подальшому оновлювати у випадку необхідності і верстати в звіт засобами «Книги звітів».

Щоб змінити формат створюваної таблиці, треба в діалоговому вікні **Таблиці** натиснути на кнопку **Інший...** і в діалоговому вікні **Формат таблиць** вибрати необхідний формат і натиснути на кнопку **Підтвердити** (для створення таблиць в текстовому форматі потрібно увімкнути радіо-кнопку **Текстові**. Для створення таблиць у форматі HTML потрібно увімкнути радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний макетувальник» потрібно увімкнути радіо-кнопку **Звіт**).

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

- У вікні Windows Internet Explorer відкривається таблиця 5.1.

Таблиця 5.1. РОЗРАХУНКОВІ СПОЛУЧЕННЯ

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	МК	МУ	QZ	MZ	QY	ЗАГРУЖЕНИЯ.
1	1	2	1		A1	.....	0	0	.....	0	0	1, 2,
		1	1		B1	.....	0	0	.....	0	0	1, -4,



В приведеній таблиці прийняті наступні позначення:

1 колонка – **ЭЛМ** – номер елемента на розрахунковій схемі;

2 колонка – **НС** – номер перерізу стержневого елемента;

3 колонка – **КРТ** – критерій вибору розрахункового сполучення зусиль;

4 колонка – **СТ** – номер стовпчика коефіцієнтів розрахункових зусиль в таблиці РСЗ;

5 колонка – **КС** – відмітка про кранові та сейсмічні впливи у випадку, якщо ці впливи беруть участь в РСЗ;

6 колонка – індекси внутрішньої групи РСЗ – **A1, B1, C1, D1, A2, B2, C2, D2**, що розрізняються за тривалістю дії навантажень, що входять в сполучення.




Внутрішні групи для **1ПС** – групи **A1, B1, C1, D1** – формуються на основі критеріїв, обчислених по повним розрахунковим сполученням зусиль. Індексом **A1** позначаються РСЗ, котрі складаються із завантажень тривалої дії. Індексом **B1** позначаються РСЗ, котрі складаються з усіх завантажень незалежно від тривалості дії крім сейсмічної та інших особливих. Індексом **C1** позначаються РСЗ, котрі включають групу **B1** плюс сейсмічне завантаження. Індексом **D1** позначаються РСЗ, котрі включають групу **B1** плюс особливе (не сейсмічне) завантаження.

Внутрішні групи для **2ПС** формуються двоюко:

- групи **A2, B2** – на основі критеріїв, обчислених по тривалій частині нормативних (характеристичних) зусиль.


- групи **C2, D2** – на основі повних нормативних зусиль

Група **A2** – включає тільки постійні і тривалі завантаження. Група **B2** – включає постійні, тривалі і короточасні завантаження (окрім миттєвого). Група **C2** – включає всі задані завантаження незалежно від тривалості дії окрім сейсмічної та інших особливих. Група **D2** – включає групу **C2** плюс сейсмічне завантаження.

- Для того щоб закрити таблицю, у вікні Windows Internet Explorer натисніть на кнопку  – **Закрити**.
- Закрийте діалогове вікно **Таблиці** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Для переключення в режим результатів статичного розрахунку, виберіть команду  – **Форма переміщень** в розкритому списку **НДС схеми** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

## Етап 12. Розрахунок навантаження на фрагмент




### Виведення на екран номерів вузлів

- В діалоговому вікні **Показати** перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

### Розрахунок навантаження на фрагмент




*Інформацією для розрахунку навантажень на фрагмент є:*  
 - номери вузлів, в яких має бути обчислене навантаження;  
 - номери елементів, які передають навантаження на ці вузли;  
 - кути повороту вузлів навколо осі Z глобальної системи координат.

- При увімкненій кнопці  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору** за допомогою курсору виділіть вузли №2 і 11.
- Для виділення елементів, які передають навантаження елементів на виділені вузли, натисніть на кнопку  – **Відмітити елементи, що примикають до відмічених вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Натисніть на кнопку  – **Розрахувати навантаження на фрагмент** (панель **Фрагмент** на вкладці **Розширений аналіз**).
- В діалоговому вікні **Розрахунок навантажень на фрагмент** (рис. 5.30) задайте наступні параметри:
  - В полі введення **Список елементів** натисніть на кнопку **Оновити**, для того щоб ввести номери виділених елементів у відповідне поле введення;
  - Для створення нової групи вузлів примикання фрагменту на тисніть на кнопку **Створити**;
  - В поле введення **Список вузлів** натисніть на кнопку **Оновити**, для того щоб ввести номери виділених вузлів у відповідне поле введення.
- Після цього натисніть на кнопку **Виконати розрахунок**.



*Дані для розрахунку навантаження на фрагмент можна також задати перед запуском задачі на розрахунок після закінчення формування розрахункової схеми. При цьому процес виділення вузлів та елементів залишається таким самим, а діалогове вікно **Розрахунок навантажень***

*на фрагмент* викликається натисканням на кнопку  – **Дані для розрахунку навантаження на фрагмент** (панель **Дод. розрахунки** на вкладці **Розрахунок**). Введення

*даних відтворюється натисканням на кнопку  – **Застосувати**.*

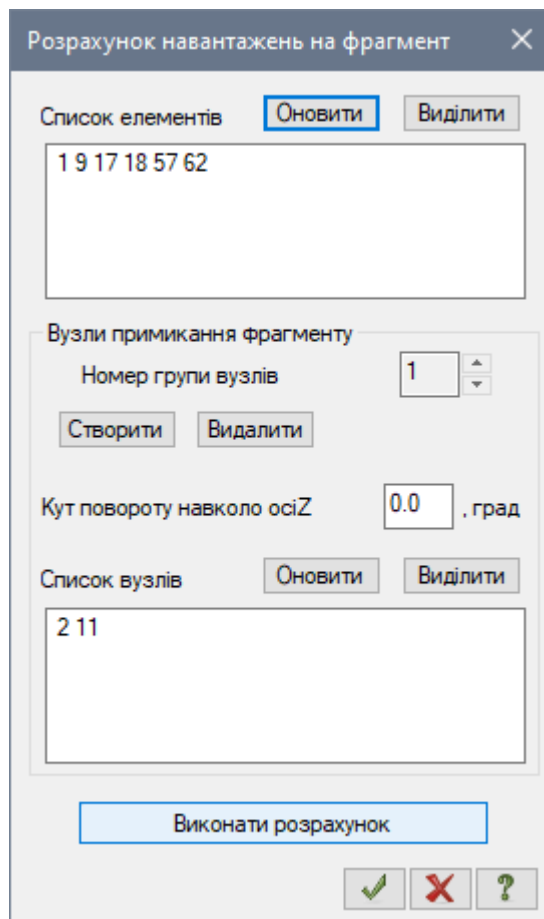






Рис. 5.30. Діалогове вікно Розрахунок навантаження на фрагмент


#### [Формування і перегляд таблиці результатів розрахунку навантаження на фрагмент](#)

- Для виведення на екран таблиці зі значенням навантажень на фрагмент у вузлах, виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** виділіть рядок **Навантаження на фрагмент**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно **Таблиці** натиснувши на кнопку  – **Закричь**.




#### [Корегування параметрів відображення](#)

- В діалоговому вікні **Показати** при активній закладці **Вузли** зніміть прапорець **Номера вузлів**.
- Далі перейдіть на першу закладку **Елементи** і зніміть прапорець **Номери елементів**.
- Після цього перейдіть на третю закладку **Загальні** і встановіть прапорець **Значення навантажень**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

#### [Виведення на екран значень навантажень на фрагмент у вузлах розрахункової схеми](#)

- В рядку стану в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Зніміть виділення з вузлів та елементів натиснувши на кнопку  – **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.



- Для відображення навантаження на фрагмент у вигляді сил, виберіть команду  **G** – **Сили в глобальній системі** в розкритому списку **Мозаїка/вектори** (панель **Результат** на вкладці **Розширений аналіз**).
- Виведіть на екран значення сил на вузли фрагменту за напрямом Z натиснувши на кнопку  – **Навантаження на фрагмент уздовж Z** (панель **Фрагмент** на вкладці **Розширений аналіз**).
- Для виведення значень сил на вузли фрагменту за напрямом X натисніть на кнопку  – **Навантаження на фрагмент уздовж X** (панель **Фрагмент** на вкладці **Розширений аналіз**).

## Приклад 6. Розрахунок циліндричного резервуара

### Цілі та задачі:

- скласти розрахункову схему циліндричного резервуара з дном;
- задати навантаження від власної ваги і від ваги рідини;
- застосувати для розрахункової схеми локальну систему координат вузлів;
- показати процедуру підбору арматури.

### Вихідні дані:

Залізобетонний резервуар радіусом  $R = 2$  м і висотою  $H = 3$  м.

Матеріал резервуара – залізобетон В25.

Товщина стінки  $d = 15$  см і товщина дна  $h = 20$  см.



### Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага;
- завантаження 2 – внутрішній тиск води.

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:

Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 6.1) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **06\_резервуар 3Б**;
  - в розкривному списку **Ознака схеми** виберіть рядок 5 – Шість ступенів свободи у вузлі.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

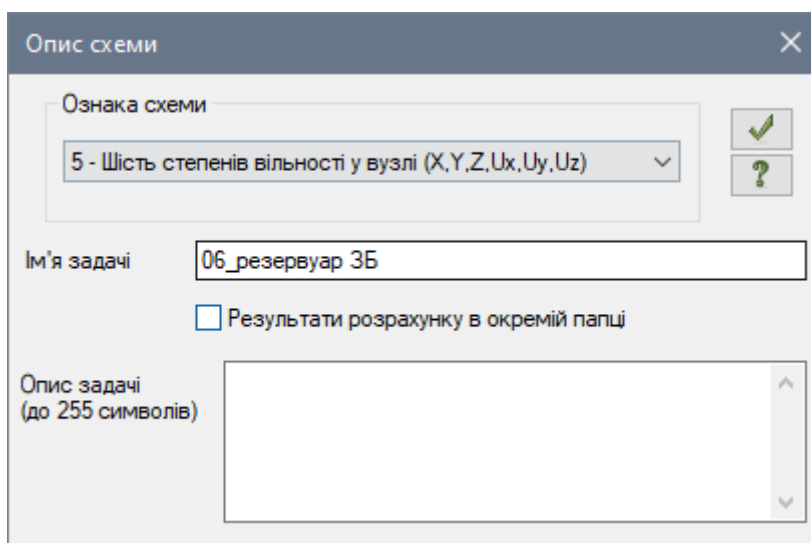




Рис. 6.1. Діалогове вікно Опис схеми



Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в

меню **Програми** в розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкритому

списку **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів 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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми



Оскільки дана розрахункова схема і навантаження є центрально симетричними, ми можемо розраховувати чверть резервуара, призначаючи при цьому в'язі симетрії на площині відсікання.

### Створення стінок резервуара



- Відкрийте діалогове вікно **Поверхні обертання** натиснувши на кнопку  – **Поверхні обертання** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте параметри, які необхідні для генерації циліндру (рис. 6.2):
  - радіус циліндру -  $R = 2$  м;
  - висота циліндру -  $H = 3$  м;
  - розбивка стінки резервуара на кінцеві елементи по вертикалі -  $n1 = 20$ , по колу -  $n2 = 9$ ;
  - кут сектора  $fi = 90^\circ$ .
  - решта параметрів приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



Рис. 6.2. Діалогове вікно Поверхні обертання

#### Створення дна резервуара




- В діалоговому вікні **Поверхні обертання** перейдіть на другу закладку генерації конуса і задайте наступні параметри (рис. 6.3):
  - верхній радіус конуса –  $r = 0$  м;
  - нижній радіус конуса -  $R = 2$  м;
  - висота конуса -  $H = 0$  м;
  - розбивка дна резервуара на кінцеві елементи -  $n1 = 10$ ,  $n2 = 9$ ;
  - кут сектора  $fi = 90^\circ$ .
  - решта параметрів приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



Рис. 6.3. Діалогове вікно Поверхні обертання

#### [Упаковка схеми](#)

- Натиснувши на кнопку  – **Упаковка схеми** (панель **Редагування** на вкладці **Створення і редагування**) відкрийте діалогове вікно **Упаковка** (рис. 6.4).
- В цьому вікні натисніть на кнопку  – **Застосувати** (Упаковка схеми проводиться для зшивання співпадаючих вузлів та елементів, а також для безповоротного виключення з розрахункової схеми видалених вузлів та елементів).

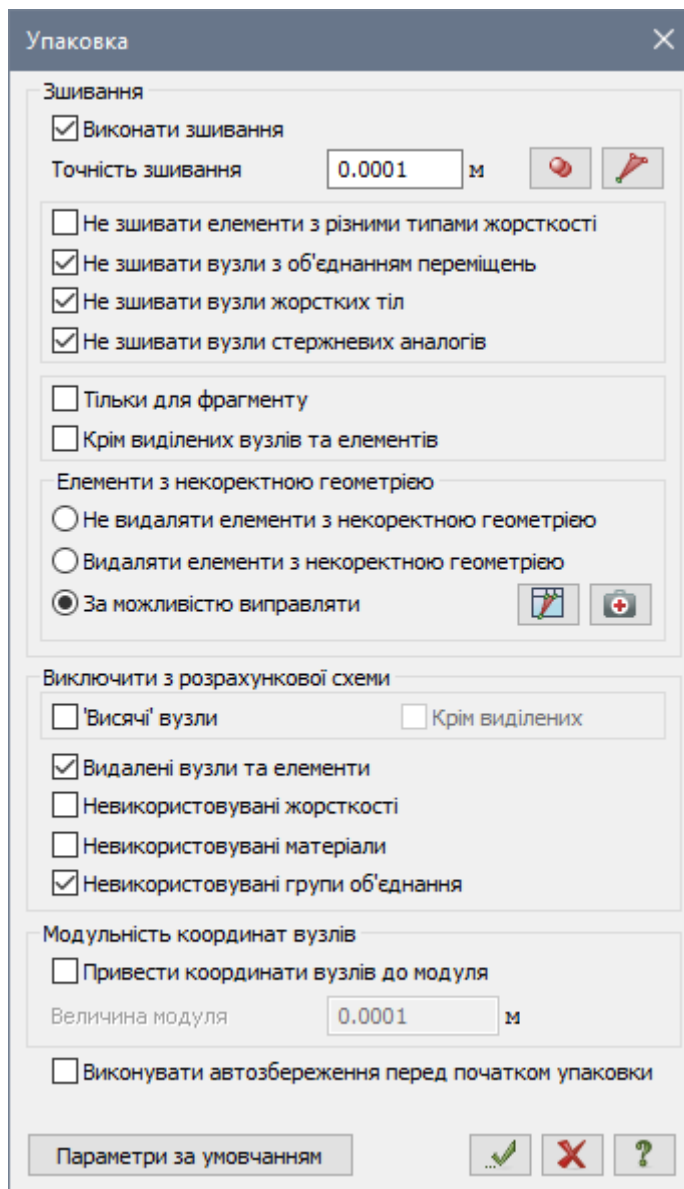



Рис. 6.4. Діалогове вікно Упаковка

### Збереження інформації про розрахункову схему



- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **06\_резервуар ЗБ**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка – **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

### Етап 3. Призначення локальної системи координат вузлам розрахункової схеми

#### Виділення вузлів



Для призначення локальної системи координат, треба відмітити всі вузли розрахункової схеми, за виключенням центрального вузла дна з номером 301 (0;0;0).

- Натисканням на кнопку  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна) відкрийте діалогове вікно **ПоліФільтр** (рис. 6.5).
- В цьому вікні встановіть прапорець **За номерами вузлів** і у відповідному полі введіть номери вузлів **1 – 300**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

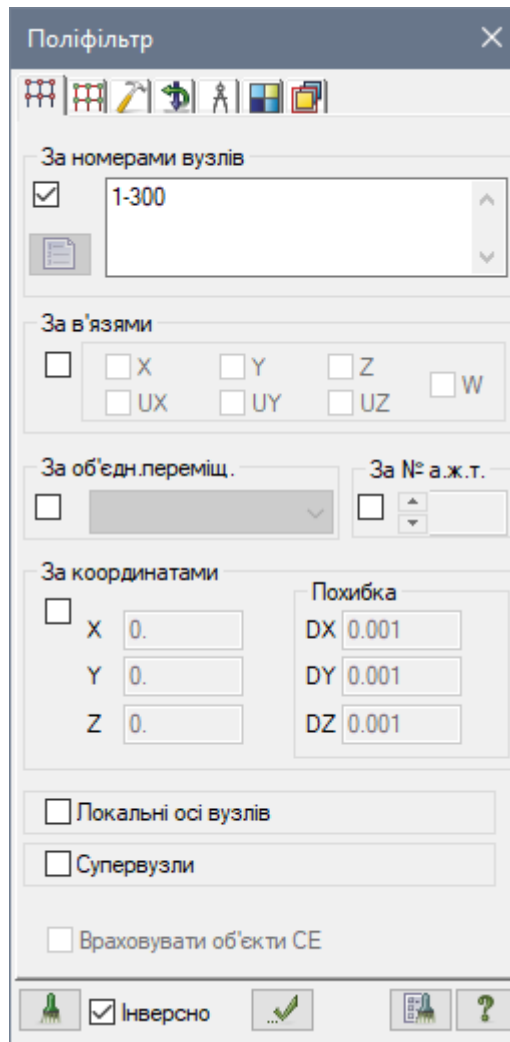



Рис. 6.5. Діалогове вікно ПоліФільтр

#### Призначення локальної системи координат



Після виділення вузлів або елементів розрахункової схеми для стрічкового виду інтерфейсу виводяться контекстні вкладки стрічки. Кожна із контекстних вкладок містить операції, які відносяться до виділених об'єктів або вибраної команди. Контекстна вкладка закривається після завершення роботи з командою або зняття виділення з об'єктів. Контекстні вкладки, призначені для роботи з вузлами або елементами схеми, містять команди тільки по створенню та редагуванню схеми і не можуть бути викликані із вкладок **Аналіз**, **Розширений аналіз**, **Залізобетон**, **Сталь**.

- Натисканням на кнопку  – **Локальні осі вузлів** (панель **Редагування вузлів** на контекстній вкладці **Вузли**) відкрийте діалогове вікно **Локальні осі вузлів** (рис. 6.6).
- В цьому вікні зніміть прапорець з координати **Z2** (таким чином, ми задаємо координату точки, від якої будуть йти місцеві осі **X**. Так як координата **Z** перемінна по висоті, ми знімаємо відповідний прапорець).

- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

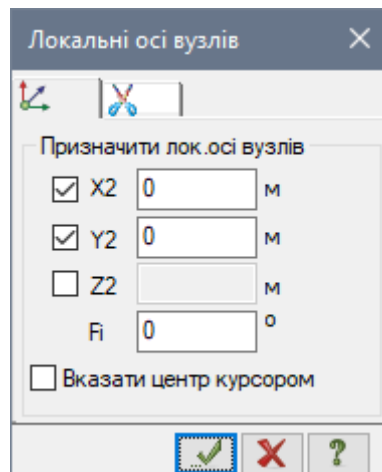






Рис. 6.6. Діалогове вікно Локальні осі вузлів

#### Етап 4. Задання варіантів конструювання

- Відкрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 6.7) натиснувши на кнопку  – **Варіанти конструювання схеми** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення і редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання:
  - в списку **Розрахунок перерізів по:** увімкніть радіо-кнопку **PC3**;
  - для вибору таблиці PC3 натисніть на кнопку  – **Додати/Редагувати таблицю PC3**;
  - в діалоговому вікні **Розрахункові сполучення зусиль** натисніть на кнопку  – **Підтвердити**;
  - решта параметрів діалогового вікна **Варіанти конструювання** приймаються за умовчанням.
- Після цього в діалоговому вікні **Варіанти конструювання** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



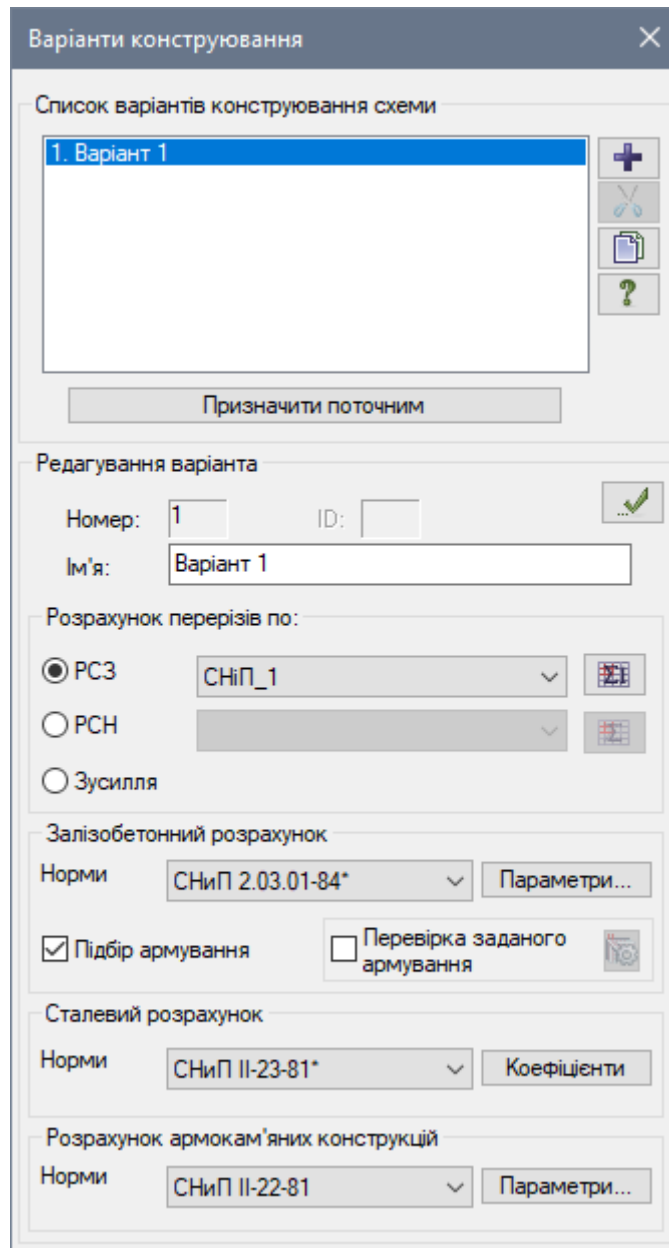



Рис. 6.7. Діалогове вікно Варіанти конструювання

- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

## Етап 5. Задання параметрів жорсткості і параметрів матеріалів елементам резервуара

### Формування типів жорсткості

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 6.8,а).
- В цьому вікні натисніть на кнопку **Додати** та в діалоговому вікні **Додати жорсткість** (бібліотеці характеристик жорсткості) виберіть четверту закладку чисельного опису жорсткості (рис. 6.8,б).
- Виберіть подвійним натисканням миші на елементі графічного списку тип перерізу **Пластини**.

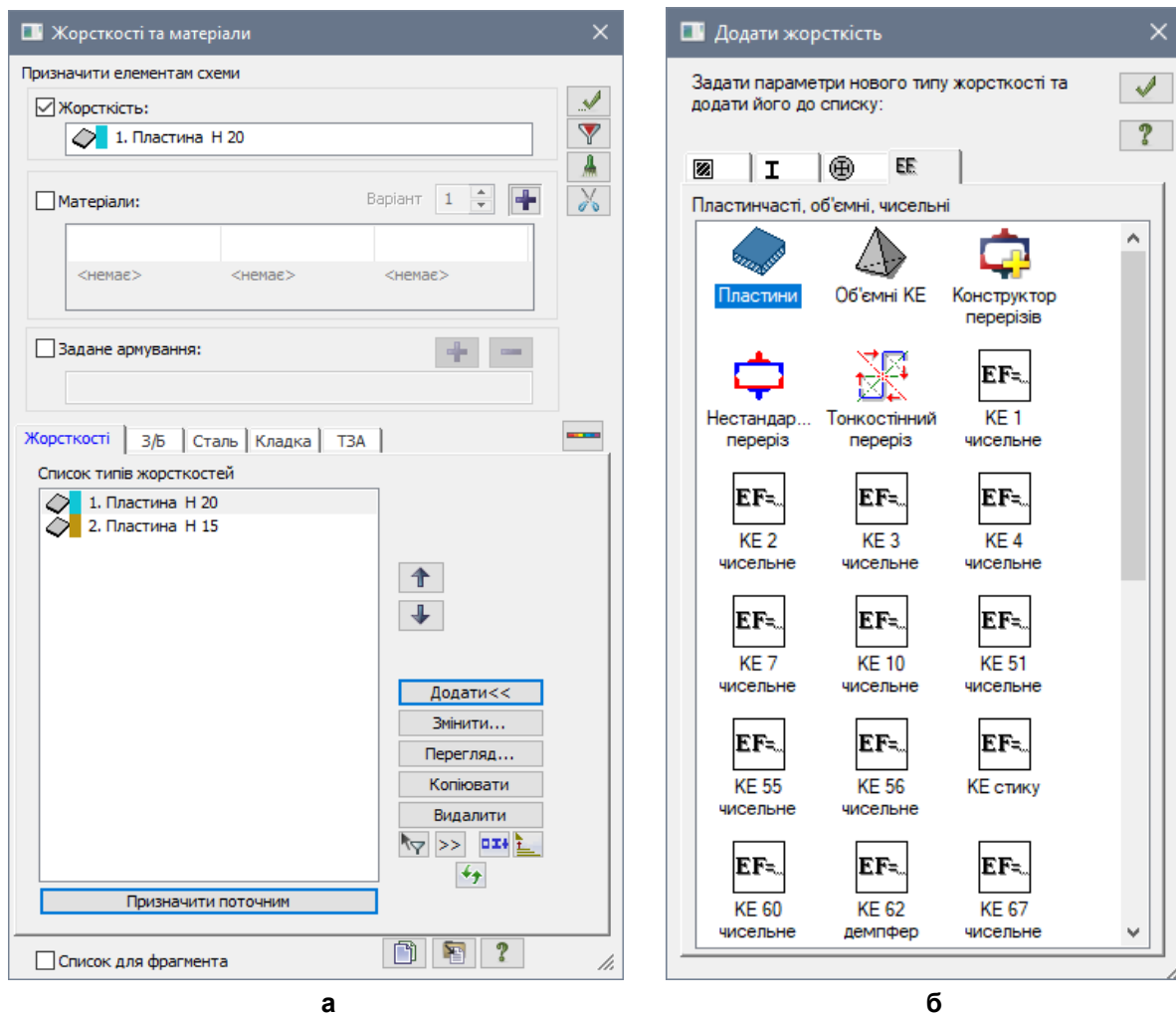


Рис. 6.8. Діалогові вікна а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість




- В діалоговому вікні **Задання жорсткості для пластин** (рис. 6.9) задайте параметри перерізу **Пластини** (для дна):
  - модуль пружності –  $E = 3e6 \text{ т/м}^2$  (при англійській розкладці клавіатури);
  - коеф. Пуассона –  $\nu = 0.2$ ;
  - товщина –  $H = 20 \text{ см}$ ;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.75 \text{ т/м}^3$ .
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 6.9. Діалогове вікно Задання жорсткості для пластин

- Ще раз подвійним натисканням виберіть тип перерізу **Пластини**.
- В новому вікні **Задання жорсткості для пластин** задайте параметри перерізу **Пластини** (для стінки):
  - товщина – **H** = 15 см;
  - решта параметрів приймаються як для попередньої жорсткості.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

#### Задання матеріалів для залізобетонних конструкцій

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на другу закладку **З/Б (Задання параметрів для залізобетонних конструкцій)**.
- При увімкненій радіо-кнопці **Тип** натисніть на кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій** (рис. 6.10), в якому виберіть перший рядок в списку **ТИП: ПЛАСТИНА** і після цього в правій частині вікна задайте наступні параметри для пластинчатих елементів:
  - в розкритому списку **Вид розрахунку** виберіть рядок **Оболонка**;
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.

- Після цього виберіть перший рядок в списку **БЕТОН** і в правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - в розкритому списку **Клас бетону** виберіть рядок **В30**;
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.
- Далі виберіть перший рядок в списку **АРМАТУРА** і в правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - в розкритому списку **Поперечна арматура** виберіть рядок **A-I**;
  - решта параметрів залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

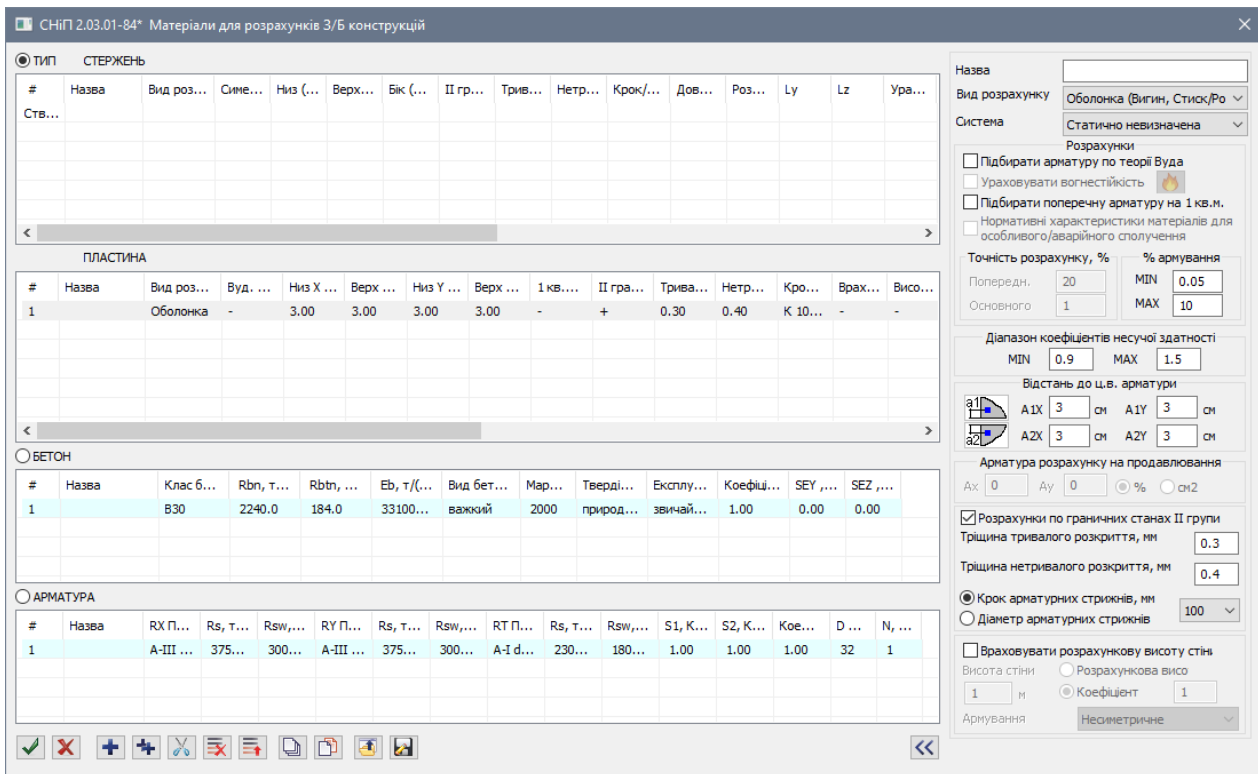




Рис. 6.10. Діалогове вікно Матеріали для розрахунків 3/Б конструкцій

### Призначення жорсткостей та матеріалів елементам резервуара



- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** встановіть прапорець **Матеріали** в полі **Призначити елементам схеми** (при цьому в списку поточного типу жорсткості має бути встановлена жорсткість – **2.Пластина Н 15**, а в списку поточних матеріалів мають бути встановлені в якості поточних: тип – **1.оболонка**, клас бетону – **1.В30** і клас арматури – **1.А-III**).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка блоку з вузлами** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Вкажіть курсором у будь-який вузол або елемент стінки (вузли та елементи стінки забарвлені в червоний колір).
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити** (з елементів знімається виділення. Це свідчення того, що виділеним елементам призначена поточна комбінація жорсткості і матеріалу).
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на першу закладку **Жорсткості** і в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1.Пластина Н 20**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Вкажіть курсором у будь-який вузол або елемент дна.

- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.

### Етап 6. Задання граничних умов



Оскільки вузлам розрахункової схеми призначена локальна система координат, то граничні умови, що накладаються на ці вузли, будуть відповідати цій системі координат.

- Натисканням на кнопку  – **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 6.11).
- В цьому вікні, за допомогою встановлення прапорців, відмітьте напрями, по яким заборонені переміщення вузлів: **Y**, **UX** і **UZ** (ці напрями відповідають в'язям симетрії на площині відсікання).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах** (всі вузли забарвлюються в синій колір, а в списку **Комбінації в'язей** додається рядок призначеної комбінації в'язей).

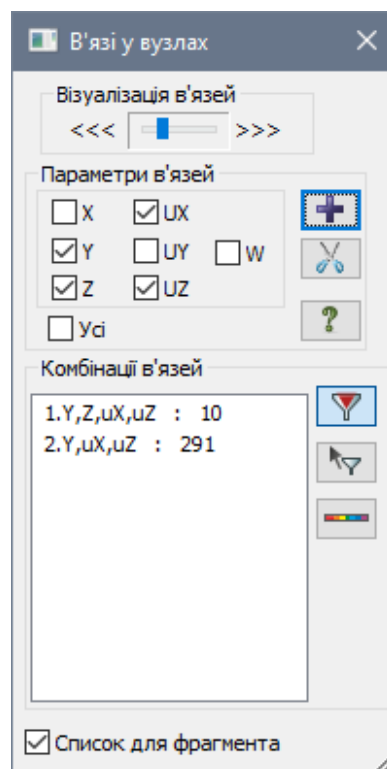









Рис. 6.11. Діалогове вікно **В'язі у вузлах**

- Перейдіть в ізометричну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Ізометрична проекція** на панелі інструментів **Проекція** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів**, а після цього по кнопці  – **Полігональна відмітка** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою лівої клавіші миші задайте замкнутий контур навколо вузлів стику дна зі стінкою (також вузли стику дна зі стінкою можна просто вказати на схемі за допомогою курсора).
- В діалоговому вікні **В'язі у вузлах** відмітьте додаткові напрями, по яким заборонені переміщення вузлів (**Z**).
- Натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах**.

- Перейдіть в диметричну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.

## Етап 7. Задання навантажень

### Формування завантаження № 1

- Натисканням на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 6.12).
- В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі** і заданому коеф. надійності за навантаженням рівному 1, натисніть на кнопку  – **Застосувати** (у відповідності із заданою об'ємною вагою  $R_0$  елементи завантажуються навантаженням від власної ваги).

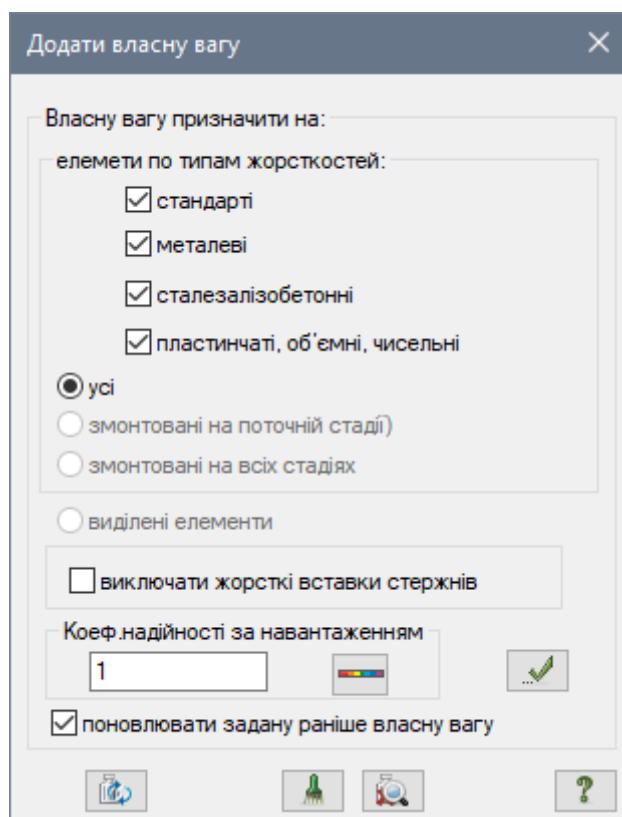





Рис. 6.12. Діалогове вікно **Додати власну вагу**

### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Після натискання на кнопку  – **Відмітка блоку** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору** вкажіть курсором в будь-який елемент дна.
- Відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження на пластини** (рис. 6.13) вибрав команду  – **Навантаження на пластини** в розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрям – вздовж осі **Z**.

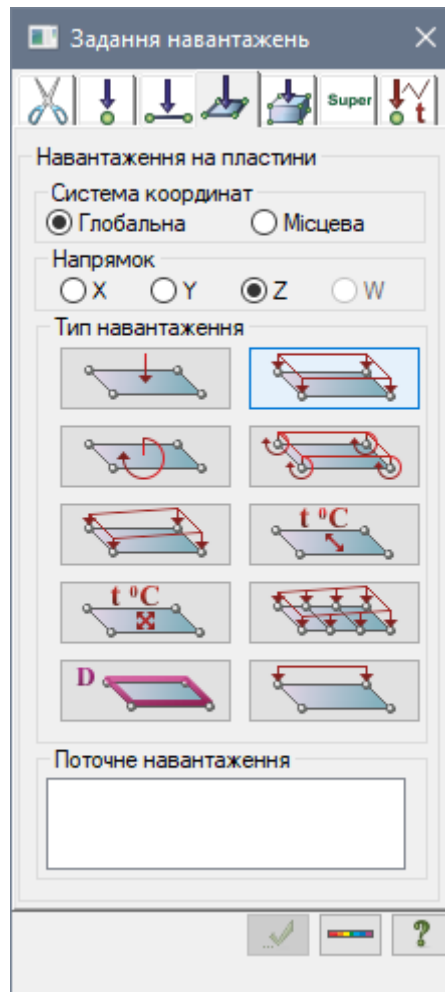



Рис. 6.13. Діалогове вікно Задання навантажень

- Натиснувши на кнопку рівномірно розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 3 \text{ т/м}^2$  (рис. 6.14).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

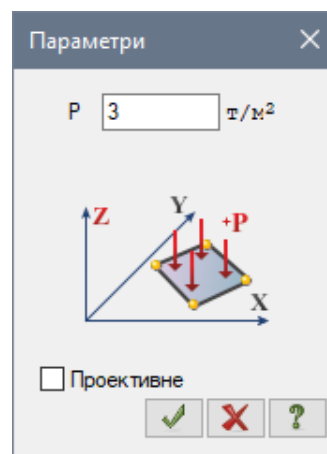



Рис. 6.14. Діалогове вікно Параметри

- Виділіть елементи стінки шляхом вказування курсором в будь-який елемент стінки резервуара при увімкненій функції відмітки блока.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натисканням по радіо-кнопці задайте систему координат **Місцева**.

- Натисканням по кнопці **трапецієвидного навантаження на групу пластин** відкрийте діалогове вікно **Нерівномірне навантаження**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p_1 = -3 \text{ т/м}^2$  і увімкніть радіо-кнопку **Уздовж осі Z** (рис. 6.14).
- Зніміть прапорець **Об'єднати в блок**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

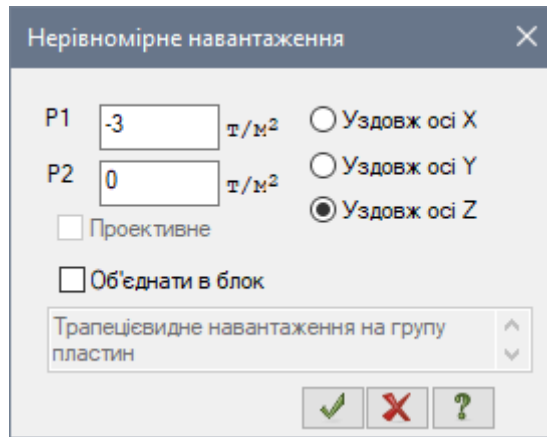





Рис. 6.15. Діалогове вікно Нерівномірне навантаження

#### [Задання розширеної інформації про завантаження](#)

- Відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 6.16) натиснувши на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні в списку завантажень виділіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Далі в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після цього в списку завантажень виділіть рядок відповідний другому завантаженню, і потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Тимчасове трив.** / **Тривале** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



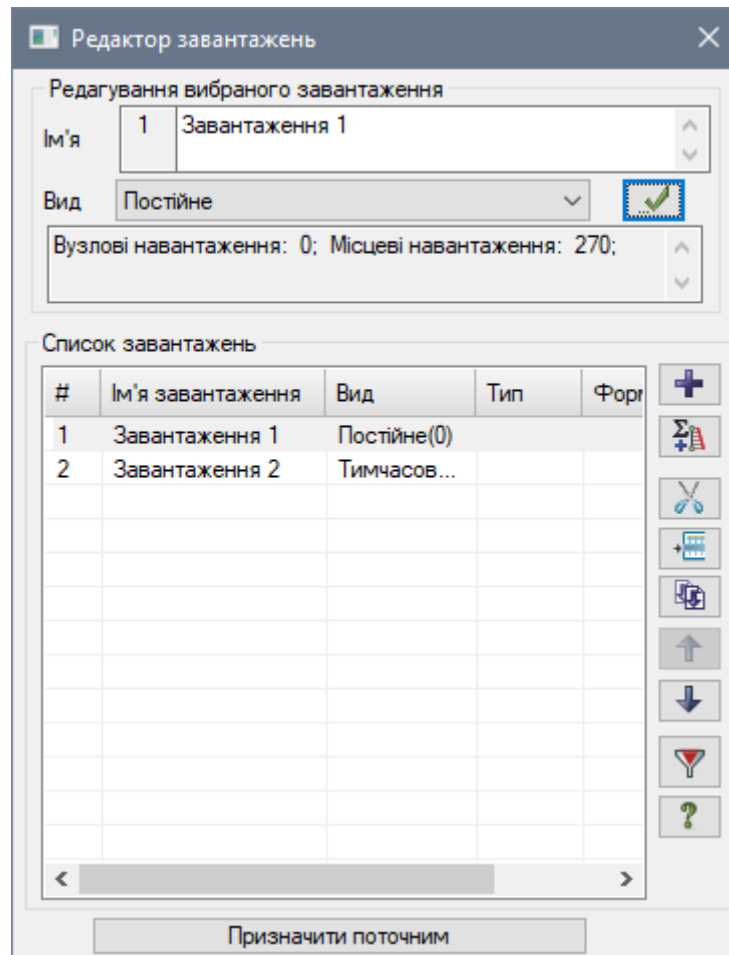



Рис. 6.16. Діалогове вікно Редактор завантажень



### Етап 8. Генерація таблиці РСЗ

- Натиснувши на кнопку  – **Таблиця РСЗ** (панель **РСЗ** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль** (рис. 6.17).



Так як вид завантажень задавався в діалоговому вікні Редактор завантажень (рис. 6.16) таблицю РСЗ можна сформуванати с параметрами, прийнятими за умовчанням для кожного

завантаження, натиснувши на кнопку  – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням**. Далі потрібно тільки змінити параметри для третього завантаження.

- В цьому вікні, при вибраних будівельних нормах **СНІП 2.01.07-85\***, для формування таблиці РСЗ зі значеннями, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження, натисніть на кнопку  – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням**.
- Після цього, для підтвердження призначення параметрів, прийнятих за умовчанням для кожного завантаження, натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

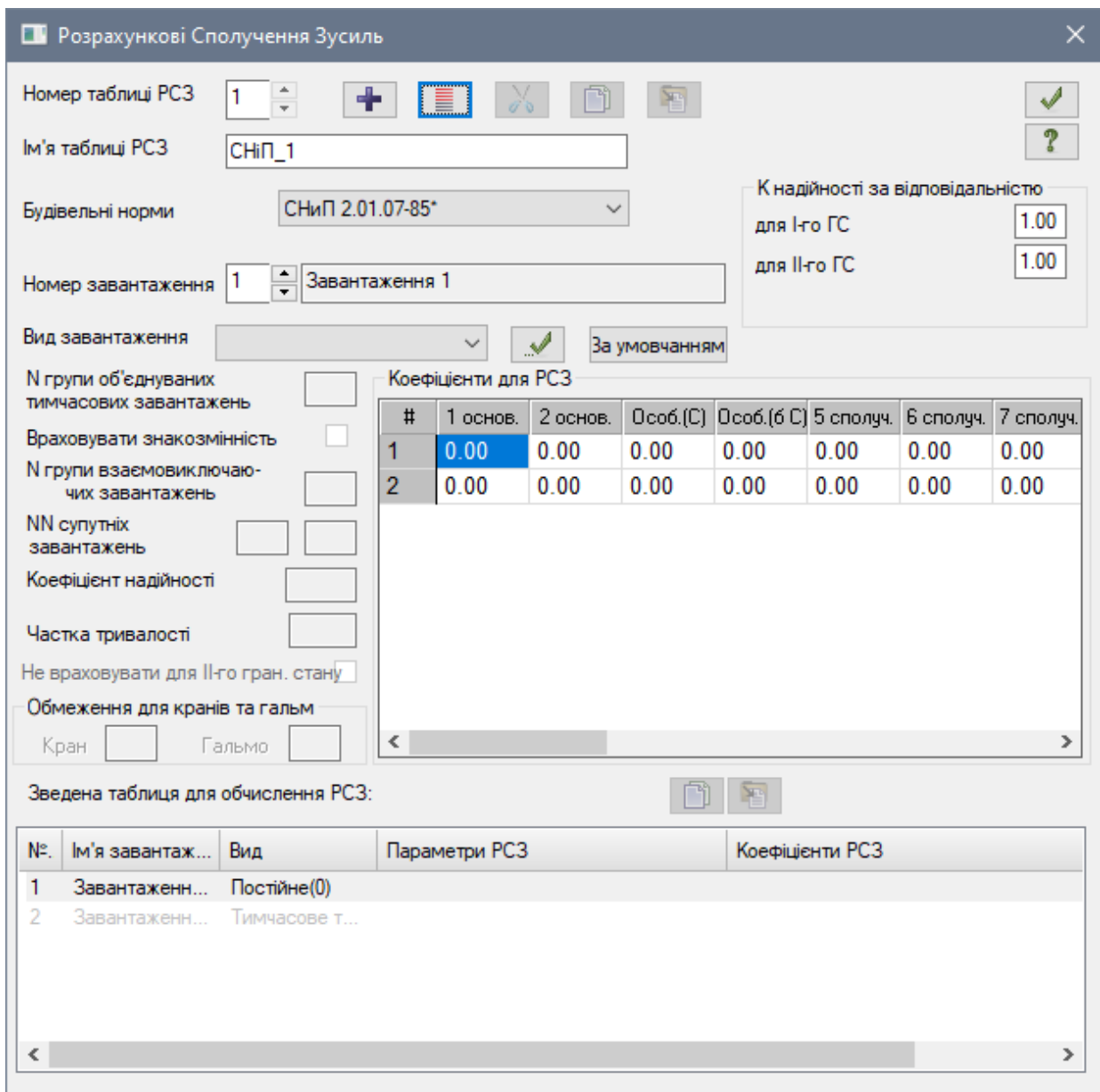



Рис. 6.17. Діалогове вікно Розрахункові сполучення зусиль

### Етап 9. Повний розрахунок схеми

- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – Виконати повний розрахунок (панель Розрахунок на вкладці Розрахунок).


### Етап 10. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку







Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного і динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

- У режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів.

Зміна номеру поточного завантаження

- В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню або натисніть на кнопку  – **Наступне завантаження**.

Вивід ізополів деформацій за напрямом локальної осі X на деформованій стінці резервуара

- Виділіть елементи стінки шляхом вказування курсором в будь-який елемент стінки резервуара при увімкненій функції відмітки блоку.
- Для відображення на екрані тільки виділених вузлів та елементів стінки, виконайте фрагментацію натисканням на кнопку  – **Фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Щоб вивести на екран ізополя переміщень за напрямом локальної осі X, виберіть команду  – **Ізополя переміщень в локальній системі** в розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  – **Ізополя переміщень по X(L)** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).
- Для представлення розрахункової схеми в проекції на площину YOZ (рис. 6.18), натисніть на кнопку  – **Проекція на YOZ** на панелі інструментів **Проекція**.

Завантаження 2

Ізополю переміщень по X(L)

Одиниці виміру - мм

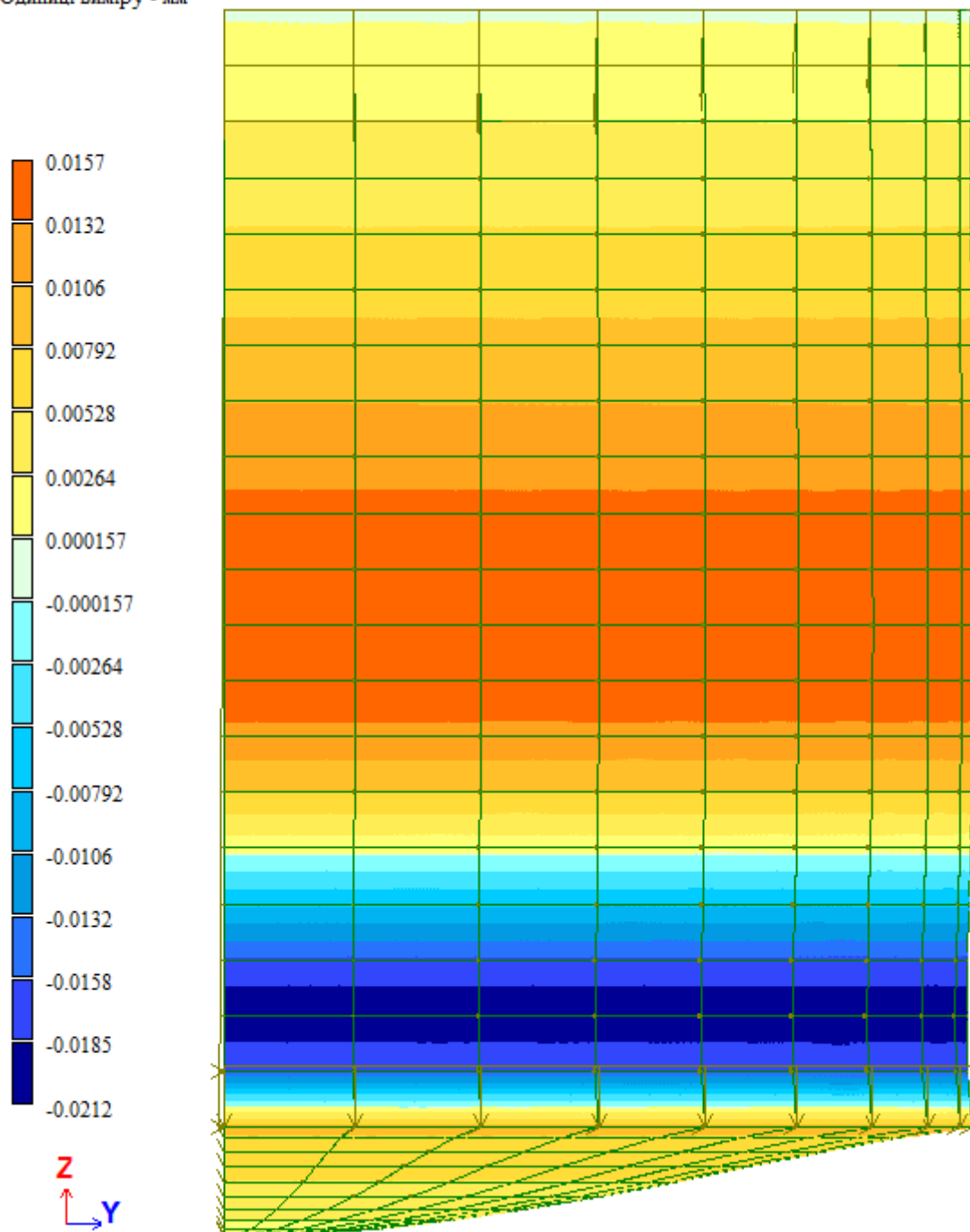







Рис. 6.18. Ізополю переміщень за напрямом локальної осі X в елементах стінки резервуара

- Для відновлення розрахункової схеми в первинному вигляді, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Перейдіть в диметричну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.

Вивід ізополів вертикальних переміщень дна на деформованій схемі

- Виділіть елементи дна шляхом вказування курсором в будь-який елемент стінки резервуара при увімкненій функції відмітки блоку.
- Для відображення на екрані тільки виділених вузлів та елементів стінки, виконайте фрагментацію натисканням на кнопку  – **Фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Щоб вивести на екран ізополя переміщень за напрямом глобальної осі Z (рис. 6.19), виберіть команду  – **ізополя переміщень в глобальній системі** в розкриттій списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  – **Ізополя переміщень по Z** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

Завантаження 2  
Ізополя переміщень по Z(G)  
Одиниці виміру - мм

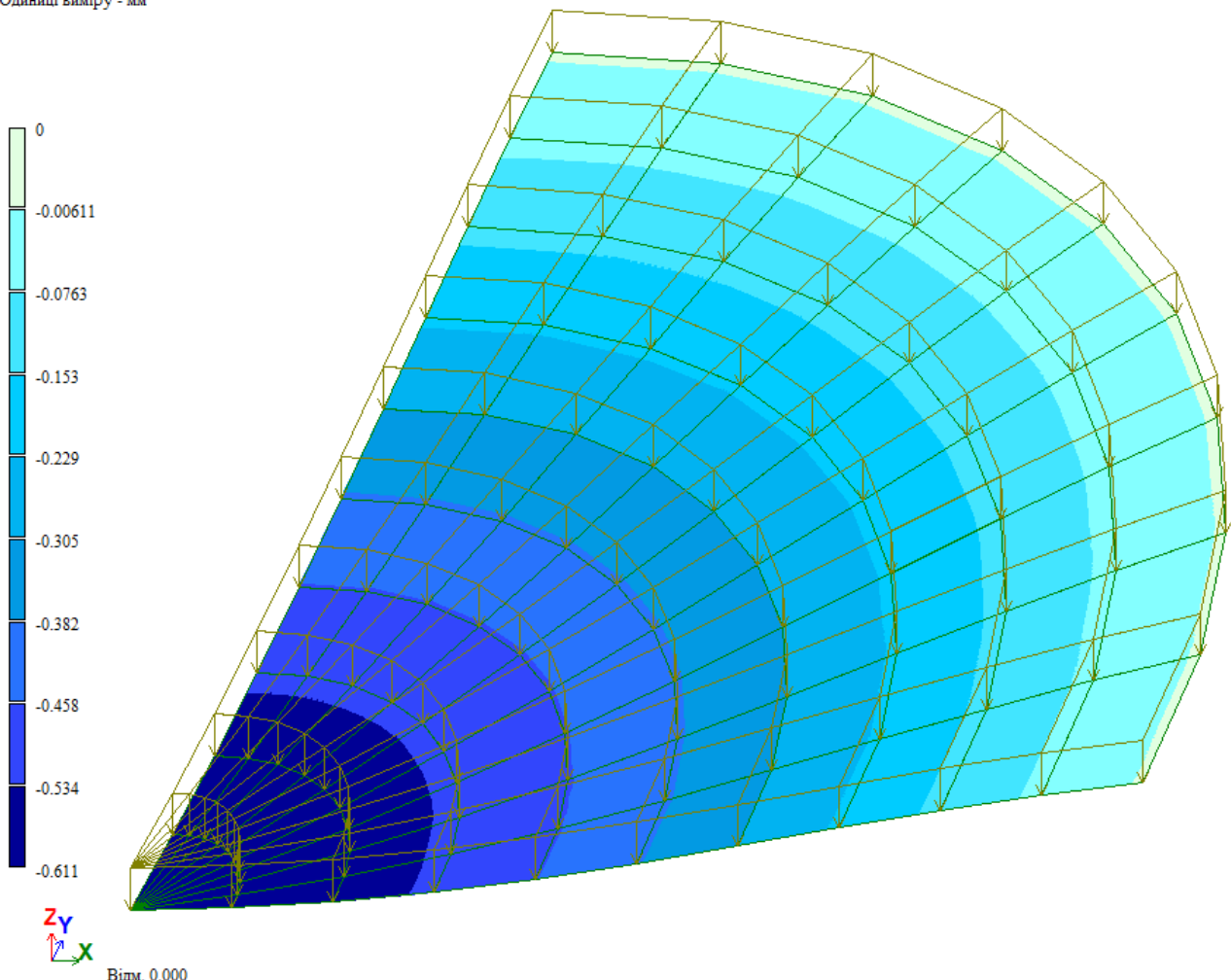







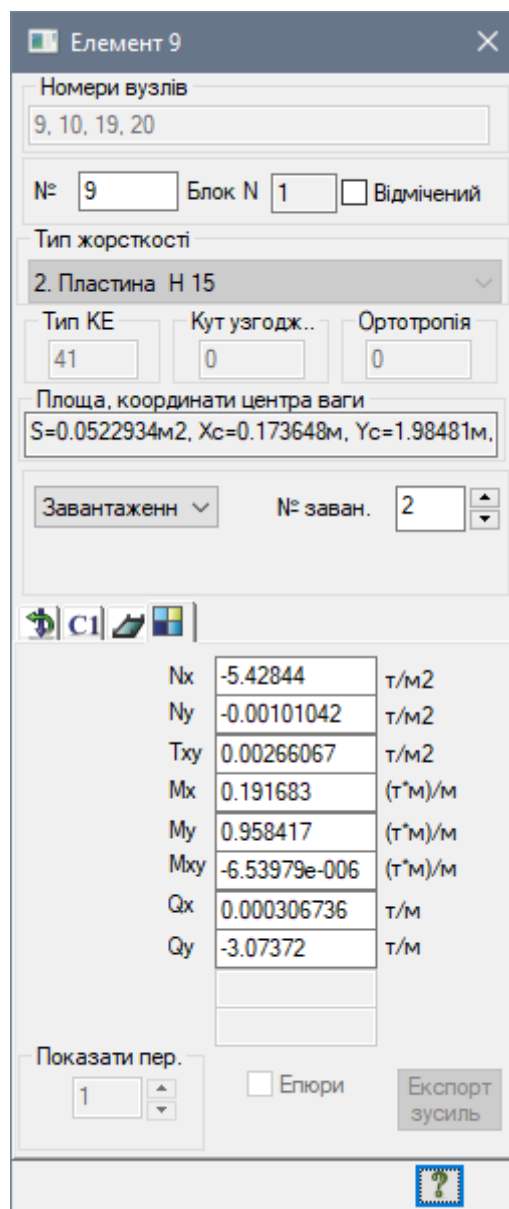


Рис. 6.19. Ізополя переміщень за напрямом глобальної осі Z в елементах дна резервуара

Вивід на екран мозаїк напружень

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по  $M_x$ , виберіть команду  – **Мозаїка напружень** в розкриттій списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  – **Мозаїка напружень по  $M_x$**  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по  $N_x$ , натисніть на кнопку  – **Мозаїка напружень по  $N_x$**  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).

- Для відновлення розрахункової схеми в первинному вигляді, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Для відображення схеми без мозаїки напружень по  $N_x$ , натисніть на кнопку  – **Мозаїка напружень по  $N_x$**  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення схеми без урахування переміщень вузлів натисніть на кнопку  – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести напруження в будь-якому з елементів нижньої частини стінки резервуара, натисніть на кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і після цього вкажіть курсором на один з елементів нижньої частини стінки резервуара. В наступному діалоговому вікні (рис. 6.20) наведені значення напружень.



**Елемент 9**

Номери вузлів  
9, 10, 19, 20

№ 9    Блок N 1     Відмічений

Тип жорсткості  
2. Пластина Н 15

Тип КЕ    Кут узгодж...    Ортотропія  
41    0    0

Площа, координати центра ваги  
S=0.0522934м<sup>2</sup>, X<sub>c</sub>=0.173648м, Y<sub>c</sub>=1.98481м.



Завантаженн    № заван. 2

$N_x$	-5.42844	т/м <sup>2</sup>
$N_y$	-0.00101042	т/м <sup>2</sup>
$T_{xy}$	0.00266067	т/м <sup>2</sup>
$M_x$	0.191683	(т*м)/м
$M_y$	0.958417	(т*м)/м
$M_{xy}$	-6.53979e-006	(т*м)/м
$Q_x$	0.000306736	т/м
$Q_y$	-3.07372	т/м

Показати пер. 1     Епюри    Експорт зусиль

Рис. 6.20. Діалогове вікно Інформація про елемент №

## Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями зусиль в елементах схеми виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 6.21) виділіть рядок **PC3 розрахункові**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



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 встановленні прапорця **Включити таблицю в Книгу звітів** таблиця буде створена тільки в форматі CSV і вставлена в **«Книгу звітів»**. Таблицю, яка знаходиться в **«Книзі звітів»**, можна в подальшому оновлювати у випадку необхідності і верстати в звіт засобами **«Книги звітів»**.

Щоб змінити формат створюваної таблиці, треба в діалоговому вікні **Таблиці** натиснути на кнопку **Інший...** і в діалоговому вікні **Формат таблиць** вибрати необхідний формат і натиснути на кнопку **Підтвердити** (для створення таблиць в текстовому форматі потрібно увімкнути радіо-кнопку **Текстові**. Для створення таблиць у форматі HTML потрібно увімкнути радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми **«Графічний макетувальник»** потрібно увімкнути радіо-кнопку **Звіт**).

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

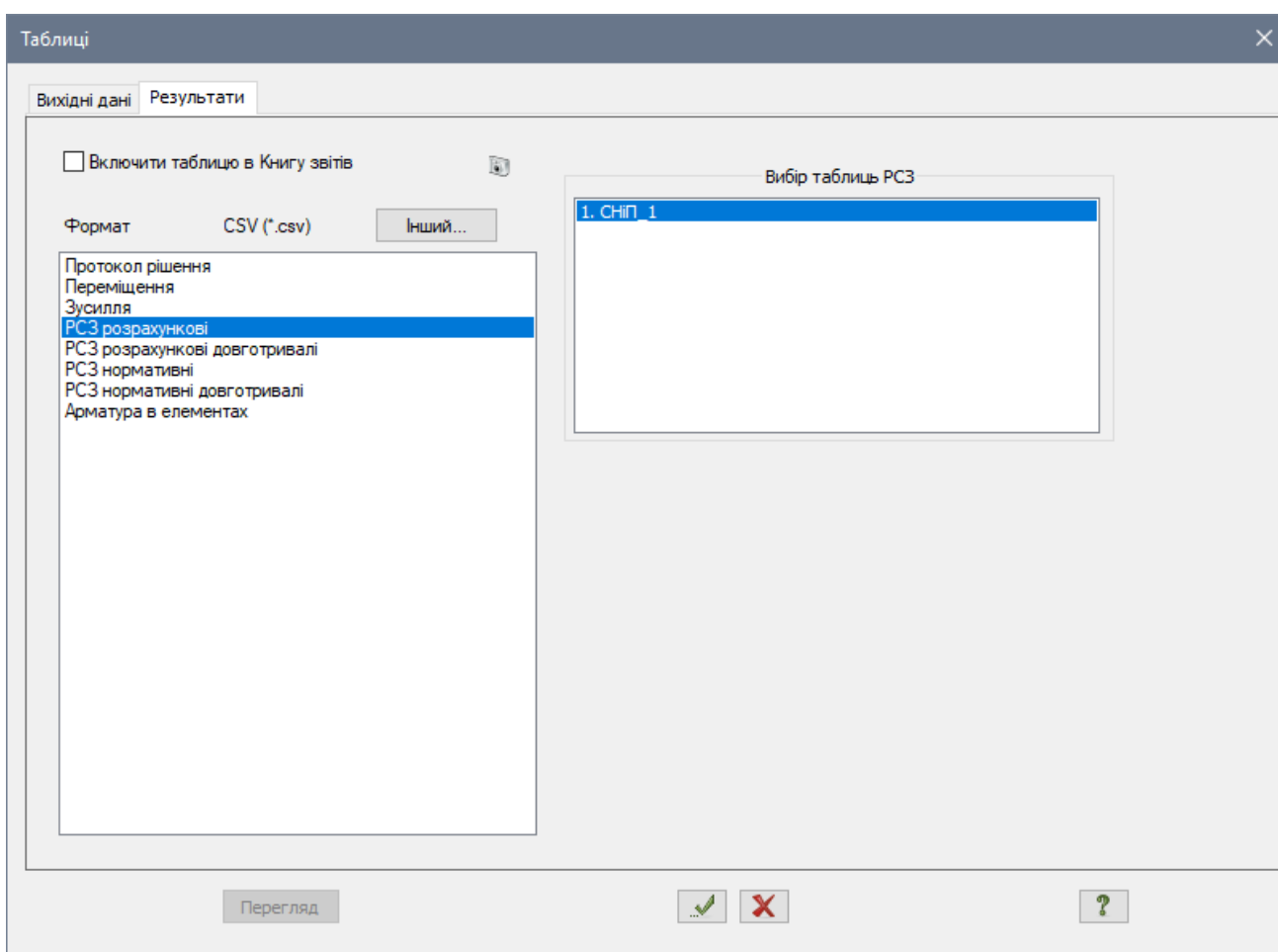



Рис. 6.21. Діалогове вікно Таблиці





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

### Етап 11. Перегляд і аналіз результатів конструювання





Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів армування здійснюється на вкладці **Залізобетон** (для стилю стрічкового інтерфейсу **Стрічка Плюс**).

#### Перегляд результатів армування

- Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному з пластинчастих кінцевих елементів, натисніть на кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-яких пластинчатий елемент.
- В діалоговому вікні, що з'явилося, перейдіть на закладку **Інформація про підбрану арматуру** (в цьому вікні міститься повна інформація про вибраний елемент, в тому числі і з результатами підбору арматури).
- Закрийте діалогове вікно натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі X1, натисніть на кнопку  – **Нижня арматура в пластинах уздовж осі X1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі Y1, натисніть на кнопку  – **Нижня арматура в пластинах уздовж осі Y1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).

#### Формування і перегляд таблиць результатів підбору арматури

- Відкрийте діалогове вікно **Таблиці**, вибравши команду  – **Таблиці результатів для ЖБ** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).
- В цьому вікні за умовчанням виділений рядок **Арматура в елементах**, а в полі **Варіанти конструювання** виділений рядок **1. Варіант1**.
- В полі **Арматура** увімкніть радіо-кнопку **в пластинах**.
- Для створення таблиці результатів підбору арматури в пластинчастих елементах натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



## Приклад 7. Нелінійний розрахунок двопрогінної балки з урахуванням повзучості бетону

### Цілі та задачі:

- скласти розрахункову схему двопрогінної балки;
- продемонструвати процедуру задання характеристик фізичної не лінійності матеріалів з урахуванням повзучості бетону і процедуру задання параметрів арматури;
- сформуванати таблицю моделювання нелінійних завантажень.

### Вихідні дані:

Схема балки та її закріплення показані на рис. 7.1.

Перерізи елементів балки показані на рис. 7.2.

Матеріал балки – залізобетон В25, арматура А-III.

Стан розрахункової схеми аналізується після 365 та 730 днів.

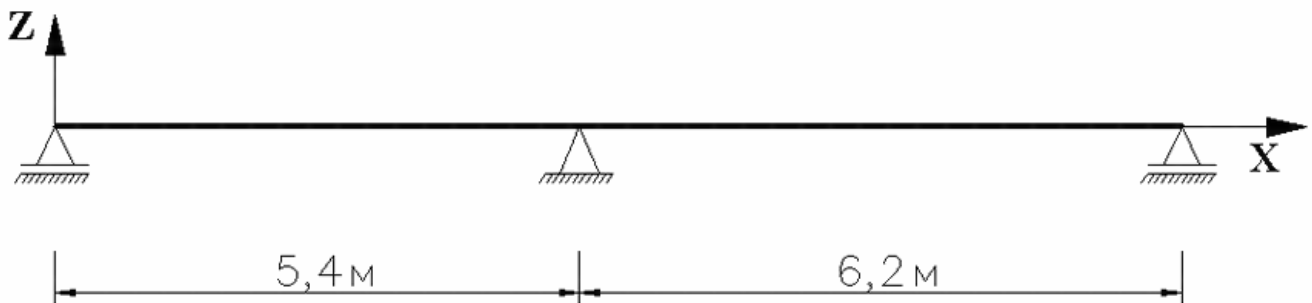


Рис. 7.1. Схема балки

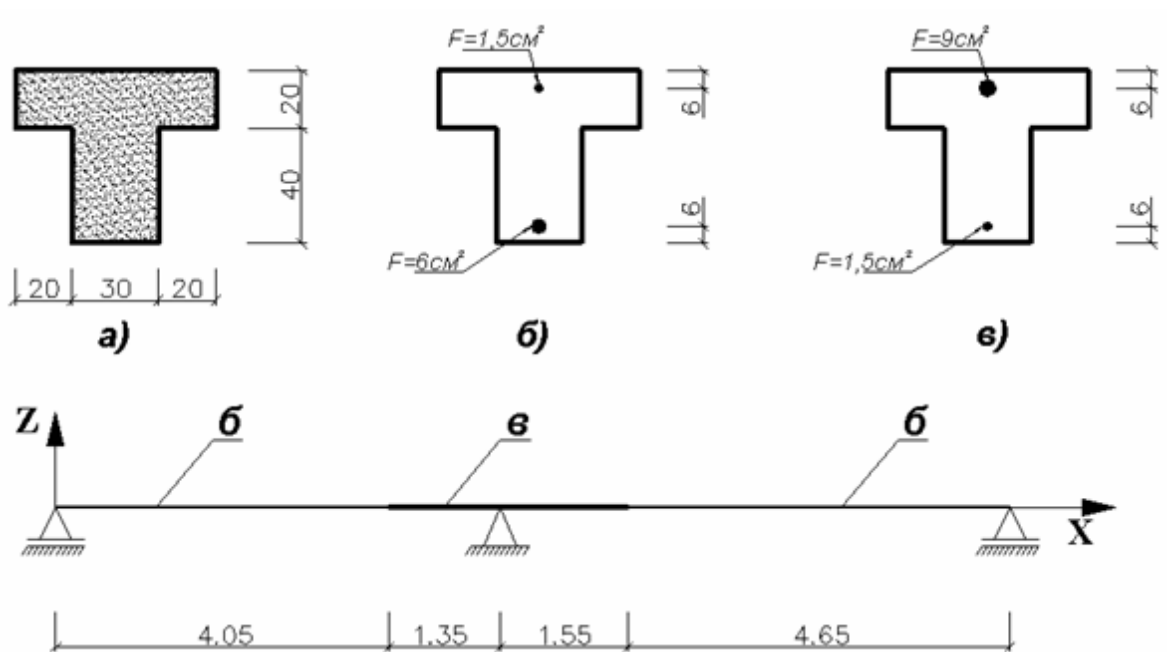


Рис. 7.2. Перерізи елементів балки: а) розміри перерізу; б) прогінний переріз; в) опорний переріз

### Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага (рис. 7.3);

Завантаження 1

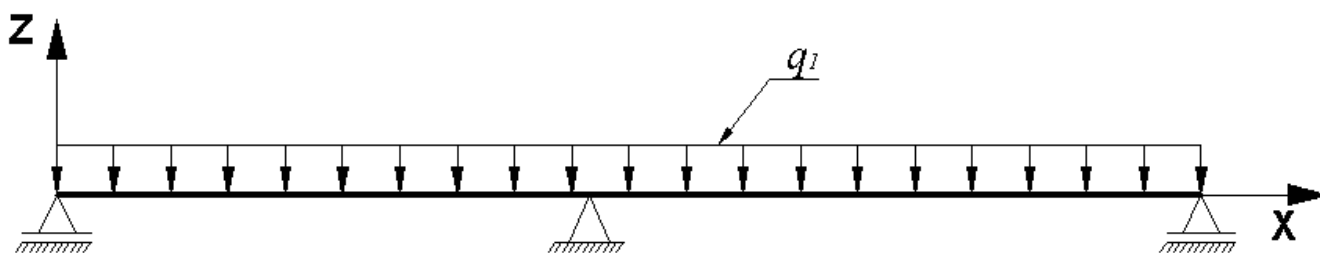


Рис. 7.3. Схема завантаження 1 балки

- завантаження 2 – рівномірно-розподілене  $q_2 = 0.3$  т/м (рис. 7.4);

Завантаження 2

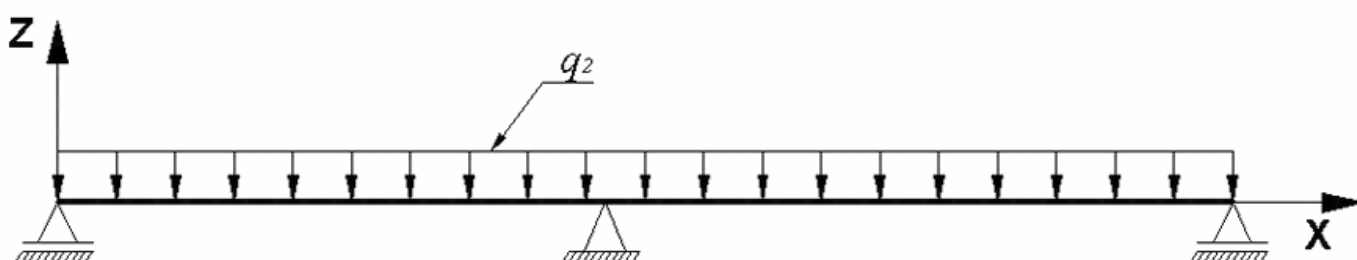


Рис. 7.4. Схема завантаження 2 балки

- завантаження 3 – рівномірно-розподілене в першому прогоні  $q_3 = 0.87$  т/м (рис. 7.5);

Завантаження 3

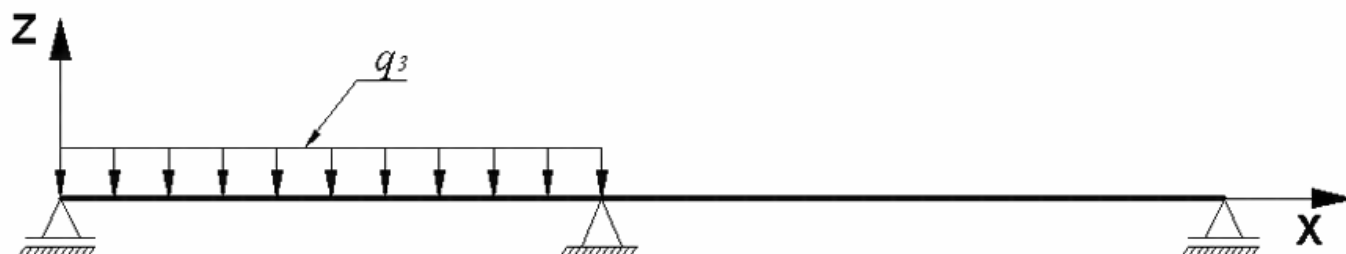


Рис. 7.5. Схема завантаження 3 балки

- завантаження 4 – рівномірно-розподілене в другому прогоні  $q_4 = 0.87$  т/м (рис. 7.6);

Завантаження 4

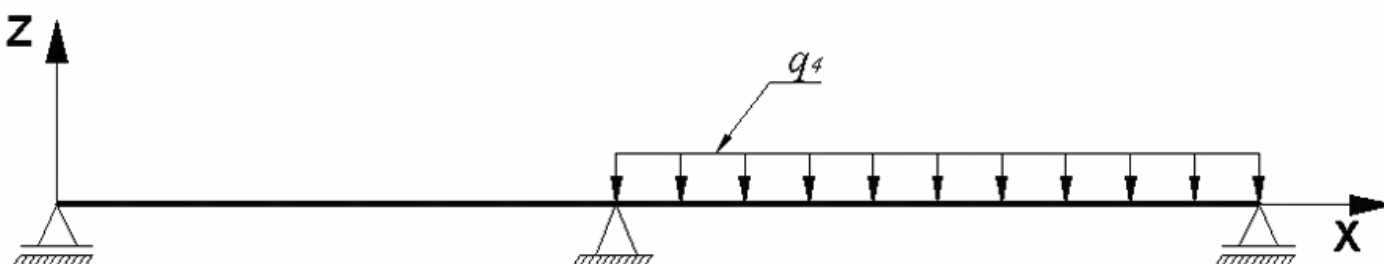




Рис. 7.6. Схема завантаження 4 балки

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:  
Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 7.7) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **07\_балка\_фіз\_нелін**;
  - в розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **2 – Три ступені свободи у вузлі (переміщення X,Z,Uy) X0Z**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

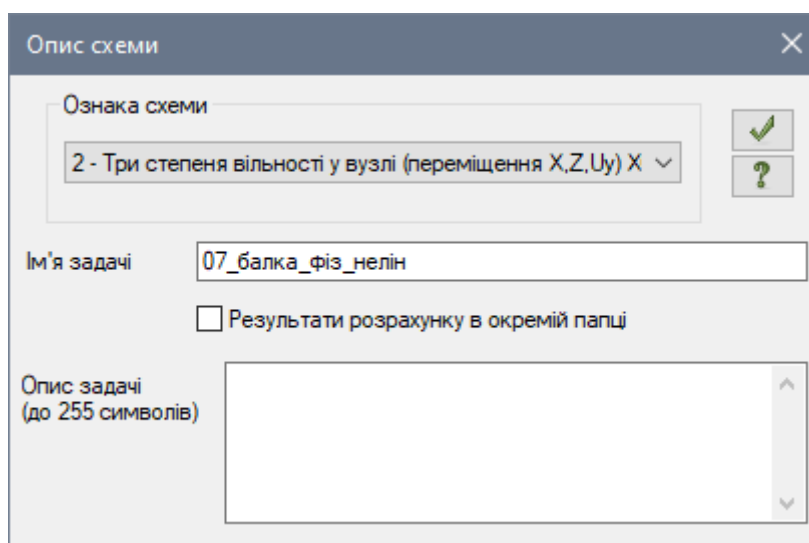




Рис. 7.7. Діалогове вікно **Опис схеми**




Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в

меню **Програми** в розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  **2 – Друга ознака схеми (Три ступені свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкритому списку


**Новий** виберіть команду  **2 – 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.

### Етап 2. Створення геометричної схеми балки

- Відкрийте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей** натиснувши на кнопку  – **Генерація регулярних фрагментів та сітей** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- Приймаємо поділ прогонів балки на 4 частини. Тому в цьому діалоговому вікні задайте наступні параметри:

- Крок вздовж першої осі:
 

L(м)	N
1.35	4
1.55	4.
  - Решта параметрів приймаються за умовчанням (рис. 7.8).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

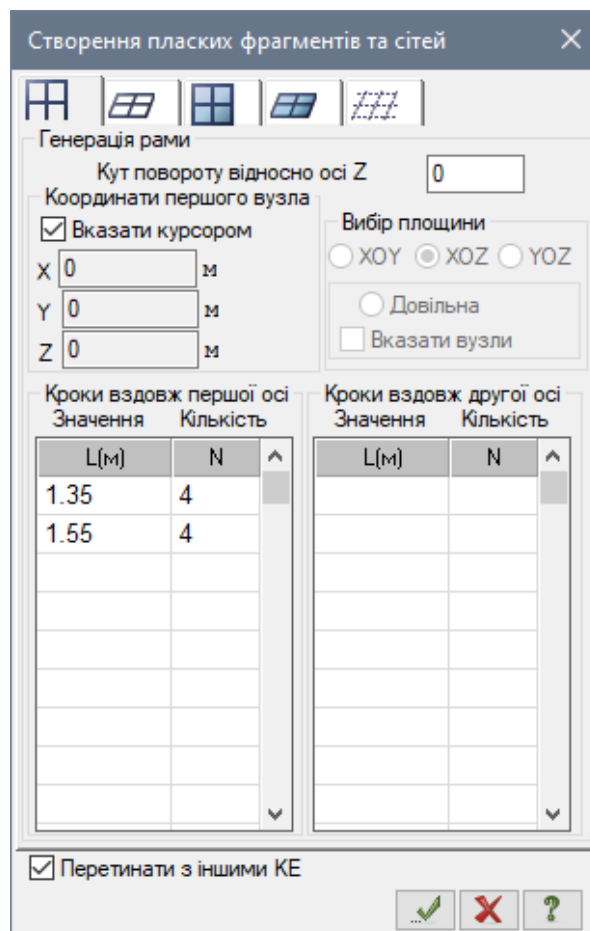





Рис. 7.8. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів та сітей


#### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт  **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **07\_балка\_фіз\_нелін**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

### Етап 3. Задання граничних умов

#### Виведення на екран номерів вузлів та елементів

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).

- В діалоговому вікні **Показати** при активній закладці **Елементи** встановіть прапорець **Номери елементів**.
- Після цього перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

На рис. 7.9 представлена отримана схема.

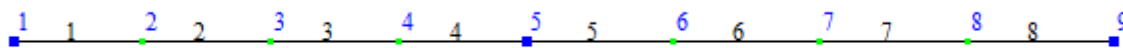





Рис. 7.9. Нумерація вузлів та елементів розрахункової схеми

#### Виділення вузлів № 1 і 9

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсору виділіть вузли № 1 і 9 (вузли забарвлюються в червоний колір).

#### Задання граничних умов у вузлах № 1 і 9

- Натиснувши на кнопку  – **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 7.10).
- В цьому вікні, за допомогою встановлення прапорців, відмітьте напрями, за якими заборонені переміщення вузлів (**Z**).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах** (вузли забарвлюються в синій колір).

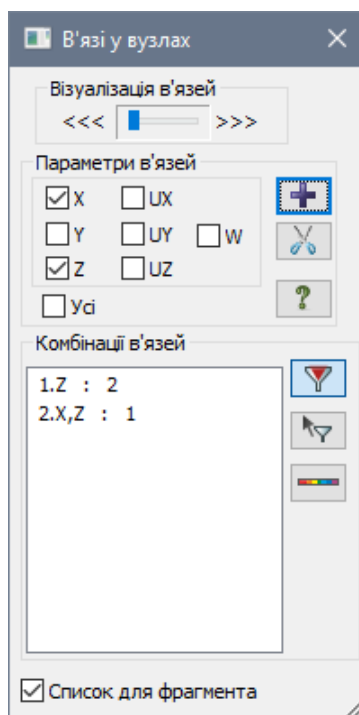




Рис. 7.10. Діалогове вікно **В'язі у вузлах**


#### Задання граничних умов у вузлі № 5

- Виділіть вузол № 5 за допомогою курсору.
- В діалоговому вікні **В'язі у вузлах** відмітьте напрями, за якими заборонено переміщення вузла (**X**, **Z**). Для цього необхідно встановити також прапорець за напрямом **X**.

- Натисніть на кнопку  – Додати в'язі у відмічених вузлах.
- Натисніть на кнопку  – Відмітка вузлів в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вузлів.

#### Етап 4. Задання жорсткісних параметрів елементам балки

##### Формування типів жорсткості

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 7.11,а).
- В цьому вікні натиснувши на кнопку **Додати** відкрийте діалогове вікно **Додати жорсткість**, для того щоб вивести список стандартних типів перерізів (рис. 7.11,б).

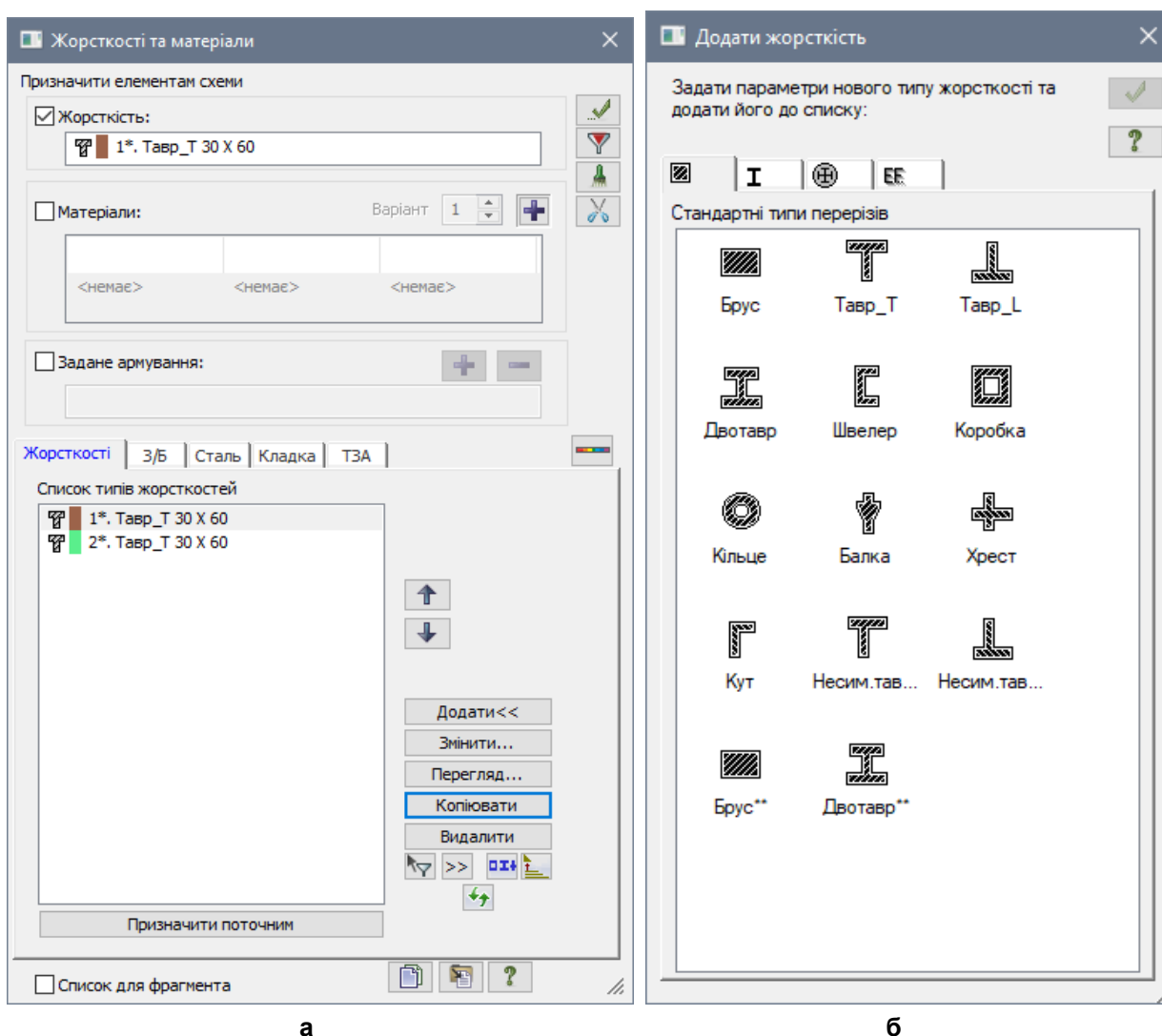


Рис. 7.11. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість

- Подвійним натисканням миші по елементу графічного списку виберіть тип перерізу **Тавр\_Т**.
- В діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** (рис. 7.12) увімкніть радіо-кнопку **Врахування нелінійності**.
- Встановіть прапорець **Нелінійний закон для арматури з ТЗА**.
- Далі задайте параметри перерізу **Тавр\_Т**:
  - коефіцієнт Пуассона –  $\nu = 0.2$ ;

- геометричні розміри –  $B = 30$  см;  $H = 60$  см;  $B1 = 70$  см;  $H1 = 20$  см;
- питома вага матеріалу –  $R_0 = 2.5$  т/м<sup>3</sup> (необхідна для додавання власної ваги).

Рис. 7.12. Діалогове вікно **Задання стандартного перерізу**

- Для задання матеріалу натисніть на кнопку **Параметри матеріалу**. Відкривається діалогове вікно **Закони нелінійного деформування матеріалів** (рис. 7.13).
- В цьому вікні, для основного матеріалу, в розкритому списку **Закон нелінійного деформування** виберіть рядок **25 – експоненціальний (нормативна міцність) закон деформування**.
- В таблиці **Параметри закону нелінійного деформування**, після подвійного натискання по комірці значень задайте параметри основного матеріалу (бетону):
  - клас бетону – **B25**;
  - тип бетону – **НА**.
- Натисніть на кнопку **Намалювати**, щоб подивитися графічне зображення заданої залежності.

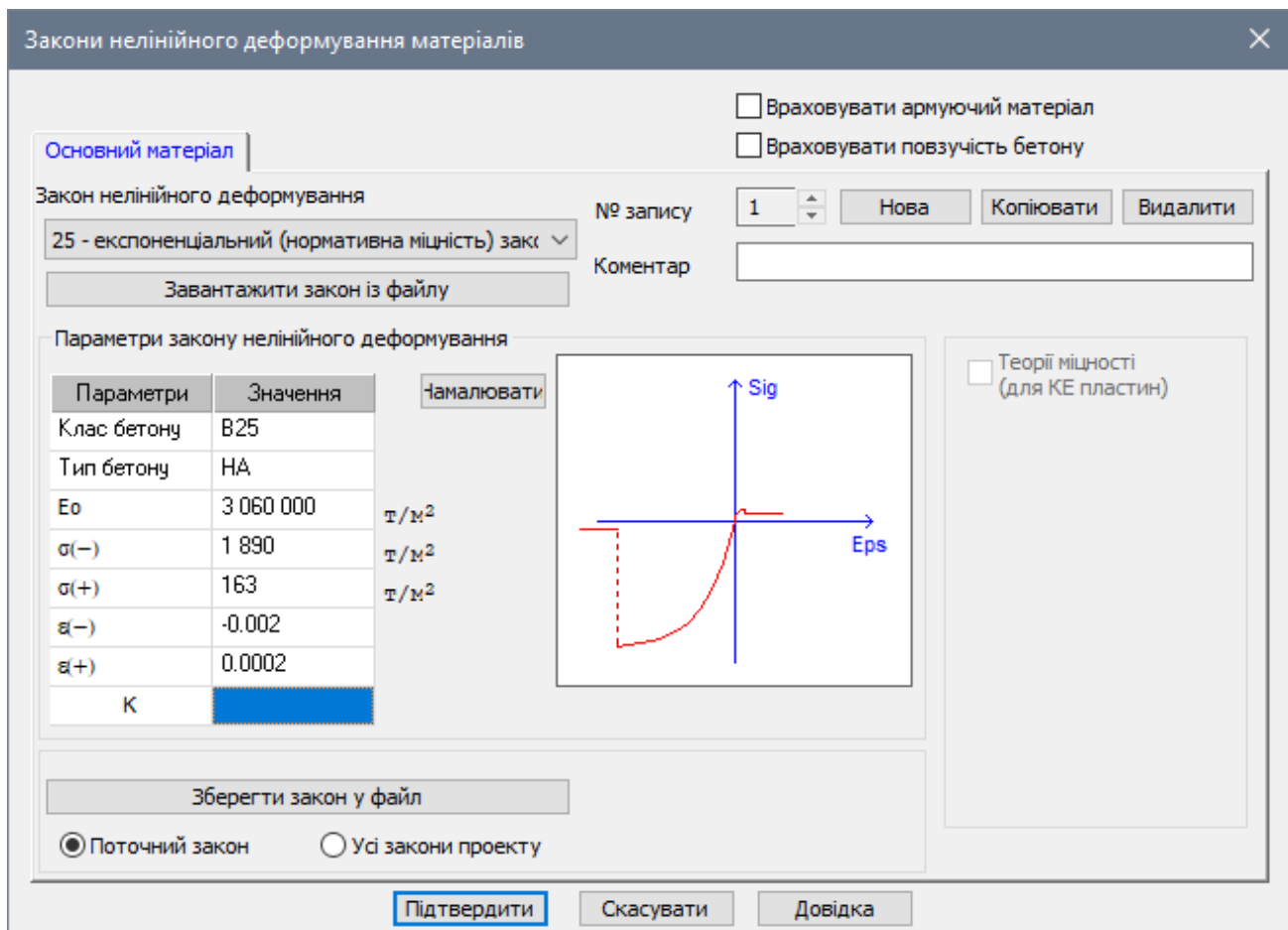


Рис. 7.13. Діалогове вікно **Закони нелінійного деформування матеріалів (для основного матеріалу)**

- Далі в цьому самому вікні встановіть прапорець **Врахувати армуючий матеріал** (рис. 7.14) і перейдіть на закладку **Армуючий матеріал**.
- В розкритому списку **Закон нелінійного деформування** виберіть рядок **11 – експоненціальний закон деформування**.
- В таблиці **Параметри закону нелінійного деформування** задайте наступні параметри (при англійській розкладці клавіатури):
  - модуль пружності – **Eo(-)** = 2e7 т/м²;
  - модуль пружності – **Eo(+)** = 2e7 т/м²;
  - граничне напруження **σ(-)** = -36000 т/м²;
  - граничне напруження **σ(+)** = 36000 т/м².
- Натисніть на кнопку **Намалювати**, щоб подивитися графічне зображення заданої залежності.



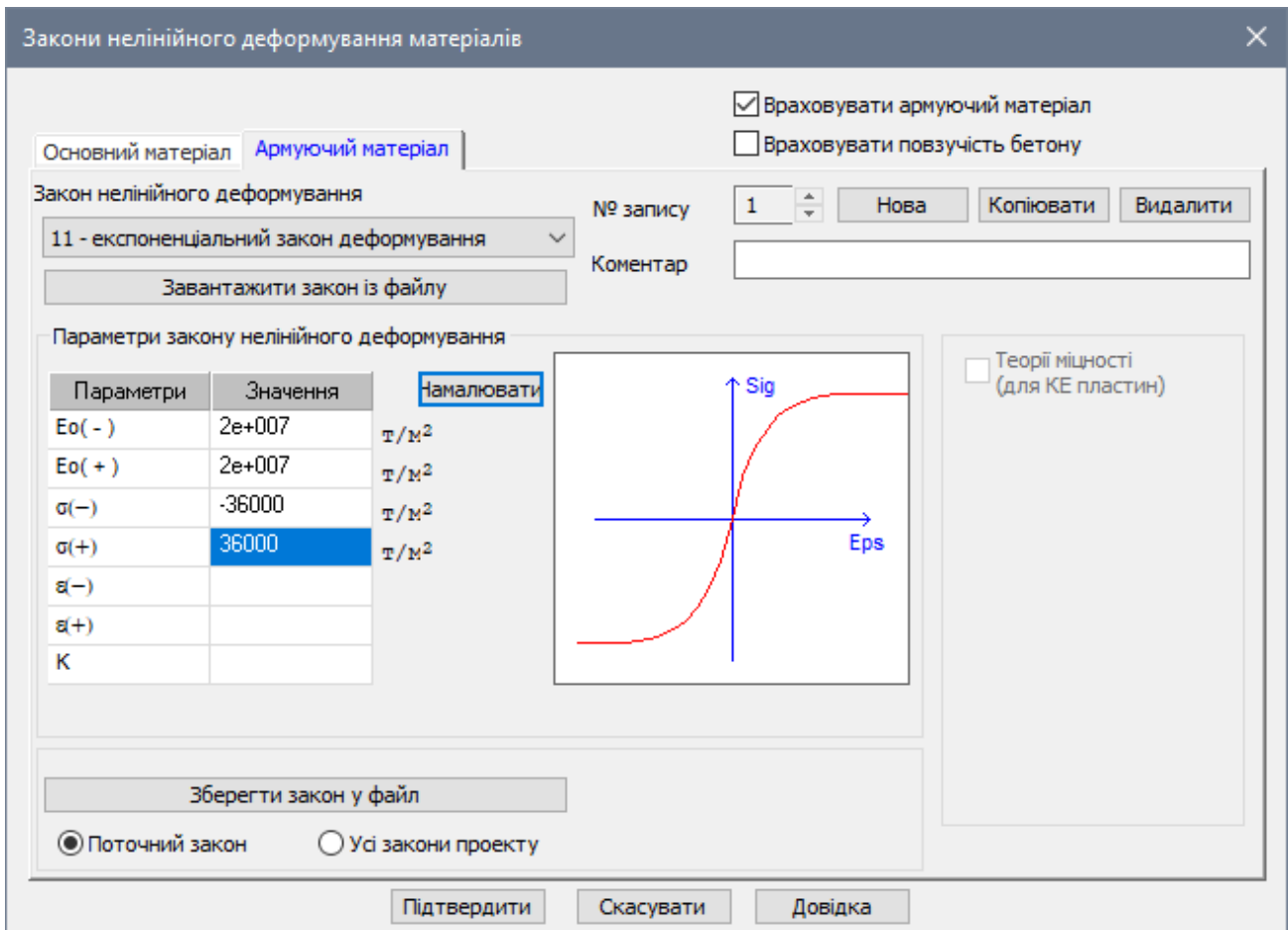


Рис. 7.14. Діалогове вікно **Закони нелінійного деформування матеріалів** (для армуючого матеріалу)

- Далі в цьому самому вікні встановіть прапорець **Враховувати повзучість бетону** (рис. 7.15) і перейдіть на закладку **Повзучість бетону**.
- В розкритому списку **Закон повзучості бетону** виберіть рядок **41 – степеневий закон повзучості (EuroCode prEN 1992-1-1)**.
- В таблиці **Параметри закону нелінійного деформування** задайте наступні параметри:
  - Теоретичний коефіцієнт повзучості –  $\phi_o = 2$ ;
  - коефіцієнт –  $\beta_H = 657.82$ .
- Для введення даних натисніть на кнопку **Підтвердити**.

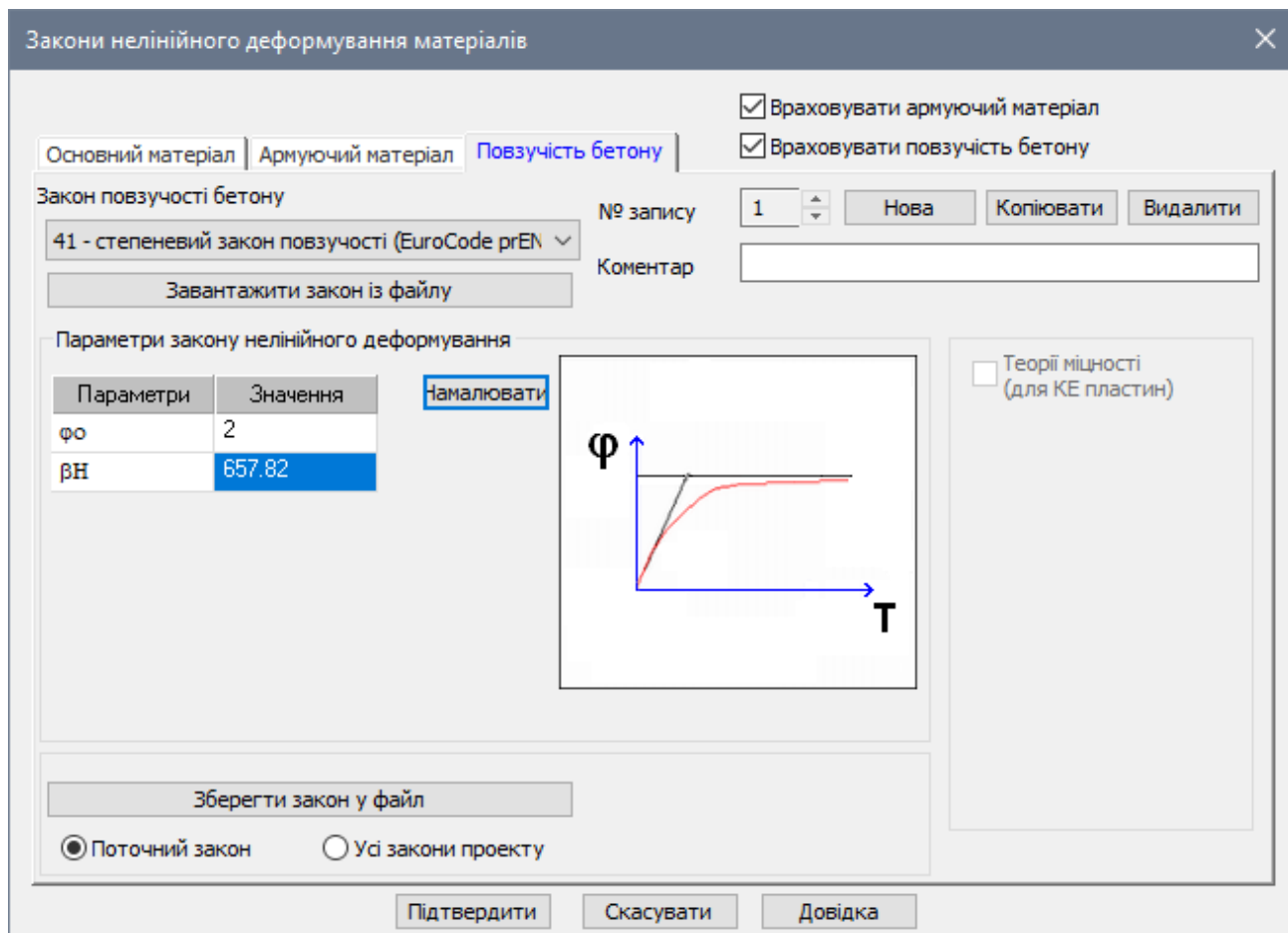
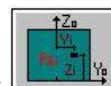
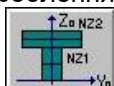


Рис. 7.15. Діалогове вікно **Закони нелінійного деформування матеріалів (для повзучості бетону)**

- Для задання розташування і площі арматури, в діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** (рис. 7.12) натисніть на кнопку **Параметри арматури**. Відкривається діалогове вікно **Характеристики фізичної нелінійності стержнів** (рис. 7.16).



- В цьому вікні, для вибору арматурних включень, натисніть на кнопку **Точкова арматура**.
- Задайте параметри арматури для першого шару арматури:
  - площа арматури –  $F_a = 6 \text{ см}^2$ ;
  - координати прив'язки –  $y = 0 \text{ см}$ ;  $z = 6 \text{ см}$ .
- В розкритому списку **Номер шару арматури** виберіть номер **2**.
- Задайте параметри арматури для другого шару арматури:
  - площа арматури –  $F_a = 1.5 \text{ см}^2$ ;
  - координати прив'язки –  $y = 0 \text{ см}$ ;  $z = 54 \text{ см}$ .
- Для вибору типу дроблення поперечного перерізу, в полі **Типи дроблення поперечного перерізу**



- натисніть на кнопку **Дроблення на елементарні смуги**.
- Щоб побачити ескіз перерізу натисніть на кнопку **Намалювати**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **Підтвердити**.

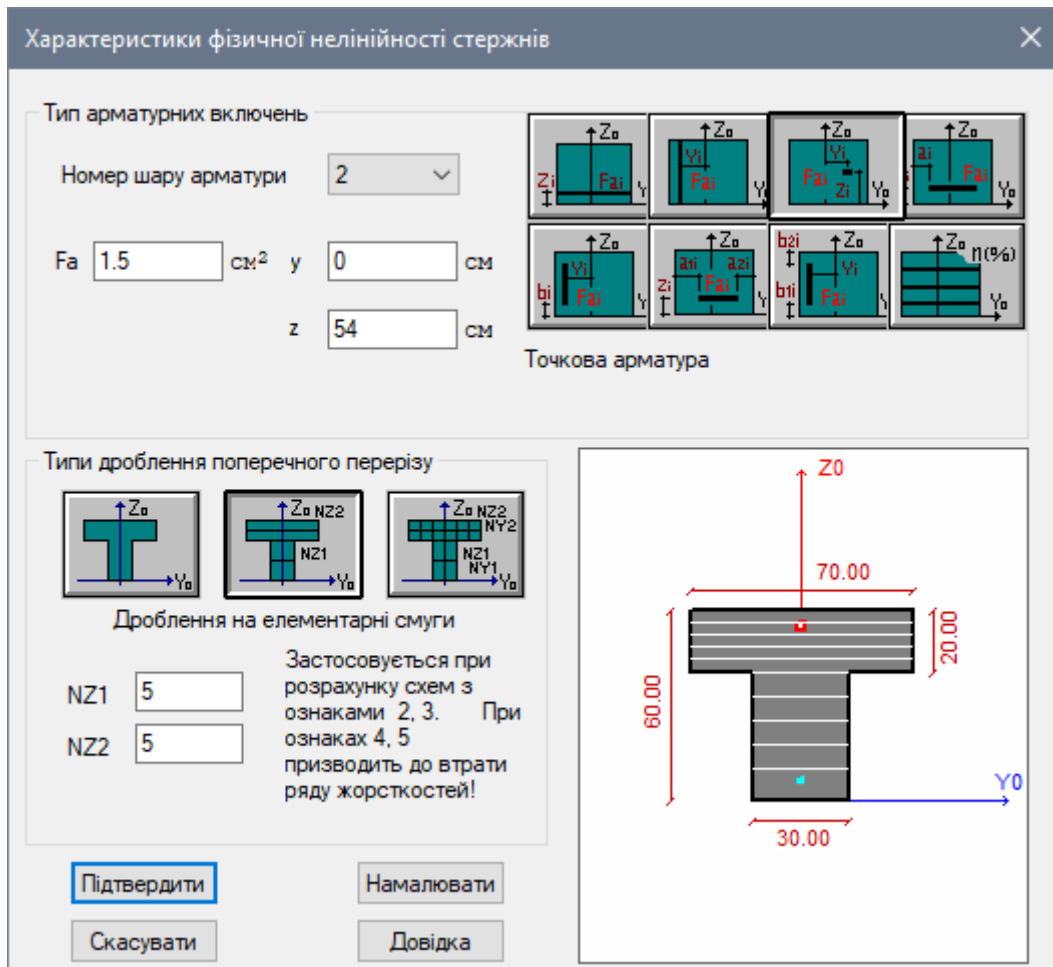



Рис. 7.16. Діалогове вікно **Характеристики фізичної нелінійності стержнів**

- Після цього в діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** (рис. 7.11,а) в списку типів жорсткостей за допомогою курсору виділіть рядок **1\*.Тавр\_Т 30х60** і натисніть на кнопку **Копіювати**.
- Після цього в списку типів жорсткостей виділіть рядок **2\*.Тавр\_Т 30х60** і натисніть на кнопку **Змінити**.
- В діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** натисніть на кнопку **Параметри арматури**. Відкривається діалогове вікно **Характеристики фізичної не лінійності стержнів** (рис. 7.17).
- В закладці **Тип арматурних включень** вибрано тип **Точкова арматура**.
- Задайте параметри арматури для першого шару арматури:
  - площа арматури –  $F_a = 1.5 \text{ см}^2$ ;
  - координати прив'язки –  $y = 0 \text{ см}$ ;  $z = 6 \text{ см}$ .
- В розкритому списку **Номер шару арматури** виберіть номер **2**.
- Задайте параметри арматури для другого шару арматури:
  - площа арматури –  $F_a = 9 \text{ см}^2$ ;
  - координати прив'язки –  $y = 0 \text{ см}$ ;  $z = 54 \text{ см}$ .
- Для введення даних натисніть на кнопку **Підтвердити**.

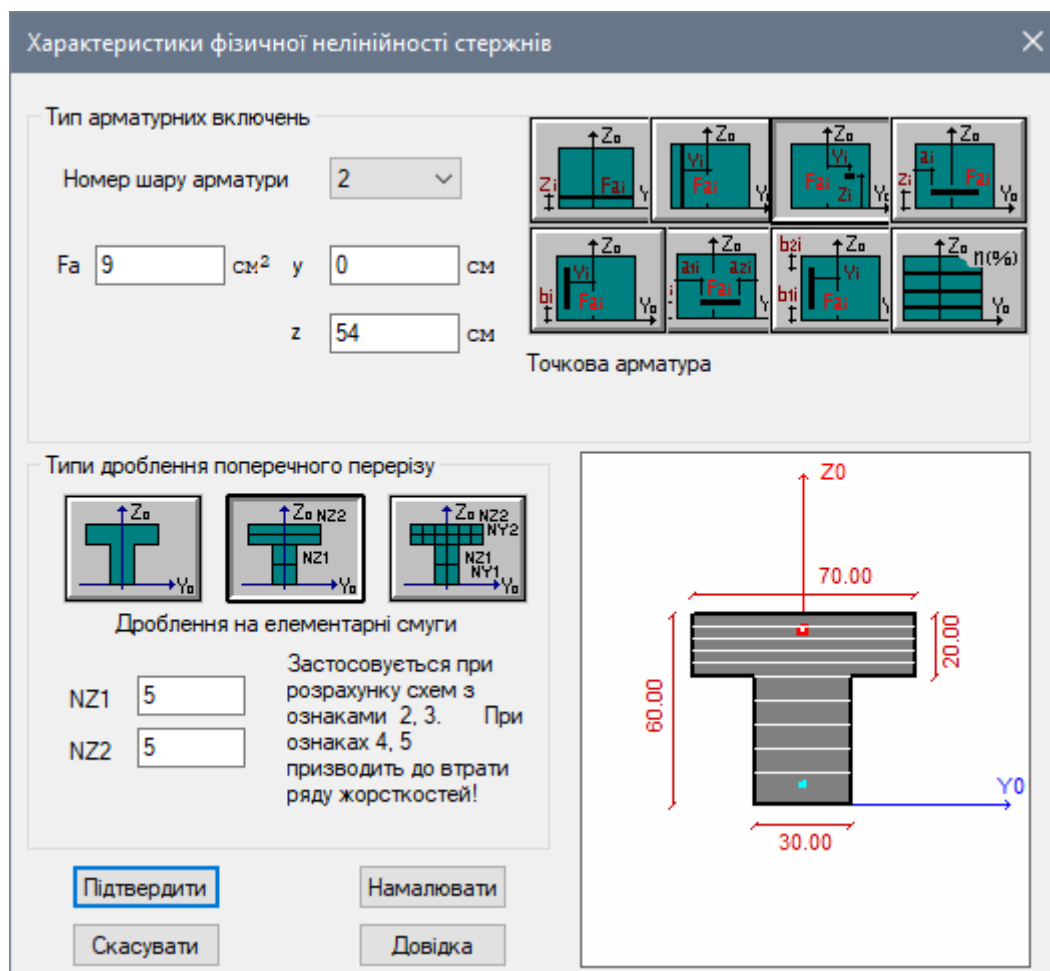





Рис. 7.17. Діалогове вікно Характеристики фізичної нелінійності стержнів

- Після цього в діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

### Зміна типу скінчених елементів

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи балки.
- Натиснувши на кнопку  – **Зміна типу КЕ** (панель **Схема** на вкладці **Розширене редагування**) відкрийте діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента** (рис. 7.18).
- В цьому вікні в списку типів скінчених елементів виділіть рядок **Тип 210 – фізично нелінійний універсальний просторовий стержневий КЕ**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

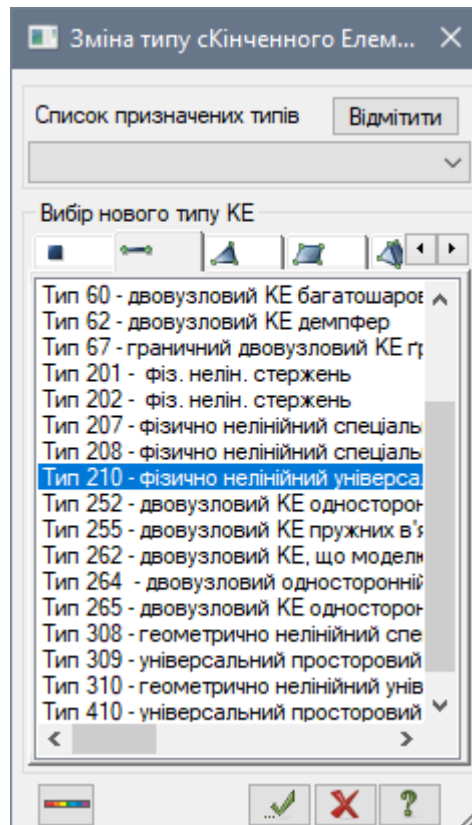





Рис. 7.18. Діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента**


#### Призначення жорсткостей елементам балки

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 7.11,а).
- В цьому вікні в списку поточного типу жорсткості повинна бути встановлена жорсткість – **1\*.Тавр\_Т 30х60**.
- За допомогою курсору виділіть елементи № 1, 2, 3, 6, 7 і 8.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- Після цього в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2\*.Тавр\_Т 30х60**.
- 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 по рядку списку).
- За допомогою курсору виділіть елементи № 4 і 5.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.

#### **Етап 5. Задання навантажень**

##### Формування завантаження № 1

- Натиснувши на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 7.19).

- В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі** і заданому коеф. надійності за навантаженням рівний **1**, натисніть на кнопку  – **Застосувати** (елементи автоматично завантажуються навантаженням від власної ваги).

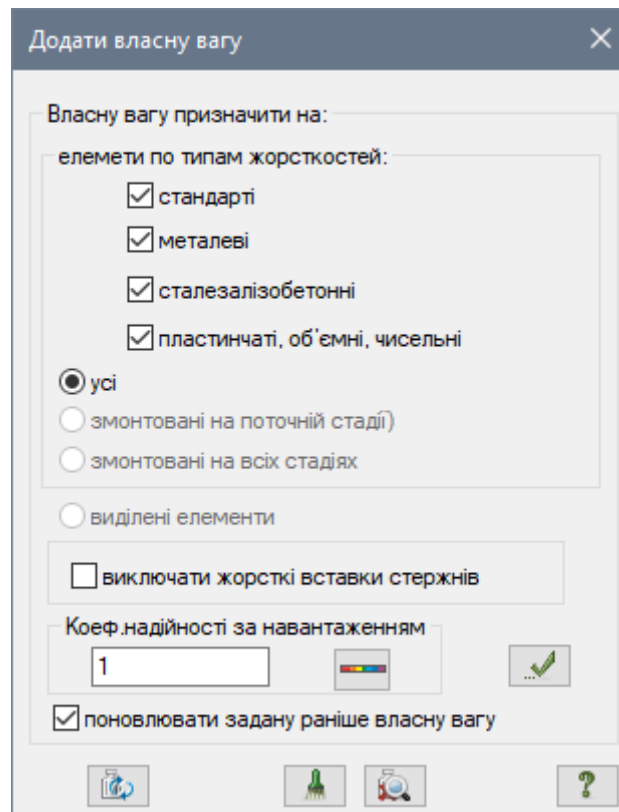




Рис. 7.19. Діалогове вікно **Додати власну вагу**

### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікно).
- Виділіть всі елементи.
- Відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження на стержні** (рис. 7.20) вибрав команду  – **Навантаження на стержні** в розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрямок – уздовж осі **Z**.

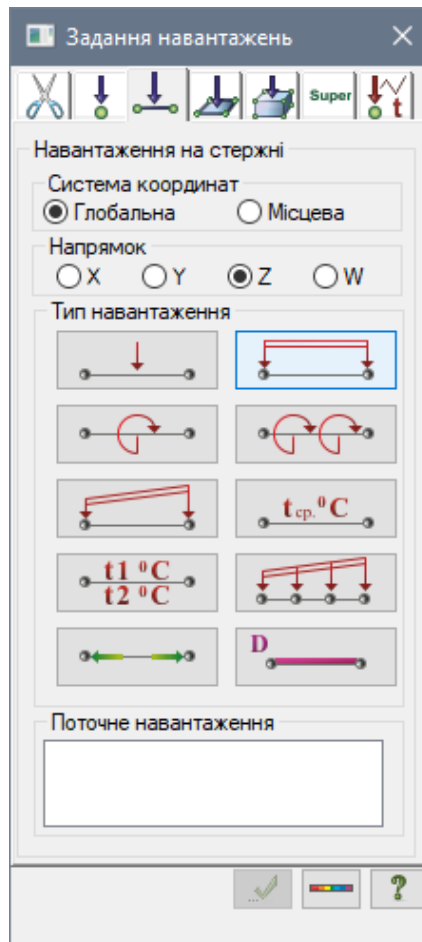



Рис. 7.20. Діалогове вікно **Задання навантаження**

- Натиснувши на кнопку **рівномірно-розподіленого навантаження** відкрийте діалогове вікно **Параметри** (рис. 7.21).
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.3$  т/м.
- Натисніть на кнопку  – **Призначити**.

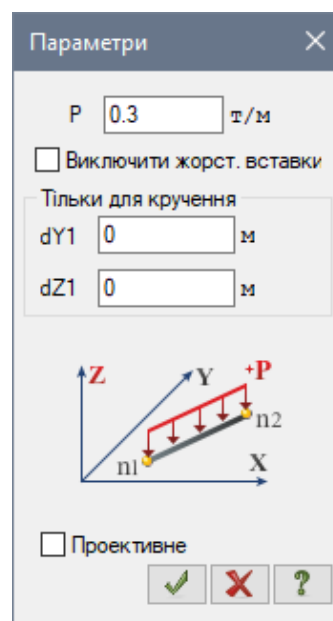






Рис. 7.21. Діалогове вікно **Параметри**

### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану.
- За допомогою курсору виділіть елементи першого прогону № 1, 2, 3 і 4.
- Натиснувши на кнопку рівномірно-розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.87$  т/м.
- Натисніть на кнопку  – **Призначити**.

### Формування завантаження № 4





- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану.
- За допомогою курсору виділіть елементи другого прогону № 5, 6, 7 і 8.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натисніть на кнопку  – **Призначити**.

## Етап 6. Моделювання нелінійних завантажень з урахуванням повзучості бетону



Для того щоб отримати розрахунок балки на короткочасне навантаження в різних прогонах, необхідно виконати дві послідовності прикладення навантажень.

### Формування першої послідовності

- Натиснувши на кнопку  – **Крокова** (панель **Нелінійність** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** (рис. 7.22).
- В цьому вікні для створення першої послідовності прикладення навантажень (1, 2 і 3 завантаження) натисніть на кнопку  – **Додати** (в лівій частині вікна в полі **Історія** додається перша історія навантажень). Натисніть на плюс і виділіть рядок завантаження, позначений знаком питання.
- Далі для першого завантаження задайте наступні параметри:
  - Завантаження – 1;
  - в розкривному списку **Метод розрахунку** виберіть рядок **(1) Простий кроковий**;
  - в полі **Значення коефіцієнтів до навантаженням по кроках** задайте кількість кроків **5**;
  - в розкривному списку **Друк** виберіть рядок **Переміщення і зусилля після кожного кроку**;
  - в полі **Виведення проміжних результатів** в розкривному списку виберіть рядок **Виводити все**.
- Після цього, для того щоб додати рядок задання параметрів другого завантаження, при виділеному рядку першого завантаження натисніть на кнопку  – **Додати**.
- Далі для другого завантаження задайте наступні параметри:
  - Завантаження – 2;
  - в розкривному списку **Метод розрахунку** виберіть рядок **(1) Простий кроковий**;
  - в полі **Значення коефіцієнтів до навантаженням по кроках** задайте кількість кроків **30**;
  - в розкривному списку **Друк** виберіть рядок **Переміщення і зусилля після кожного кроку**;
  - в полі **Виведення проміжних результатів** в розкривному списку виберіть рядок **Виводити все**.
- Після цього, для того щоб додати рядок задання параметрів третього завантаження, , при виділеному рядку другого завантаження натисніть на кнопку  – **Додати**.



- Далі для третього завантаження задайте наступні параметри:
  - Завантаження – 3;
  - в розкритому списку **Метод розрахунку** виберіть рядок **(1) Простий кроковий**;
  - в полі **Значення коефіцієнтів до навантаженням по кроках** задайте кількість кроків **30**;
  - в розкритому списку **Друк** виберіть рядок **Переміщення і зусилля після кожного кроку**;
  - в полі **Виведення проміжних результатів** в розкритому списку виберіть рядок **Виводити все**.

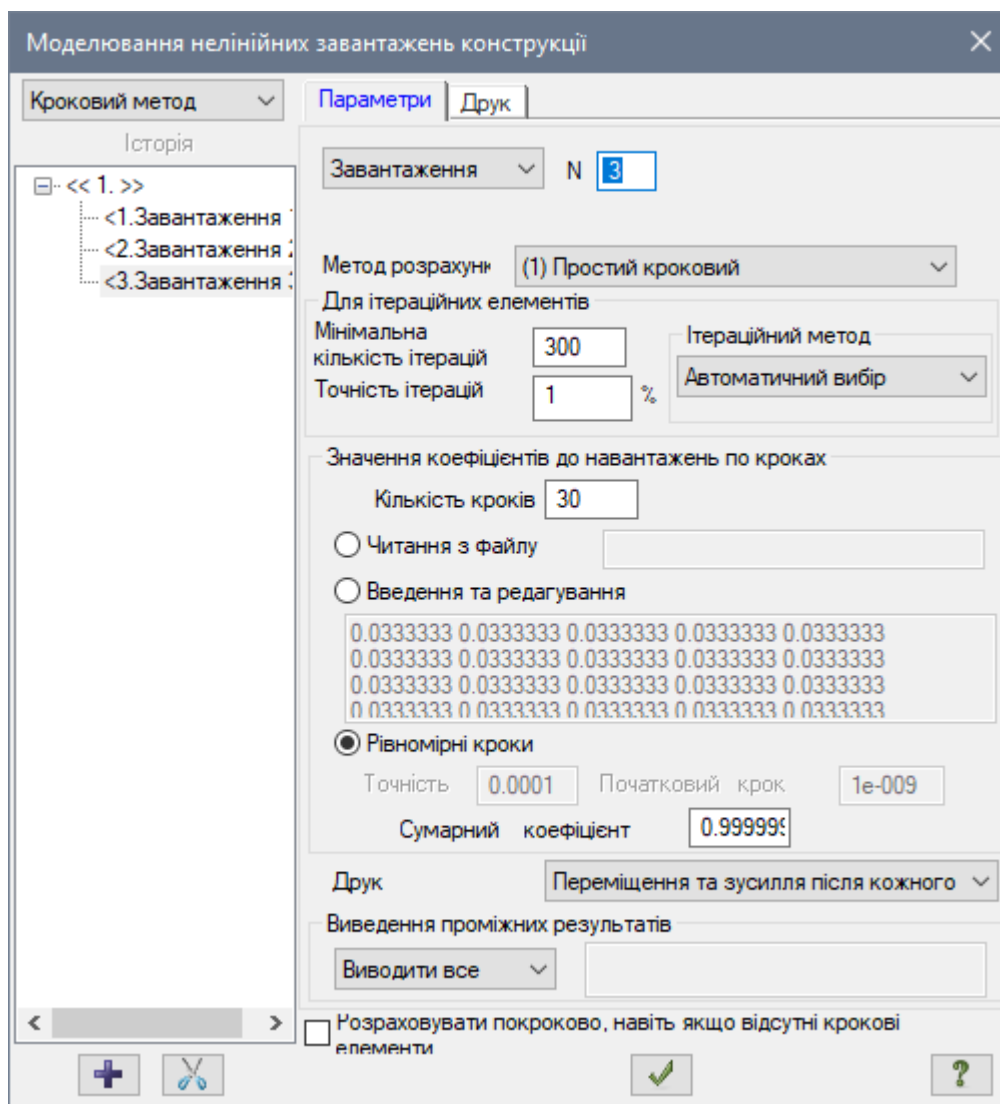


Рис. 7.22. Діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції**

#### Формування другої послідовності

- Щоб отримати другу послідовність прикладення навантажень (1, 2 і 4 завантаження), в діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** (рис. 7.23) в полі **Історія** виділіть першу історію навантажень і натисніть на кнопку **+** – **Додати**.
- Далі при виділеному рядку, який позначений знаком питання, задайте наступні параметри:
  - Завантаження – 1;
  - в розкритому списку **Метод розрахунку** виберіть рядок **(1) Простий кроковий**;
  - в полі **Значення коефіцієнтів до навантаженням по кроках** задайте кількість кроків **5**;
  - в розкритому списку **Друк** виберіть рядок **Переміщення і зусилля після кожного кроку**;
  - в полі **Виведення проміжних результатів** в розкритому списку виберіть рядок **Виводити все**.

- Після цього, для того щоб додати рядок задання параметрів другого завантаження, при виділеному рядку першого завантаження натисніть на кнопку **+** – Додати.
- Далі для другого завантаження задайте наступні параметри:
  - Завантаження – 2;
  - в розкритому списку **Метод розрахунку** виберіть рядок **(1) Простий кроковий**;
  - в полі **Значення коефіцієнтів до навантажень по кроках** задайте кількість кроків **30**;
  - в розкритому списку **Друк** виберіть рядок **Переміщення і зусилля після кожного кроку**;
  - в полі **Виведення проміжних результатів** в розкритому списку виберіть рядок **Виводити все**.
- Після цього, для того щоб додати рядок задання параметрів четвертого завантаження, при виділеному рядку другого завантаження натисніть на кнопку **+** – Додати.
- Далі для четвертого завантаження задайте наступні параметри:
  - Завантаження – 4;
  - в розкритому списку **Метод розрахунку** виберіть рядок **(1) Простий кроковий**;
  - в полі **Значення коефіцієнтів до навантажень по кроках** задайте кількість кроків **30**;
  - в розкритому списку **Друк** виберіть рядок **Переміщення і зусилля після кожного кроку**;
  - в полі **Виведення проміжних результатів** в розкритому списку виберіть рядок **Виводити все**.

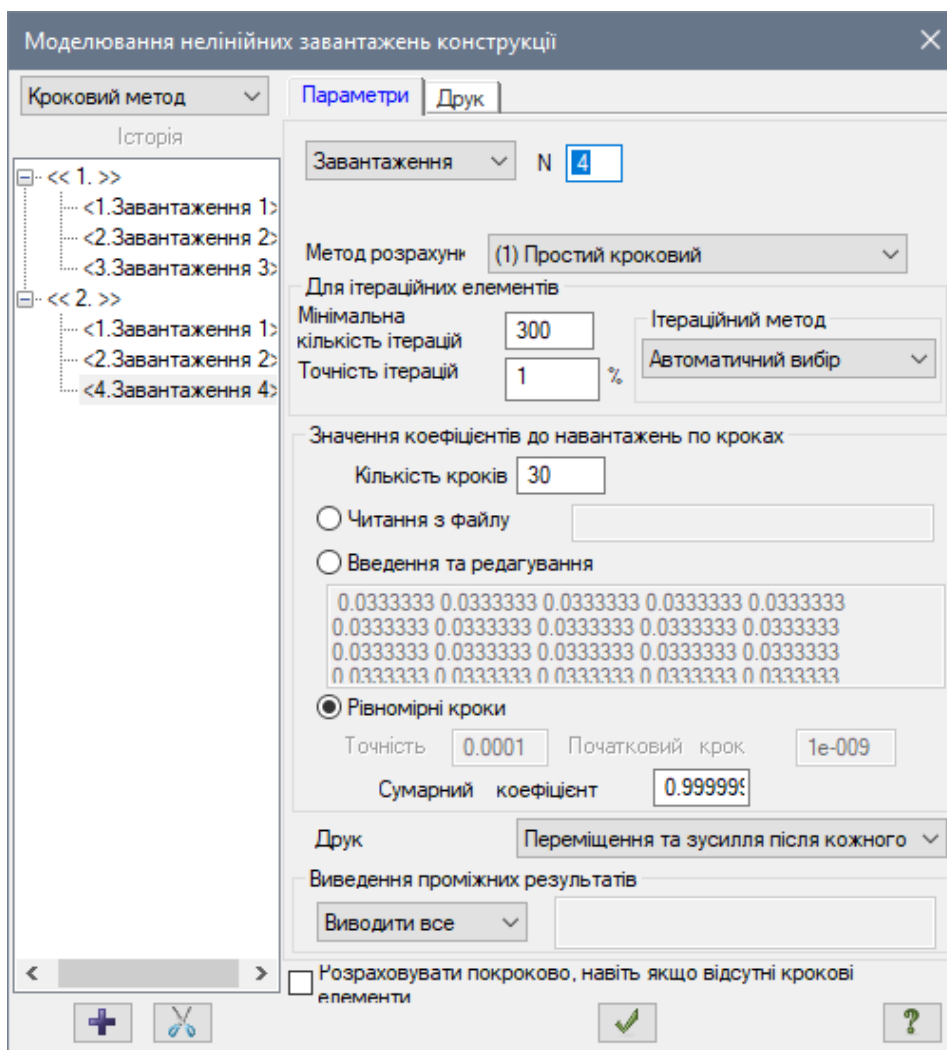


Рис. 7.23. Діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції**

### Врахування повзучості бетону

- Щоб врахувати повзучість бетону для першої послідовності прикладення навантаження, в полі **Історія** встановіть курсор миші на перший номер історії навантажень (рис. 7.24).
- Потім в полі введення **Повзучість** через пробіл задайте кількість днів рівні **365** та **730** (по закінченні цих днів при розрахунку буде враховуватися вплив повзучості бетону).
- Щоб врахувати повзучість бетону для другої послідовності прикладення навантажень, в полі **Історія** встановіть курсор миші на перший номер історії навантажень.
- Потім в полі введення **Повзучість** через пробіл задайте кількість днів рівні **365** та **730** (по закінченні цих днів при розрахунку буде враховуватися вплив повзучості бетону).

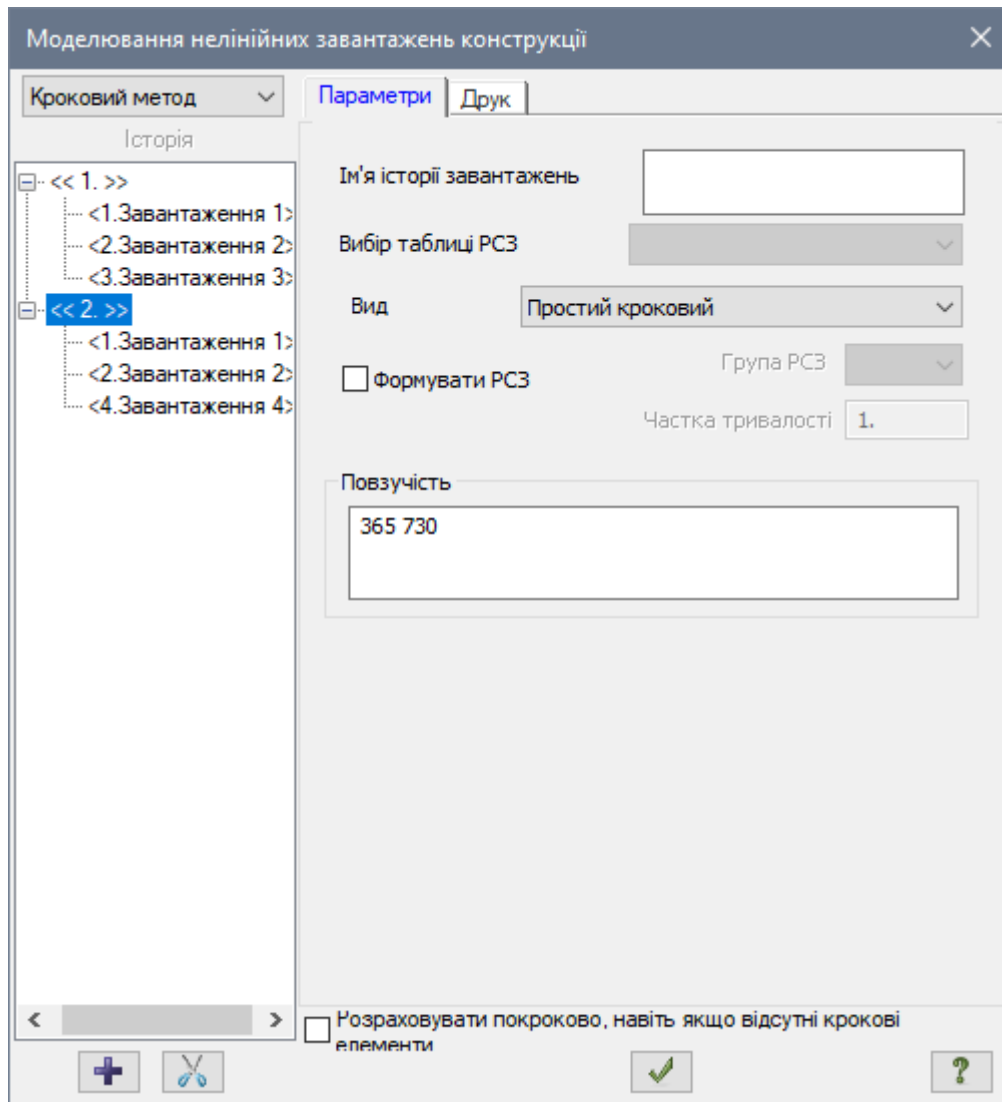



Рис. 7.24. Діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції**

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

### Етап 7. Фізично нелінійний розрахунок балки


- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).

## Етап 8. Перегляд і аналіз результатів розрахунку



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів фізично-нелінійного розрахунку здійснюється на вкладках **Аналіз** і **Розширений аналіз**.

- В режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображується з урахуванням переміщення вузлів (рис. 7.25). Для відображення схеми без урахування переміщення

вузлів натисніть на кнопку  – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

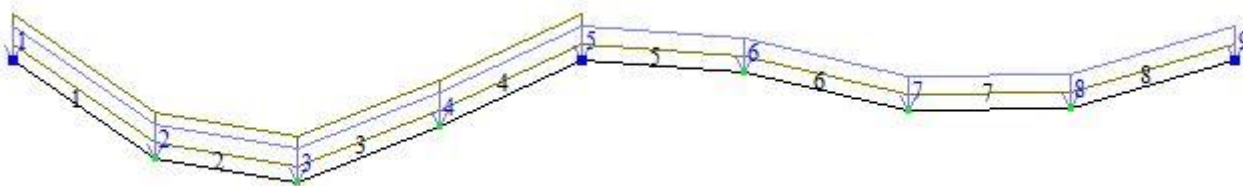




Рис. 7.25. Розрахункова схема з урахуванням переміщення вузлів

### Відключення відображення номерів вузлів і навантажень на розрахунковій схемі

- В діалоговому вікні **Показати** при активній закладці **Вузли** зніміть прапорець **Номери вузлів**.
- Далі перейдіть на закладку **Загальні** і зніміть прапорець **Навантаження**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

- Виведіть на екран епюру **My** (рис. 7.26) натиснувши на кнопку  – **Епюри My** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).

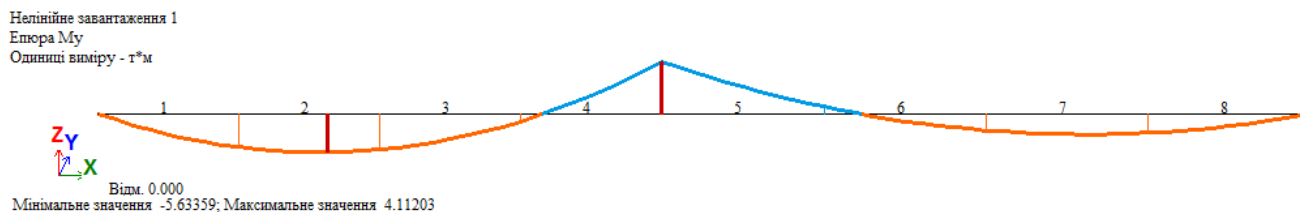



Рис. 7.26. Епюри згинальних моментів My

- Для виведення епюри **Qz** (рис. 7.27), натисніть на кнопку  – **Епюри поперечних сил Qz** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).

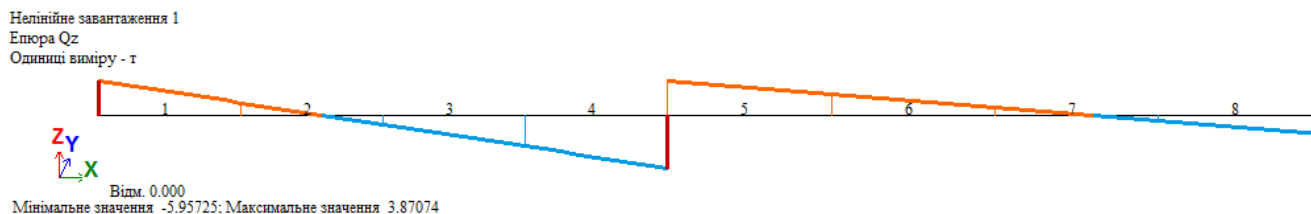





Рис. 7.27. Епюри поперечних сил Qz

- Щоб вивести мозаїку зусилля **М<sub>у</sub>**, виберіть команду  – **Мозаїка зусиль у стержнях** в розкритому списку **Епюри/мозаїка** і після цього натисніть на кнопку **М<sub>у</sub>** – **Мозаїка М<sub>у</sub>** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).


#### Зміна номеру поточного завантаження

- В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок **2. Нелінійне завантаження** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



#### Зміна номеру періоду врахування повзучості бетону

- В рядку стану в розкритому списку **Номер форми (складової, періоду)** виберіть рядок відповідний першому періоду врахування повзучості бетону (**1**) і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

#### Виведення на екран проміжних результатів розрахунку

- Для виведення на екран результатів розрахунку при прикладенні 20% навантаження від першого завантаження в розкритому списку **Номер форми (складової, періоду)** виберіть рядок **1 (20%)** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



Для автоматичного переключення на результати розрахунку від нелінійної комбінації завантажень або проміжних результатів розрахунку необхідно натиснути на кнопку  – **Застосувати поточний номер завантаження автоматично**. При цьому для переключення на наступне завантаження або період можна скористуватися кнопкою  – **Наступне** біля списку **Змінити номер завантаження** або біля списку **Номер форми (складової, періоду)**.


#### Перегляд результатів по тріщинах в стержневих елементах

- В рядку стану в розкритому списку **Номер форми (складової, періоду)** переключіться на рядок відповідний нульовому періоду врахування повзучості бетону (**0**).
- Щоб переключитися на перегляд результатів по тріщинам в стержневих елементах, виберіть команду



– **Тріщини в стержнях** в розкритому списку **Пластини/стержні** (панель **Руйнування** на вкладці **Розширений аналіз**).

- Для виведення на екран глибини розкриття тріщин натисніть на кнопку **D** – **Глибина розкриття тріщин (стержні)** (панель **Руйнування** на вкладці **Розширений аналіз**).
- Для виведення на екран ширини розкриття тріщин натисніть на кнопку **W** – **Ширина розкриття тріщин в пластинах** (панель **Руйнування** на вкладці **Розширений аналіз**).

- Для перегляду інформації про тріщини в одному з елементів, натисніть на кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором, наприклад, на елемент №7.
- В діалоговому вікні **Елемент 7**, що з'явилося, (рис. 7.28) для відображення характеристик перерізу з тріщинами встановіть прапорець **Тріщини**.

**Елемент 7**

Номери вузлів: 7, 8

№: 7    Блок N: 1     Відмічений

Тип жорсткості: 1\*. Тавр\_Т 30 X 60

Тип КЕ: 210    К-ть перерізів: 2    А: ID

Довжина, координати центра ваги: L=1.55м, Xc=9.275м, Yc=0м, Zc=0м

Завантаженн:     № заван.: 2    № періоду: 0

N	0	Т
Mx	0	Т*м
My	5.37456	Т*м
Qz	1.08727	Т
Mz	0	Т*м
Qy	0	Т
Fy	0	Т/м
Fz	0	Т/м
Mw	0	Т*м*м

Показати пер.: 1     Епюри     Тріщини   

Рис. 7.28. Діалогове вікно Елемент 7

- Щоб переключитися на перегляд результатів для другого перерізу переключіть лічильник **Показати пер.** на номер 2.
- Для зміни періоду врахування повзучості бетону переключіть лічильник **№ періоду** (після переключення з другого періоду вгору з'являється можливість переключення на проміжні результати).
- Для переключення на інше нелінійне навантаження переключіть лічильник **№ заван.**

На рис. 7.29 приведені проміжні результати стану перерізу з тріщинами для першого перерізу елементу **№7 другого** нелінійного навантаження (другої послідовності прикладення навантажень) при прикладенні **76.67%** навантаження від четвертого навантаження.

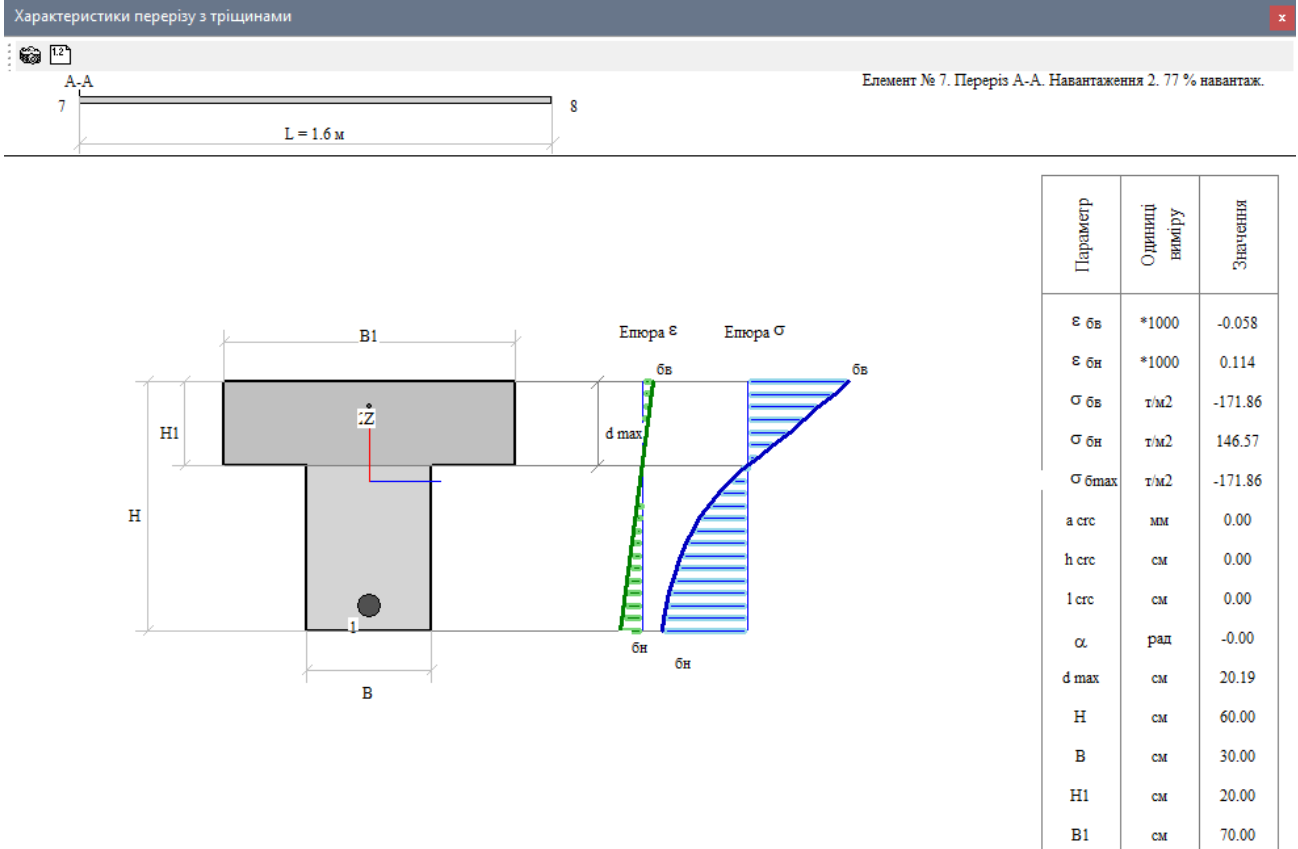


Рис. 7.29. Діалогове вікно Характеристики перерізу з тріщинами

## Приклад 8. Розрахунок щогли в геометрично нелінійній постановці

### Цілі та задачі:

- скласти розрахункову схему щогли;
- показати моделювання геометричної нелінійності.

### Вихідні дані:

Схема щогли та її закріплення показані на рис. 8.1.

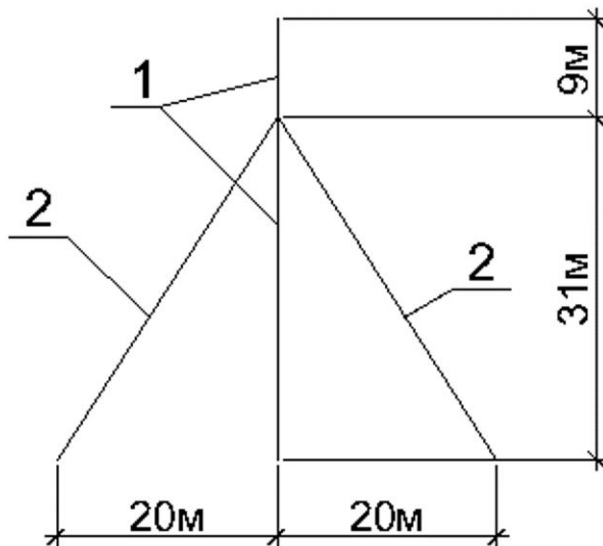
Металева щогла висотою 40 м.

Перерізи елементів щогли:

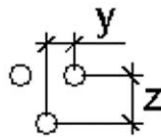
- стійка - три труби 133 x 5;
- розтяжки - канат, профіль - 20.

Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага; зосереджена сила  $P = 0.15$  т, прикладена на два верхні вузли;
- завантаження 2 – вітрове навантаження, II вітровий район, тип місцевості А.



1 - три труби 133x5  
2 - канат  $\varnothing 20$




$y = 100$  см  
 $z = 173,205$  см

Рис. 8.1. Схема щогли

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:


Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 8.2) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **08\_щогла\_геом\_нелін**;



- в розкритому списку Ознака схеми виберіть рядок **2 – Три ступені свободи у вузлі (переміщення X,Z,Uy) X0Z**.

- Після цього натисніть на кнопку  – Підтвердити.

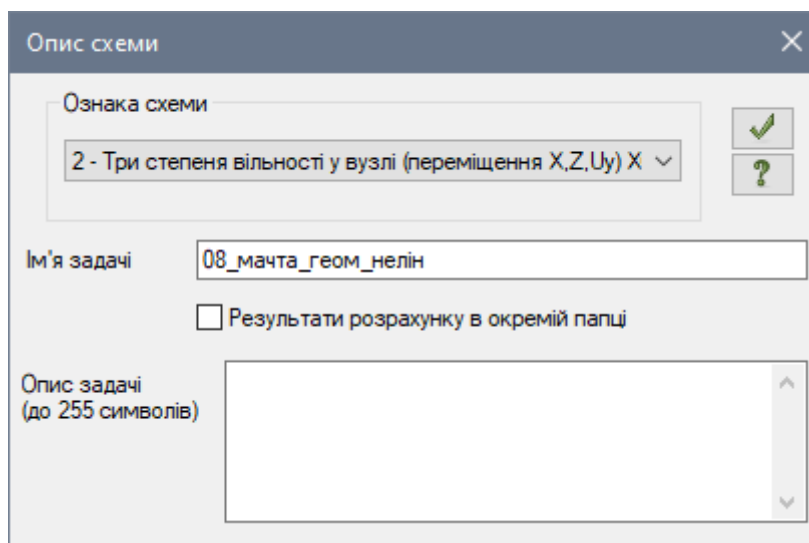




Рис. 8.2. Діалогове вікно **Опис схеми**




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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми щогли


- Відкрийте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей** натиснувши на кнопку  – **Генерація регулярних фрагментів та сітей** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).

- В цьому діалоговому вікні задайте:

- Крок вздовж другої осі:

L(m) N  
1 40.

- Решта параметрів приймаються за умовчанням (рис. 8.3).

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

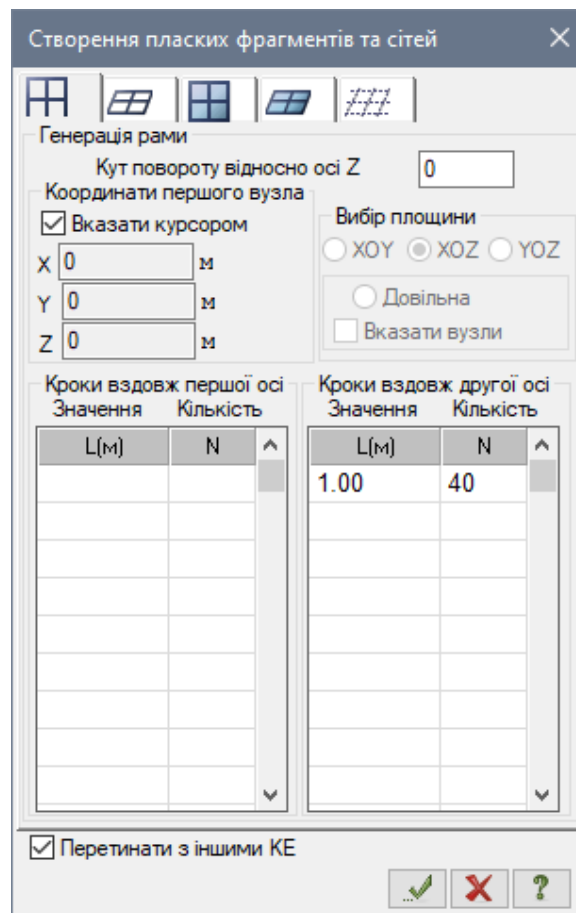




Рис. 8.3. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів та сітей

### Додавання вузлів

- Відкрийте діалогове вікно **Додати вузол** натиснувши на кнопку  – **Додати вузол** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте координати лівого нижнього вузла (рис. 8.4):
  - **X(м) Y(м) Z(м)**  
-20 0 0.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

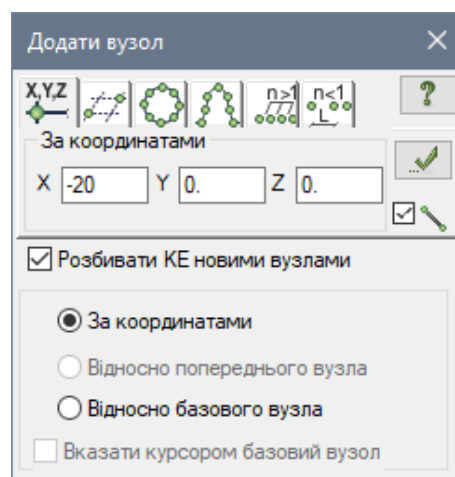




Рис. 8.4. Діалогове вікно Додати вузол

- Потім введіть координати правого нижнього вузла:

▪ **X(м) Y(м) Z(м)**  
20 0 0.

- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

#### Виведення на екран номерів вузлів

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- В діалоговому вікні **Показати** перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

#### Додавання стержневих елементів

- В діалоговому вікні **Додати вузол** перейдіть на закладку **Розділити на N рівних частин**.
- В полі введення введіть значення **N = 20** (рис. 8.5).
- При встановленому прапорці **З'єднувати вузли стержнями** вкажіть послідовно курсором вузли № 42 і № 32, потім вузли № 43 і № 32 (при цьому між ними протягується резинова нитка).

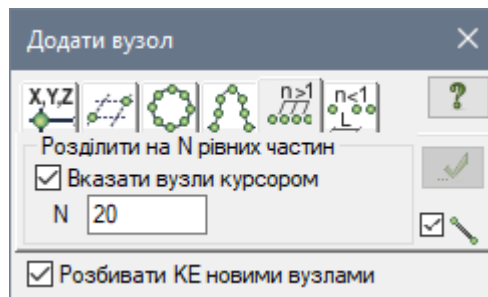


Рис. 8.5. Діалогове вікно **Додати вузол**

На рис. 8.6 представлена отримана схема.

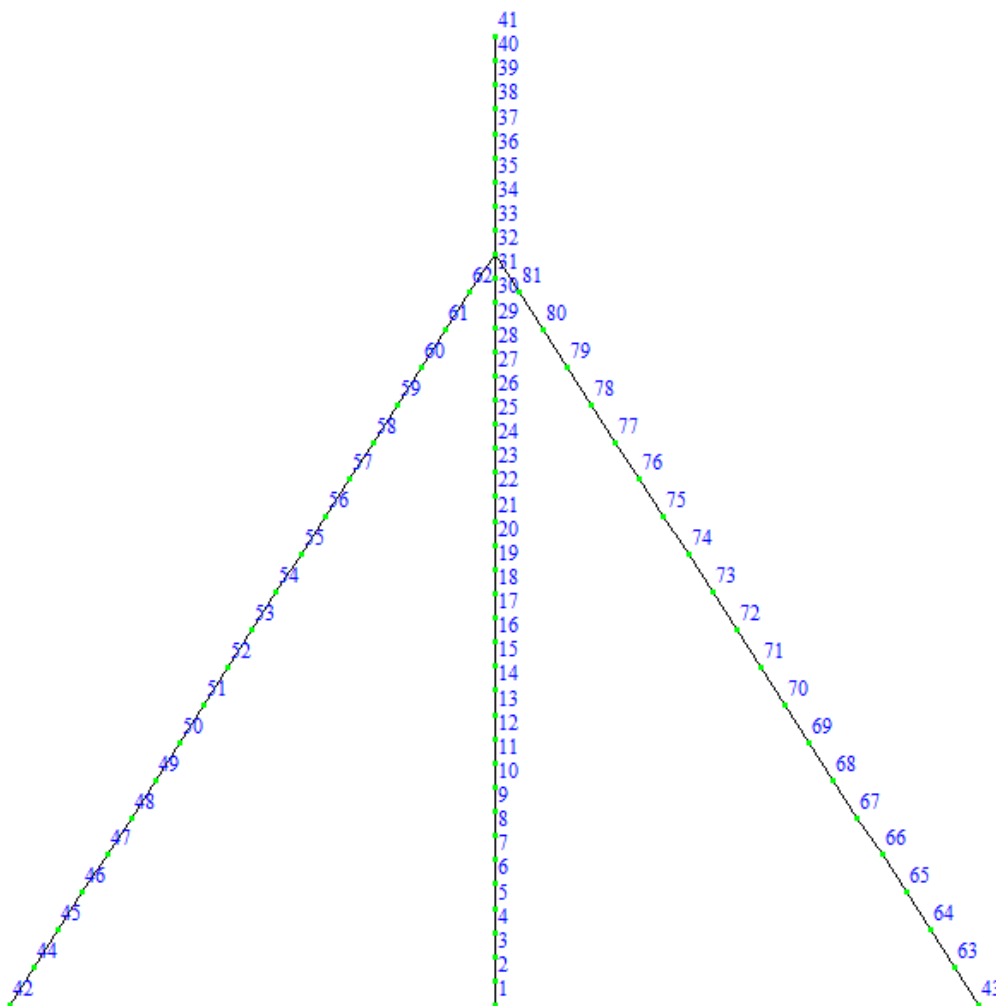





Рис. 8.6. Розрахункова схема с нумерацією вузлів

#### Збереження інформації про розрахункову схему



- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт  **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **08\_щогла\_геом\_нелін**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

#### Етап 3. Задання граничних умов

##### Виділення вузлів № 42 і 43

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли № 42 (нижній лівий) і №43 (нижній правий) (вузли забарвлюються в червоний колір).

Задання граничних умов у вузлах № 42 і 43

- Натиснувши на кнопку  – **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 8.7).
- В цьому вікні, за допомогою встановлення прапорців, відмітьте напрями, за якими заборонені перещення вузлів (**X, Z**).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах** (вузли забарвлюються в синій колір).

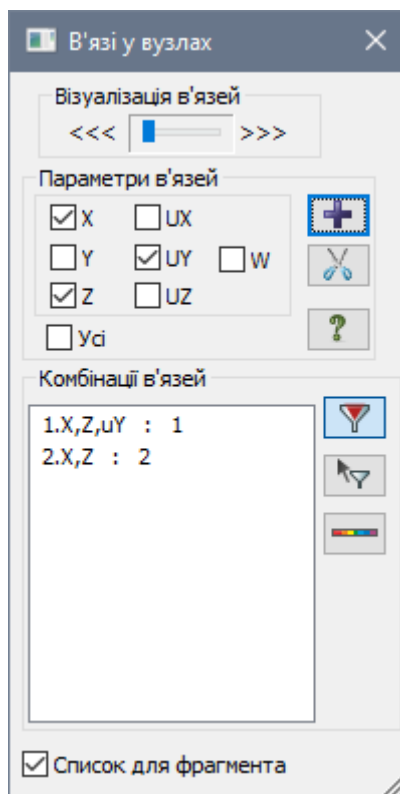






Рис. 8.7. Діалогове вікно **В'язі у вузлах**

Задання граничних умов у вузлі № 1

- Виділіть вузол № 1.
- В діалоговому вікні **В'язі у вузлах** відмітьте напрями, за якими заборонено переміщення вузла (**X, Z, UY**). Для цього необхідно встановити прапорець за напрямом **UY**.
- Натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність х операції виділення вузлів.

**Етап 4. Зміна типу скінченних елементів**

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.
- Натиснувши на кнопку  – **Зміна типу KE** (панель **Схема** на вкладці **Розширене редагування**) відкрийте діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента** (рис. 8.8).
- В цьому вікні в списку типів скінченних елементів виділіть рядок **Тип 310 – геометрично нелінійний універсальний просторовий стержневий KE (нитка)**.

- Натисніть на кнопку  – **Застосувати.**

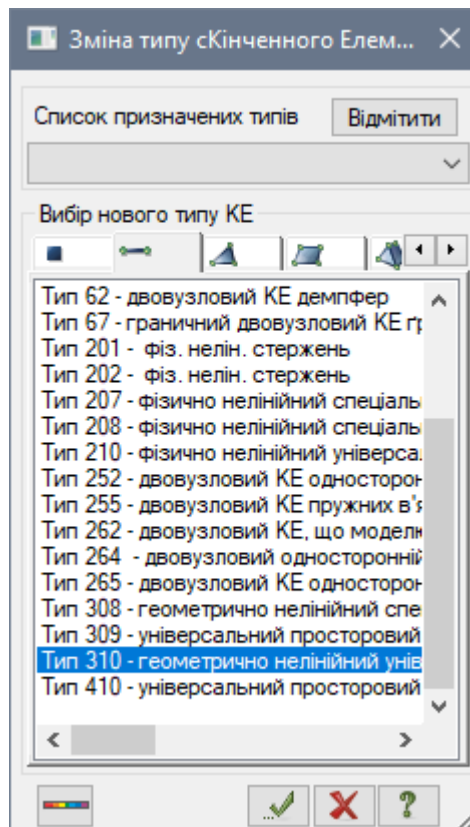



Рис. 8.8. Діалогове вікно Зміна типу скінченного елемента

## Етап 5. Задання жорсткісних параметрів елементам щогли

### Формування типів жорсткості

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 8.9,а).
- В цьому вікні натисніть на кнопку **Додати** і у вікні **Додати жорсткість** (бібліотеці жорсткісних характеристик), що з'явилося натисніть на другу закладку **База металевих перерізів** (рис. 8.9,б).
- Подвійним натисканням миші на елементі графічного списку виберіть тип перерізу **Три труби**.

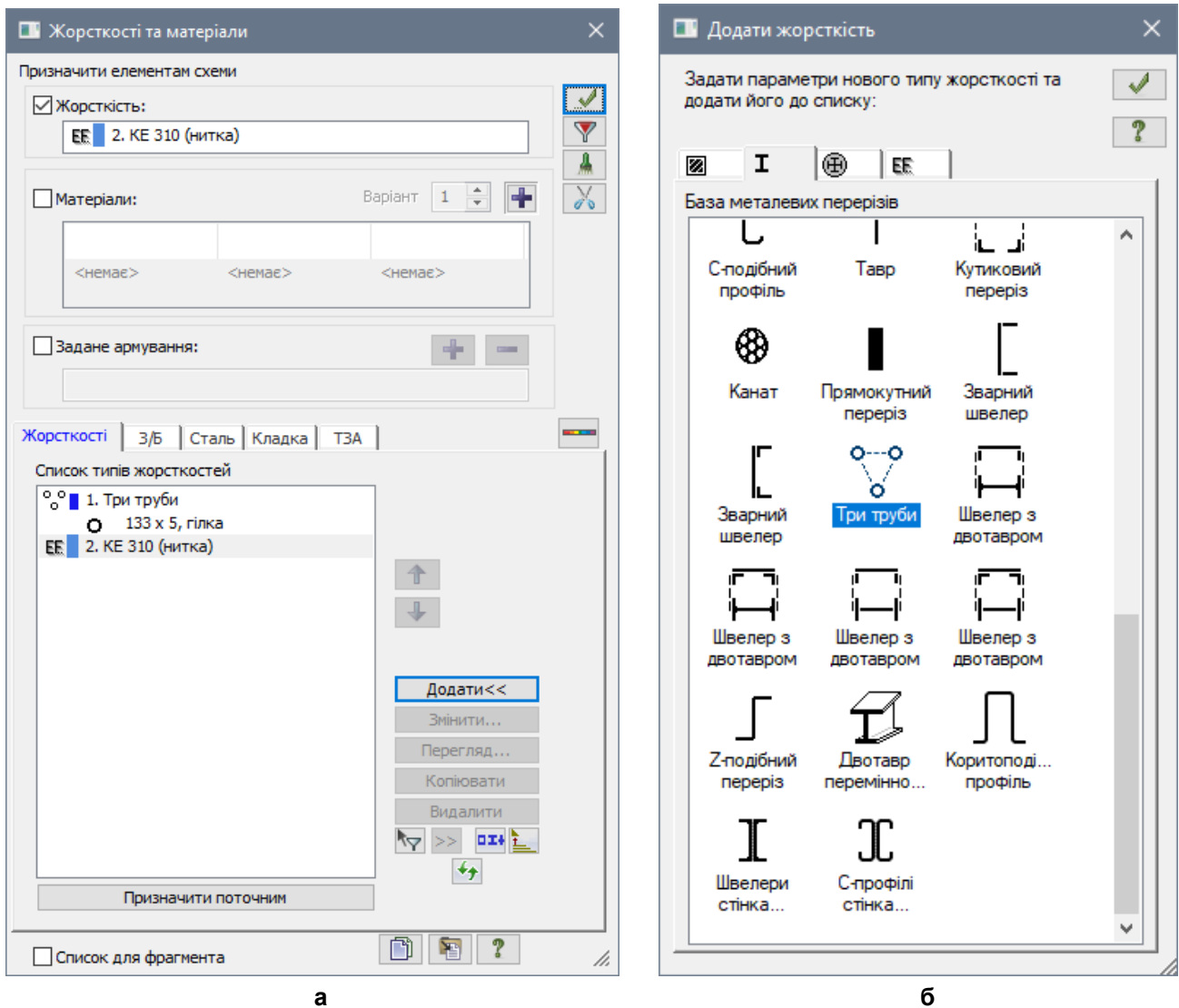


Рис. 8.9. Діалогові вікна: а – Жорсткість та матеріали, б – Додати жорсткість

- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** виділіть курсором рядок **гілка** і задайте параметри перерізу гілки (рис. 8.10):
  - в розкритому списку – **Профіль** спочатку виберіть позицію – **Труби сталеві безшовні гарячедеформовані**;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профіля – **133 х 5**.
- Далі натисніть на кнопку **Стикування**.

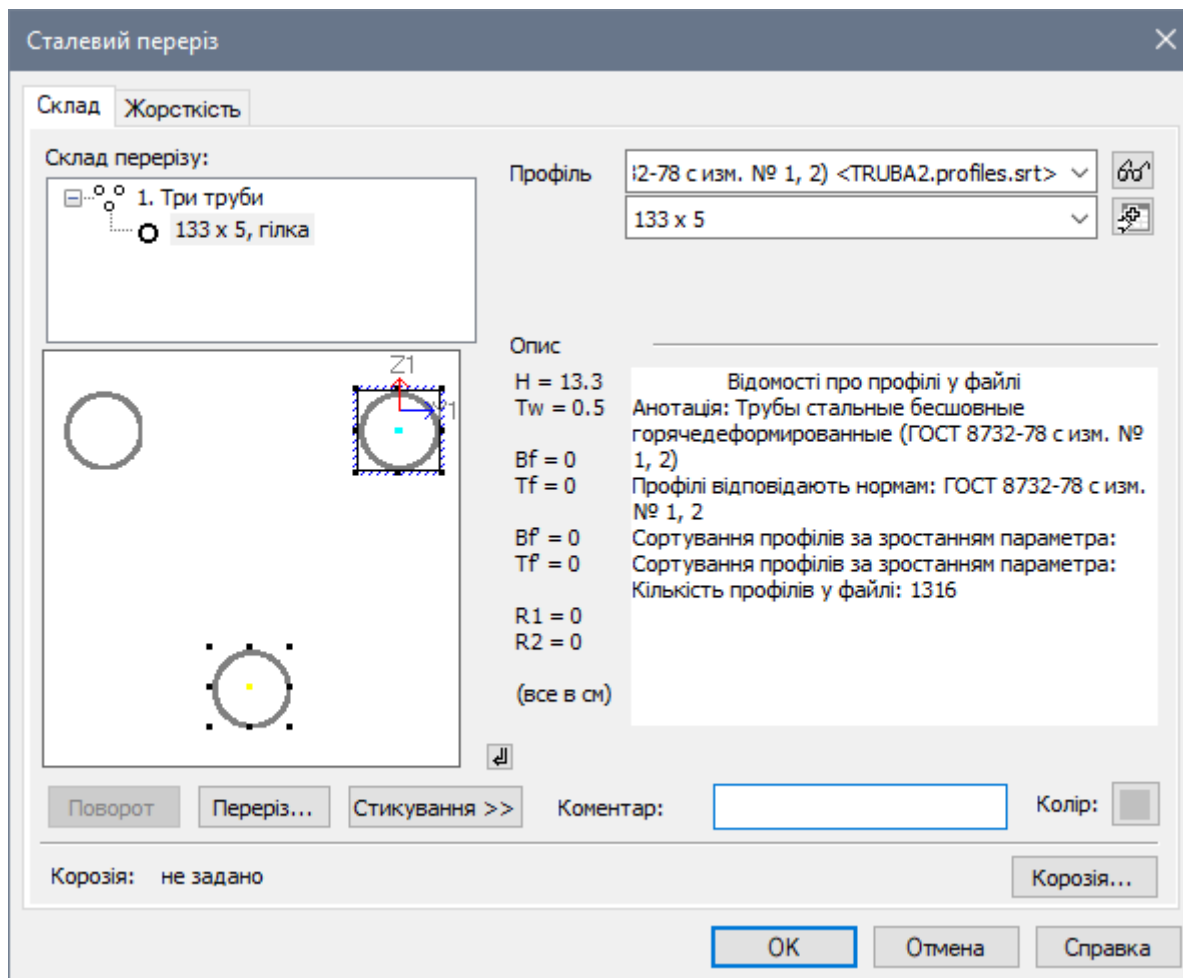


Рис. 8.10. Діалогове вікно Сталевий переріз

- В діалоговому вікні **Стикування** (рис. 8.11) введіть значення  $Y = 100$  см (значення  $Z$  при встановленому прапорці **Рівносторонній трикутник** обчислюється автоматично).
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

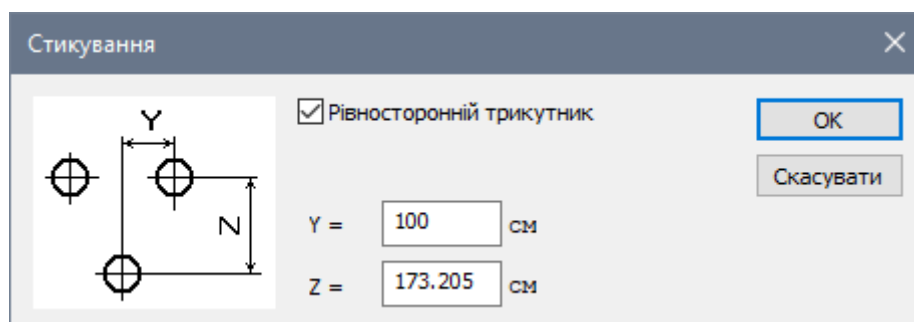


Рис. 8.11. Діалогове вікно Стикування

- Потім в діалоговому вікні **Сталевий переріз** натисніть на кнопку **ОК**.
- Далі в діалоговому вікні **Додати жорсткість** перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості.
- Виберіть тип перерізу **KE 310 (нитка)**.
- В новому діалоговому вікні **Чисельний опис KE 310 (нитка)** увімкніть радіо-кнопку **Сортамент** (рис. 8.12).



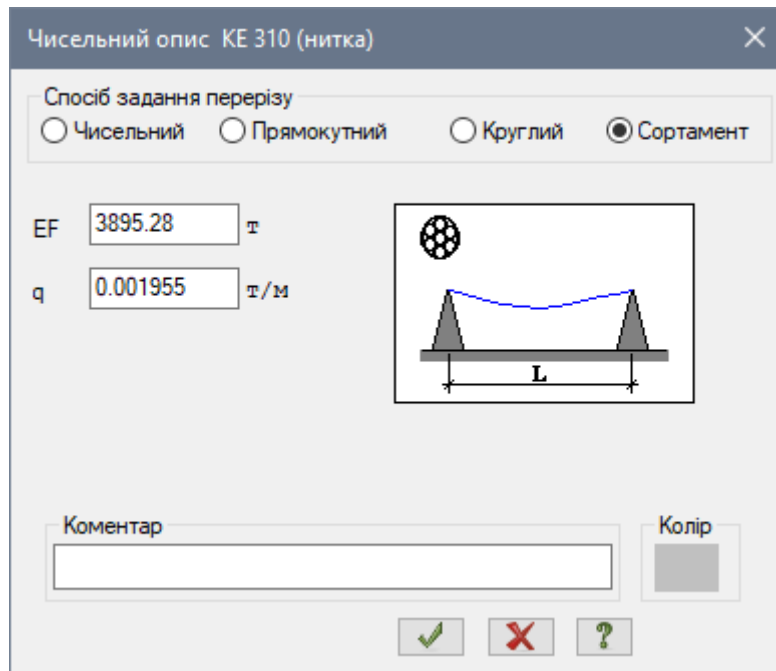


Рис. 8.12. Діалогове вікно Чисельний опис KE 310 (нитка)

- В діалоговому вікні **Сталевий переріз**, що з'явилося (рис. 8.13) задайте параметри перерізу **Канат**:
  - в розкритому списку – **Профіль** спочатку виберіть позицію – **Канат одинарної звивки типу ТК конструкції 1x37(1+6+12+18)**;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профіля – **20,0**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

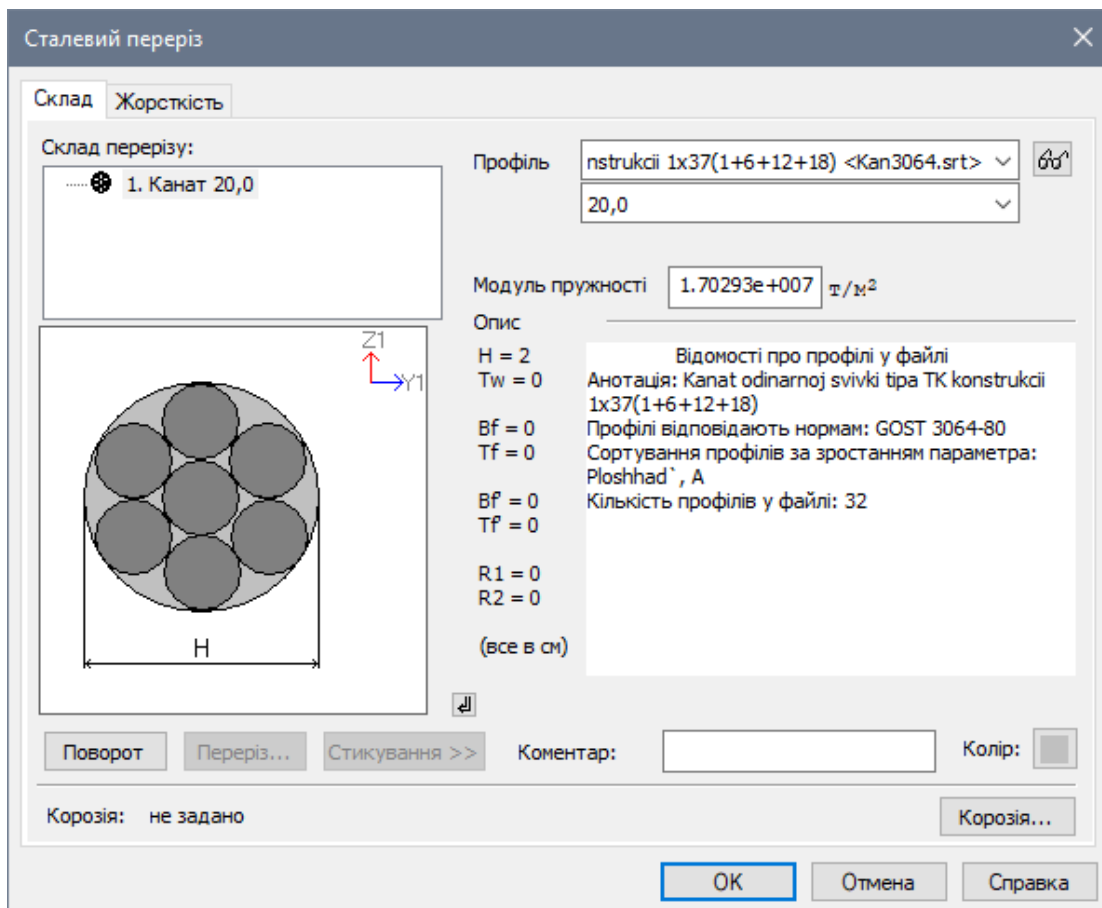




Рис. 8.13. Діалогове вікно Сталевий переріз



В діалогове вікно **Чисельний опис КЕ 310 (нитка)** в поля **EF** і **q** будуть внесені автоматично обчислені значення осьової жорсткості (**EF**) і погонної ваги (**q**).

- Після цього в діалоговому вікні **Чисельний опис КЕ 310 (нитка)** натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для того щоб сховати бібліотеку жорсткісних характеристик, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку **Додати**.

#### Призначення жорсткостей елементам щогли

- При активній кнопці  – **Відмітка елементів** за допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- Після цього в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1.Три труби**.
- 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 по рядку списку).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи схеми.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження** (рис. 8.14), в якому натисніть на кнопку **Так**.

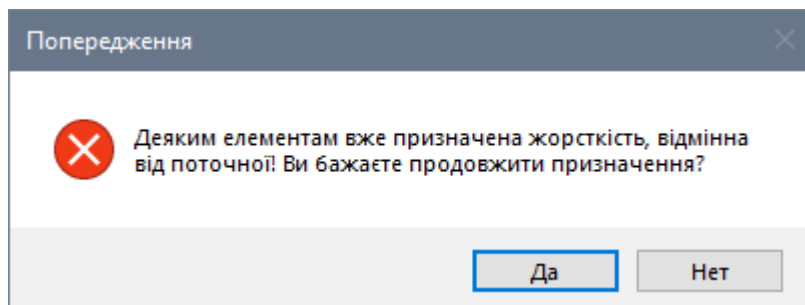




Рис. 8.14. Діалогове вікно **Попередження**

## Етап 6. Задання навантажень

### Формування завантажень № 1

- Натиснувши на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 8.15).
- В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі**, в полі **Коеф. надійності за навантаження** задайте коефіцієнт, рівний **1.05** (так як в системі **PC-САПР** погонна вага елементів задана елементам задана нормативного, то її треба перетворити в розрахункову).
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати** (всім елементам конструкції автоматично призначається рівномірно-розподілене навантаження, рівна погонній вазі елементів).

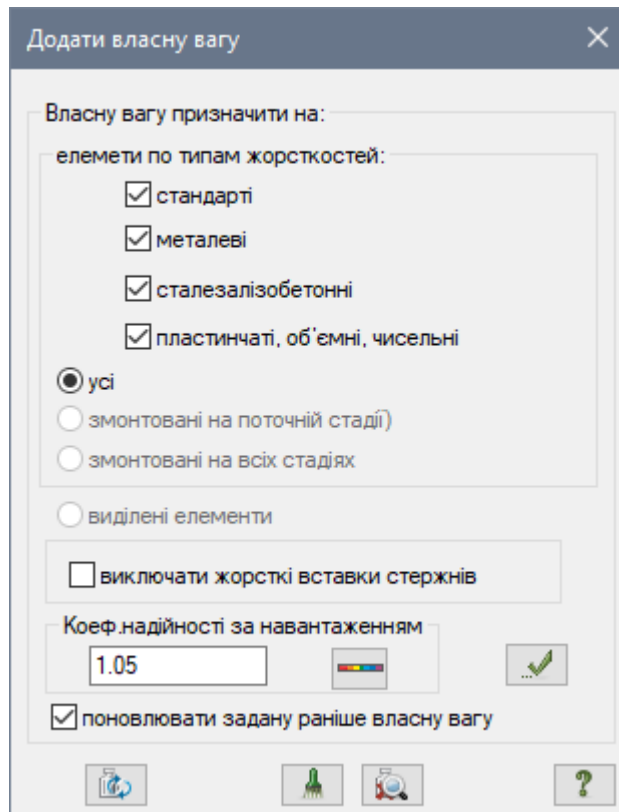




Рис. 8.15. Діалогове вікно **Додати власну вагу**

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли № 40 і №41.
- Відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** (рис. 8.16) натиснувши на кнопку  – **Навантаження на вузли** в розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрямок – уздовж осі **Z**.

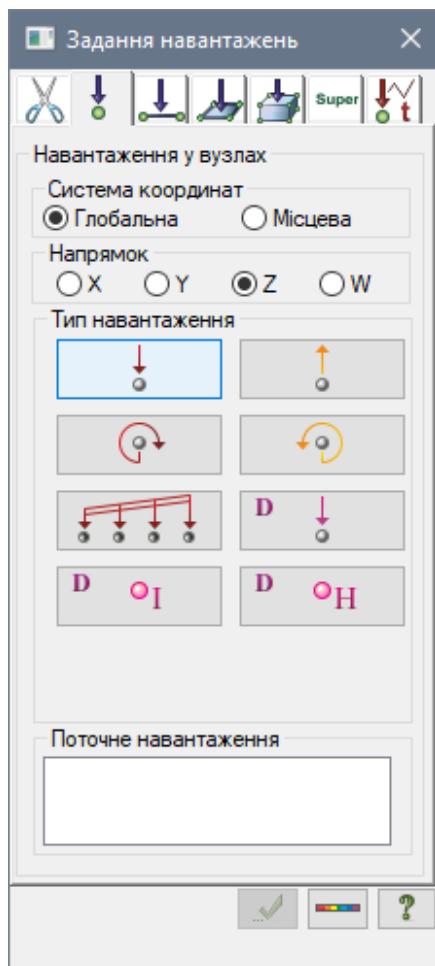



Рис. 8.16. Діалогове вікно **Задання навантажень**

- Натиснувши на кнопку зосередженої сили відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження** (рис. 8.17).
- В цьому вікні задайте величину навантаження  $P = 0.15$  т.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

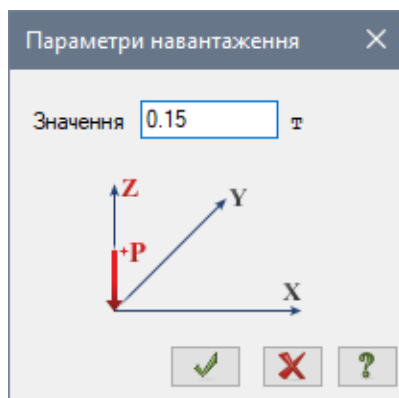






Рис. 8.17. Діалогове вікно **Параметри навантаження**

#### Виведення на екран номерів елементів

- В діалоговому вікні **Показати** перейдіть на першу закладку **Елементи** і встановіть прапорець **Номери елементів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натиснувши на кнопку  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** відкрийте діалогове вікно **Поліфільтр** (рис. 8.18).
- В цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**.
- Далі встановіть прапорець **За номерами KE** і у відповідному полі введіть номери елементів **1–10** (рис. 8.19).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

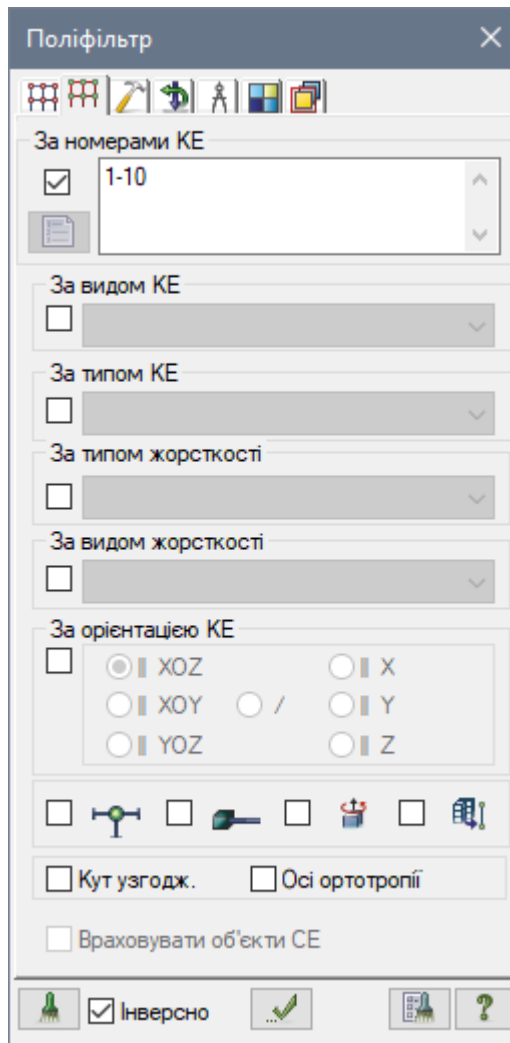


Рис. 8.18. Діалогове вікно **Поліфільтр**

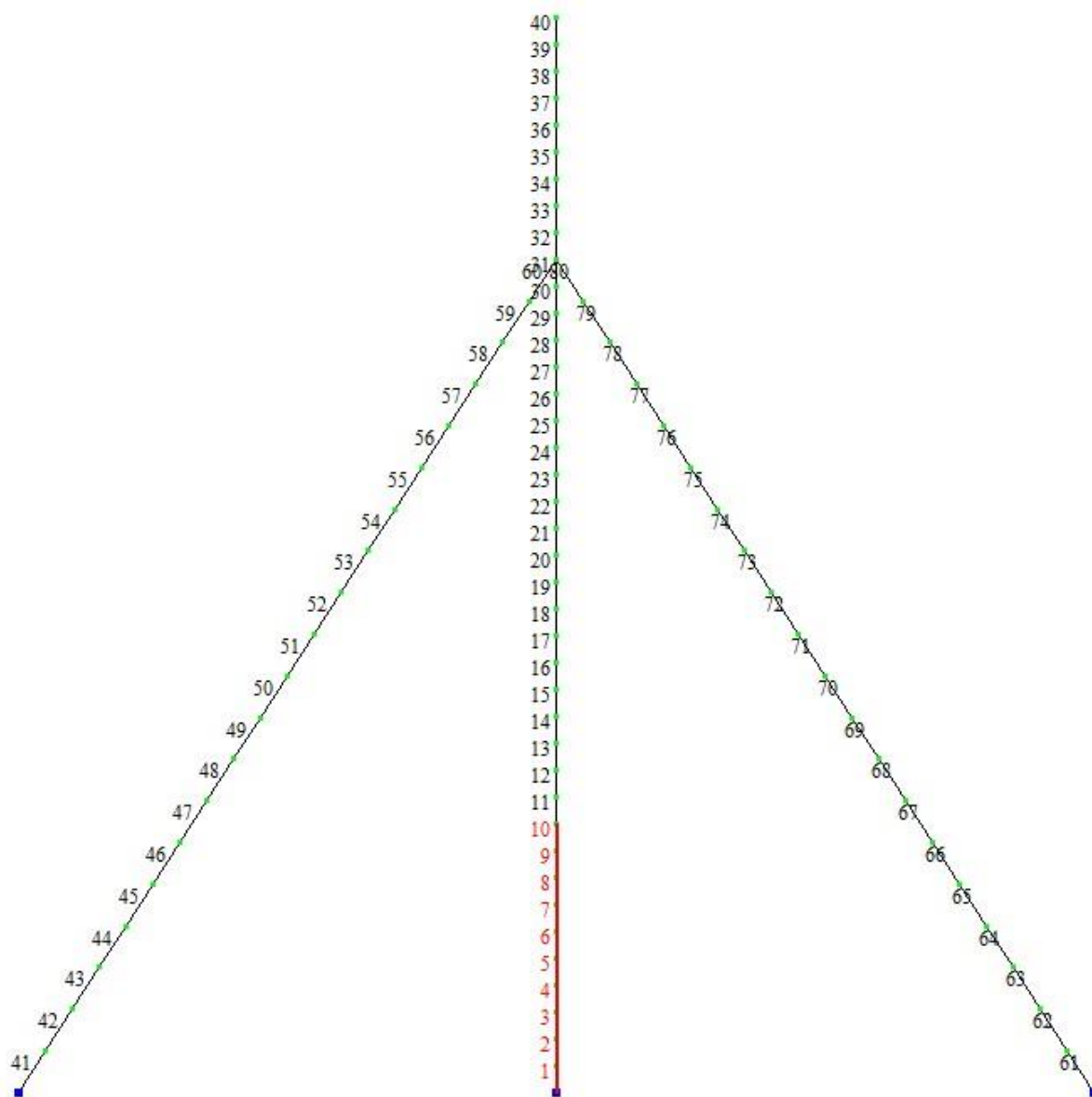


Рис. 8.19. Розрахункова схема з нумерацією елементів

- В діалоговому вікні **Задання навантажень** перейдіть на третю закладку **Навантаження на стержні**.
- Потім увімкніть радіо-кнопку **X** для задання напряму впливу навантаження (рис. 8.20).

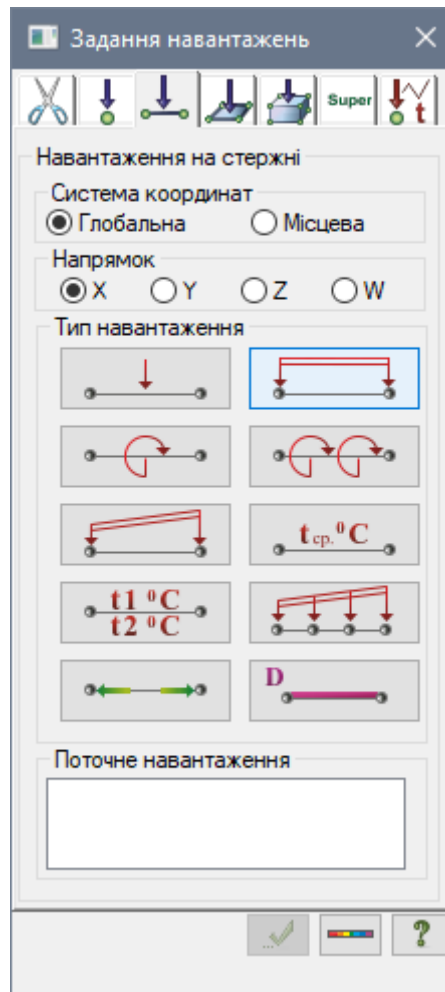






Рис. 8.20. Діалогове вікно **Задання навантажень**

- Натиснувши на кнопку рівномірно-розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.1$  т/м.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Після цього в діалоговому вікні **Поліфільтр** введіть номери елементів **11 – 20**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку  – **Трапецієвидне навантаження на групу стержнів** відкрийте діалогове вікно **Нерівномірне навантаження** (рис. 8.21).
- В цьому вікні задайте значення навантаження на початку і в кінці його прикладення:  $p_1 = 0.1$  т/м,  $p_2 = 0.12$  т/м.
- Для вказування напрямку зміни величини навантаження увімкніть радіо-кнопку **Уздовж осі Z**.
- Зніміть прапорець **Об'єднати в блок**.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

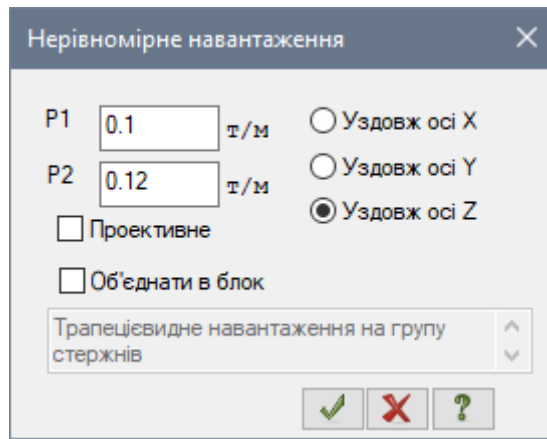


Рис. 8.21. Діалогове вікно **Нерівномірне навантаження**

- Після цього в діалоговому вікні **Поліфільтр** введіть номери елементів **21 – 40**.
- Натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- Далі в діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку трапецієвидного навантаження на групу стержнів відкрийте діалогове вікно **Нерівномірне навантаження**.
- В цьому вікні задайте значення навантаження на початку і в кінці його: **p1 = 0.12 т/м**, **p2 = 0.15 т/м**, увімкніть радіо-кнопку **Уздовж осі Z**.
- Натисніть на кнопку – **Підтвердити**.

#### Етап 7. Моделювання нелінійних завантажень з урахуванням повзучості бетону

- Натиснувши на кнопку – **Крокова** (панель **Нелінійність** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** (рис. 8.22).
- В цьому вікні для створення послідовності прикладення навантажень натисніть на кнопку – **Додати** (в лівій частині вікна в полі **Історія** додається перша історія навантажень). Натисніть на плюс і виділіть рядок завантаження, позначений знаком.
- Далі для першого завантаження задайте наступні параметри:
  - Завантаження – 1;
  - в розкритому списку **Метод розрахунку** виберіть рядок **(4) Автоматичний вибір кроку для геометрично і фізично нелінійних задач**;
  - в розкритому списку **Друк** виберіть рядок **Переміщення та зусилля після кожного кроку**;
  - в полі **Виведення проміжних результатів** в розкритому списку виберіть рядок **Виводити все**.
- Після цього, для того щоб додати рядок задання параметрів другого завантаження, при виділеному рядку першого завантаження натисніть на кнопку – **Додати**.
- Далі для другого завантаження задайте наступні параметри:
  - Завантаження – 2;
  - в розкритому списку **Метод розрахунку** виберіть рядок **(4) Автоматичний вибір кроку для геометрично і фізично нелінійних задач**;
  - в розкритому списку **Друк** виберіть рядок **Переміщення та зусилля після кожного кроку**;
  - в полі **Виведення проміжних результатів** в розкритому списку виберіть рядок **Виводити все**.



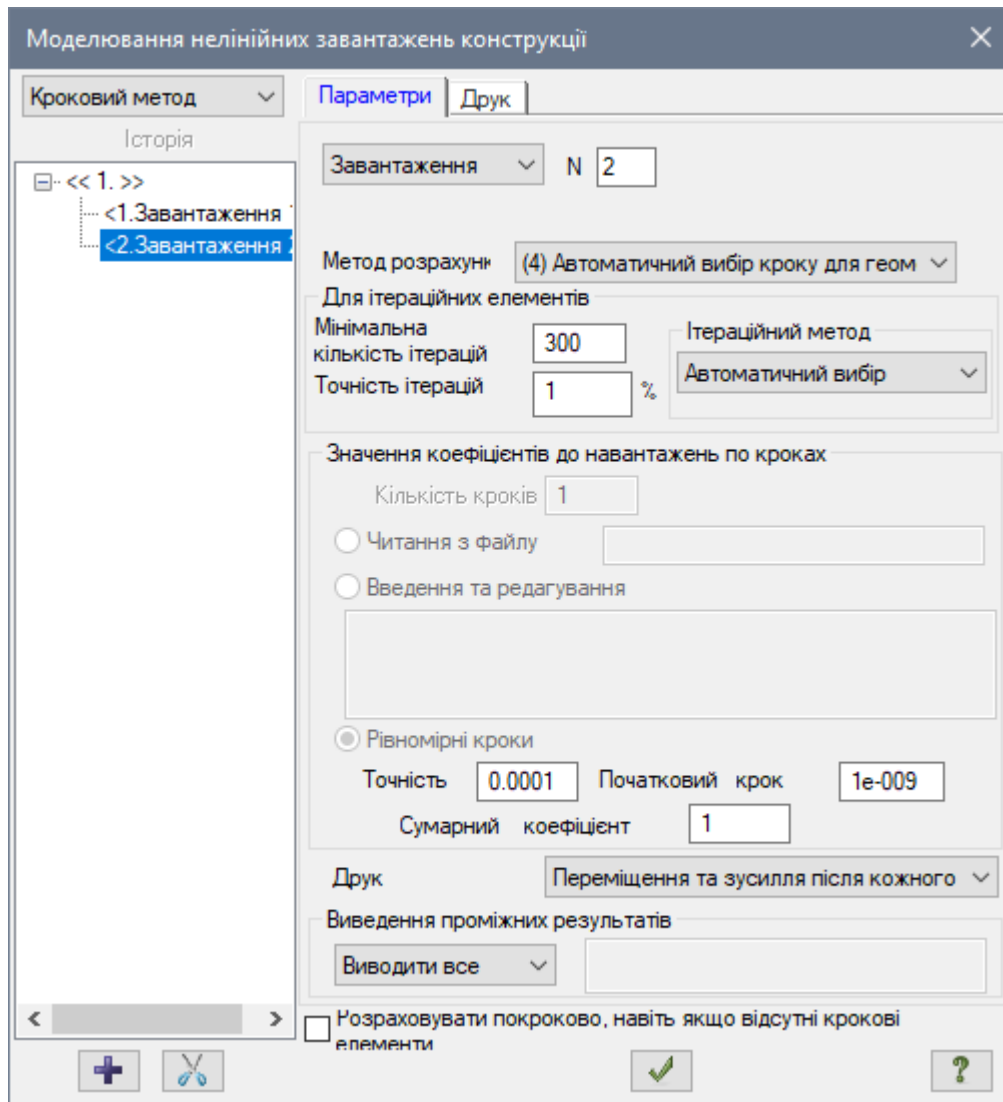




Рис. 8.22. Діалогове вікно Моделювання нелінійних навантажень конструкції

- Для введення даних натисніть на кнопку  – Підтвердити.


### Етап 8. Геометрично нелінійний розрахунок щогли

- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – Виконати повний розрахунок (панель Розрахунок на вкладці Розрахунок).

### Етап 9. Перегляд та аналіз результатів розрахунку



Після розрахунку задачі, перегляд та аналіз результатів геометрично нелінійного розрахунку здійснюється на вкладці **Аналіз**.

- В режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображується з урахуванням переміщень вузлів (рис. 8.23). Для відображення схеми без урахування переміщень вузлів натисніть на кнопку  – Вихідна схема (панель Деформації на вкладці Аналіз).

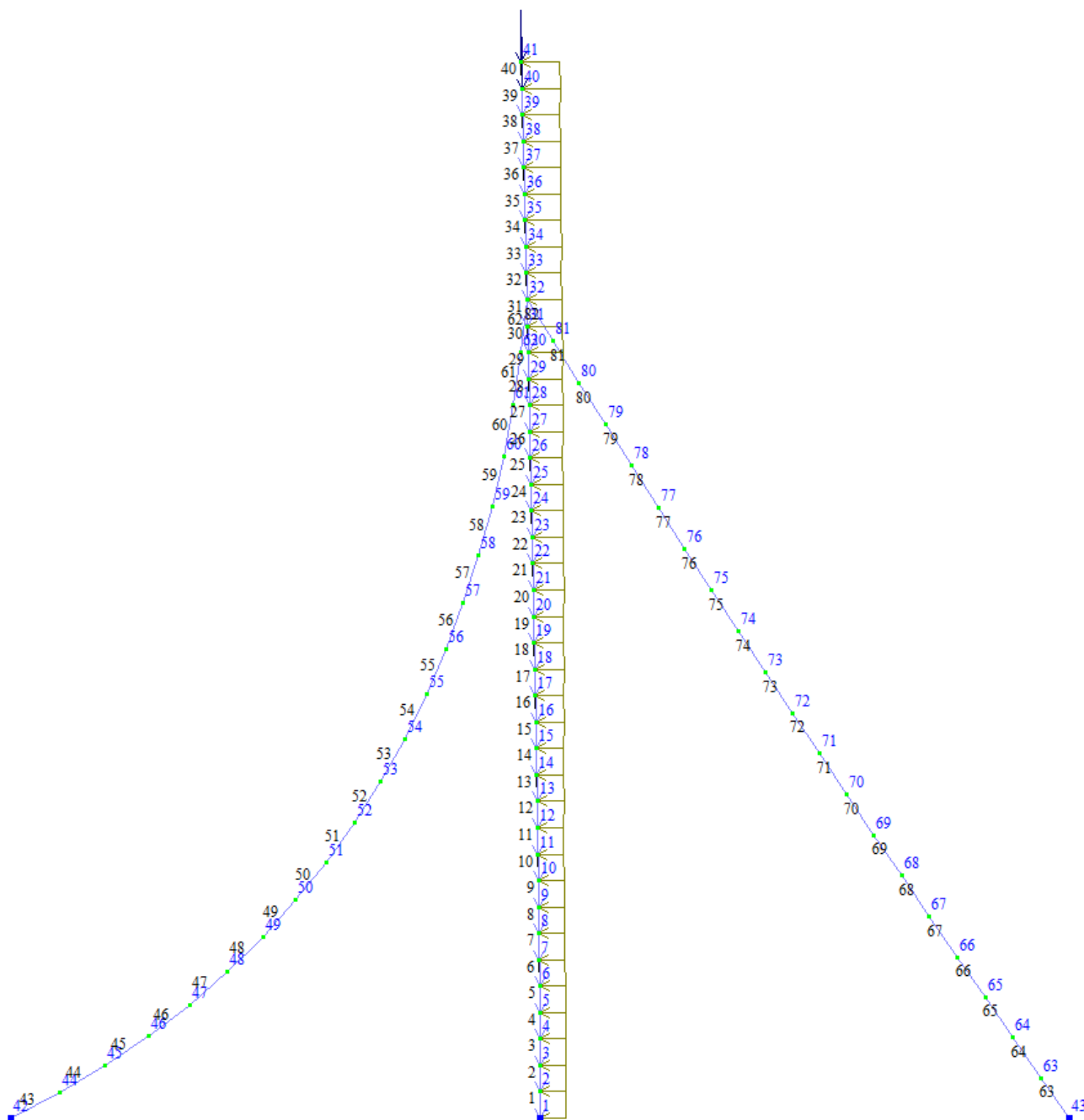







Рис. 8.23. Розрахункова схема з урахуванням переміщень вузлів

[Виведення на екран мозаїк переміщень та зусилля](#)

- Щоб вивести на екран мозаїку переміщень за напрямом X, виберіть команду  – **Мозаїка переміщень в глобальній системі** в розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  – **Мозаїка переміщень по X** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення мозаїки зусилля N, виберіть команду  – **Мозаїка зусилля в стержнях** в розкритому списку **Епюри/мозаїка** і після цього натисніть на кнопку  – **Мозаїка N** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).

[Виведення інформації про вибраний вузол](#)

- Для перегляду інформації про переміщення в одному з вузлів, натисніть на кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Вкажіть курсором на вузол № 41. Відкривається діалогове вікно **Вузол 41** (рис. 8.24), яке містить № вузла, № завантаження і величину навантаження на заданий вузол, значення переміщень вузла в глобальній системі координат.
- Для перегляду проміжних результатів переключіть лічильник **Результат**.

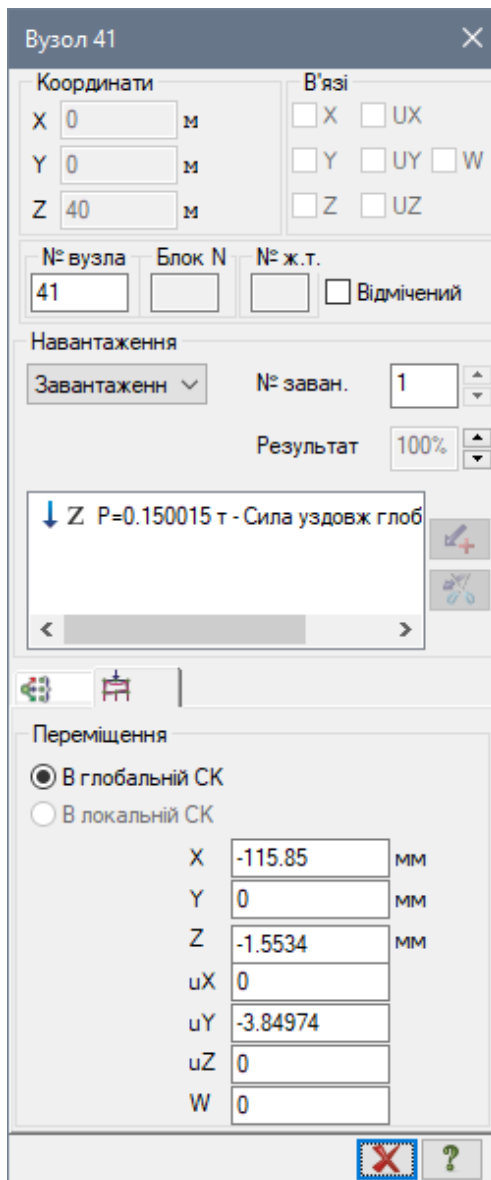


Рис. 8.24. Діалогове вікно **Інформація про вузол № 41**

[Виведення інформації про вибраний елемент](#)

- Вкажіть курсором на елемент № 1. Відкривається діалогове вікно **Елемент 1** (рис. 8.25).

**Елемент 1**

Номери вузлів  
1, 2

№ 1    Блок N 1     Відмічений

Тип жорсткості  
1. Три труби

Тип KE 310    К-ть перерізів 2    A : ID

Довжина, координати центра ваги  
L=1м, Xc=0м, Yc=0м, Zc=0.5м

Завантаженн     № заван. 1

Результат 100%

N	-6.25755	т
Mx	0	т*м
My	-31.8332	т*м
Qz	2.46883	т
Mz	0	т*м
Qy	0	т
Ry	0	т/м
Rz	0	т/м
Mw	0	т*м*м

Показати пер. 1     Епюри    Експорт зусиль

Рис. 8.25. Діалогове вікно **Інформація про елемент № 1**



Вікно містить номер елемента, номери його вузлів на схемі, номер блоку, в який входить елемент, що розглядається, вказівник відмітки елемента на схемі, тип жорсткості, бібліотечний тип скінченного елемента, кількість розрахункових перерізів, довжину і координати центру ваги елемента в глобальній системі координат, скролінг номерів завантажень, скролінг номерів перерізів, скролінг проміжних результатів.

Вікно містить наступні закладки:

- список заданих навантажень;
- параметри коефіцієнтів пружної основи;
- параметри жорстких вставок;
- наявність і напрям шарнірів;
- кут обертання місцевих осей;
- значення зусиль в перерізі стержня в поточному завантаженні.

Встановлений прапорець **Епюри** дозволяє отримати епюри зусиль та переміщень в поточному стержневому елементі, що відображаються у вікні **Епюри зусиль**.

Натискання по кнопці з найменуванням епюри у вікні **Епюри зусиль** дозволяє прибрати або додати відповідну епюру.

- Для відображення епюр зусиль та переміщень, в цьому вікні встановіть прапорець **Епюри**. Відкривається діалогове вікно **Епюри зусиль** (рис. 8.26).

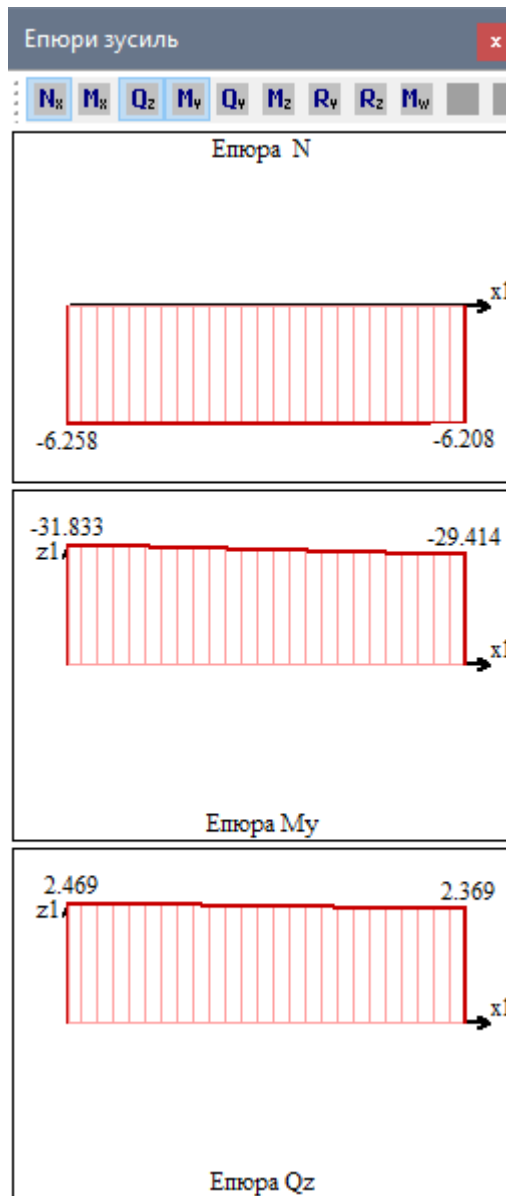




Рис. 8.26. Діалогове вікно **Епюри зусиль**

[Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку](#)

- Для виведення на екран протоколу рішення, виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 8.27) виділіть рядок **Протокол рішення**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

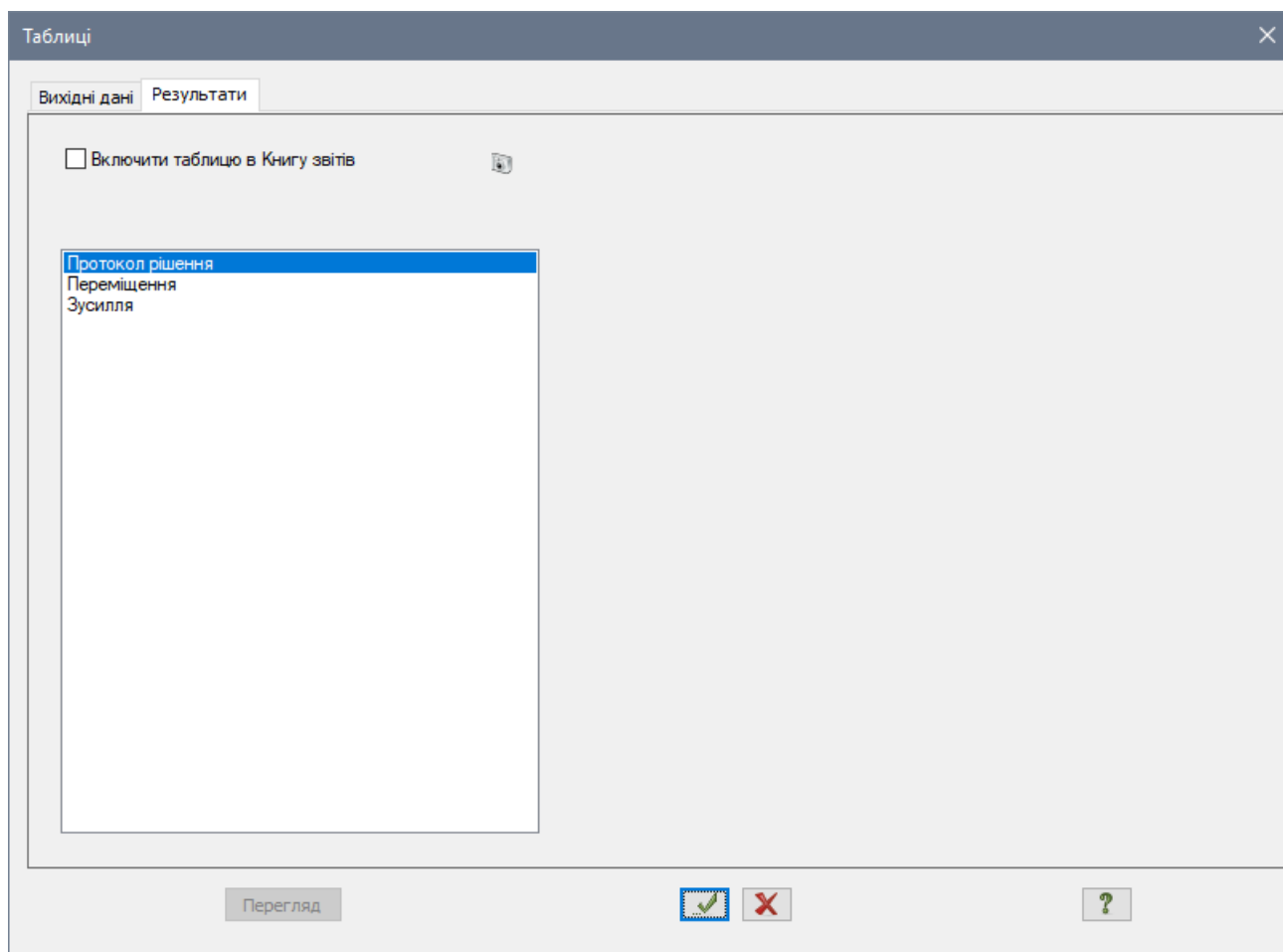


Рис. 8.27. Діалогове вікно **Таблиці**

## Приклад 9. Розрахунок конструкції на ґрунтовій основі із застосуванням системи ГРУНТ

### Цілі та задачі:

- продемонструвати процедуру побудови розрахункової схеми каркасу із використанням абсолютно жорстких тіл, які моделюють жорсткі з'єднання елементів колон та плит;
- показати технологію моделювання багатощарової основи і визначення коефіцієнтів пружної основи С1 та С2 за даними геологічних вишукувань;
- показати технологію задання навантажень, включаючи додаткові навантаження від сусідніх будівель, при визначенні коефіцієнтів пружної основи;
- показати процедуру ітераційного уточнення коефіцієнтів пружної основи.

### Вихідні дані:

Залізобетонна плита перекриття з розмірами в осях колон 4 х 6 м, товщиною 150 мм.

Залізобетонна фундаментна плита з розмірами в осях колон 4 х 6 м, товщиною 500 мм.

Залізобетонні колони прямокутного перерізу з розмірами 400 х 800 мм.

Висота каркасу – 3 м.

Розрахунок виконується для сітки плити перекриття з розмірами скінченних елементів 0.2 х 0.2 м та сітки фундаментної плити з розмірами КЕ 0.4 х 0.4 м та 0.4 х 0.2 м (рис. 9.1).

### Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага;
- завантаження 2 – постійне рівномірно-розподілене навантаження  $g_1 = 0.5 \text{ т/м}^2$ , прикладене на плиту перекриття; постійне рівномірно-розподілене навантаження  $g_2 = 1 \text{ т/м}^2$  та постійне зосереджене вертикальне навантаження  $P = 100 \text{ т}$ , прикладене на фундаментну плиту (рис. 9.2, завантаження 2);
- завантаження 3 – зосереджене горизонтальне навантаження  $F = 2 \text{ т}$ , прикладене на плиту перекриття (рис. 9.2, завантаження 3).

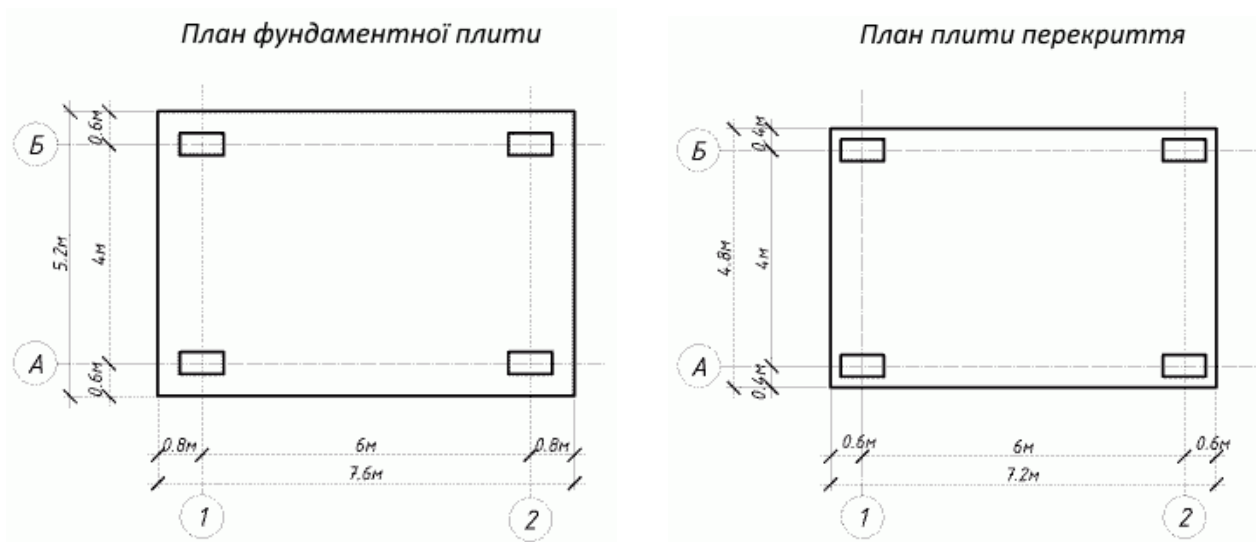


Рис. 9.1. Схема просторового каркасу

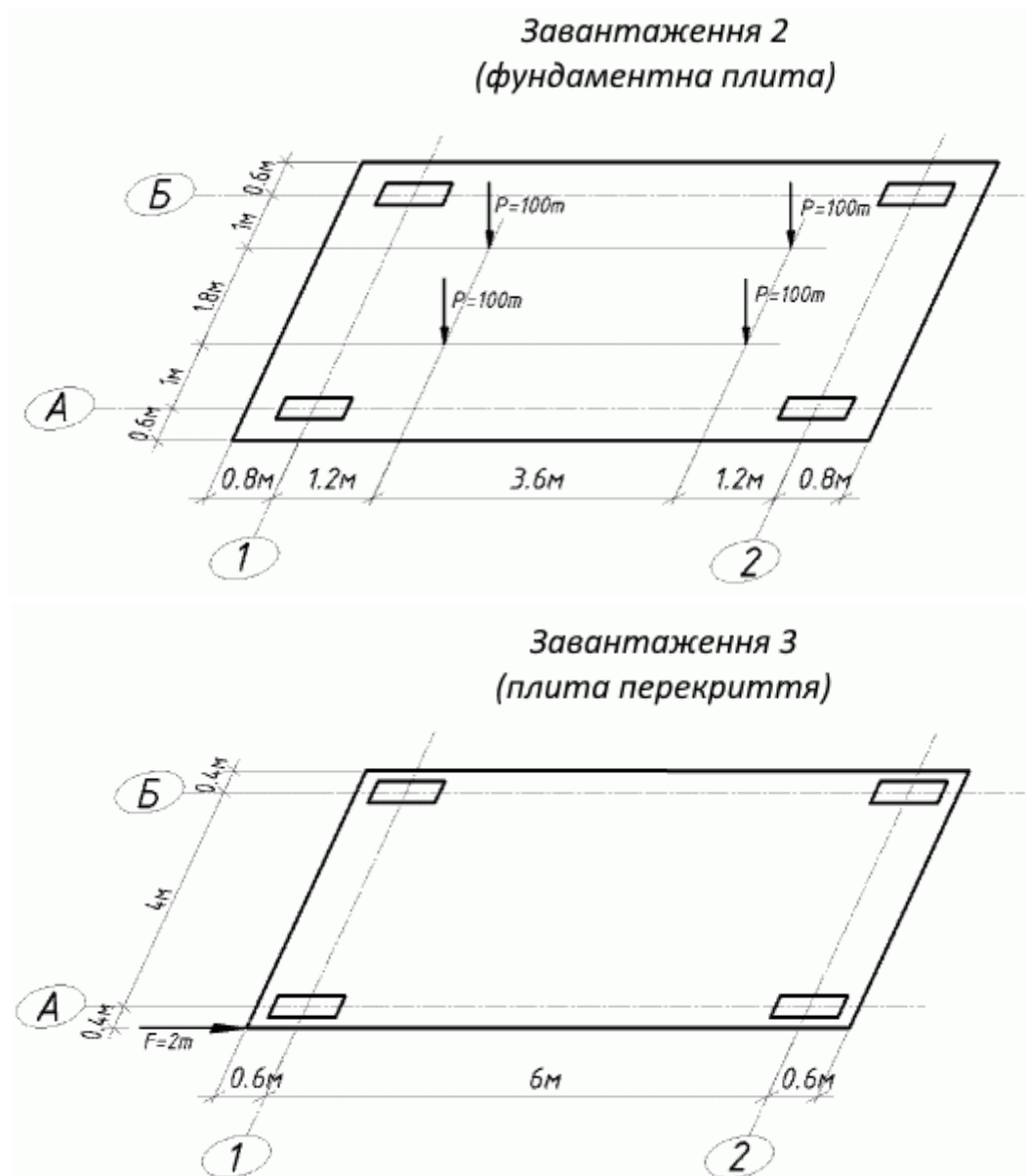




Рис. 9.2. Схеми завантажень плит каркасу

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:  
 Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 9.3) задайте наступні параметри: ґрунт
  - ім'я створюваної задачі – **09\_3D каркас\_ґрунт\_основа**;
  - в розкривному списку **Ознака схеми** виберіть рядок **5 – Шість ступенів свободи у вузлі**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.



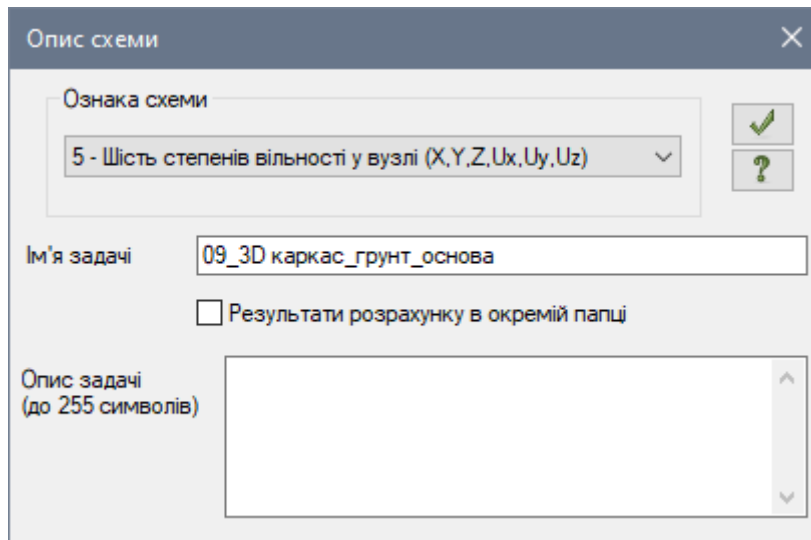




Рис. 9.3. Діалогове вікно **Опис схеми**



Діал. вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в

меню **Програми** в розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкритому

списку **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів 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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми каркасу

### Створення фундаментної плити

- Відкрийте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей** на закладці **Генерація плити**,


вибрав команду  – **Генерація плити** в розкритому списку **Генерація регулярних фрагментів та сітей** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).

- В таблиці діалогового вікна задайте крок скінченно-елементної сітки вздовж першої та другої осей:

- Крок вздовж першої осі: Крок вздовж другої осі:

	L(м)	N		L(м)	N
\\ ]	0.4	19		0.4	1
				0.2	2
				0.4	9
				0.2	2
				0.4	1.

- Решта параметрів приймаються за умовчанням (рис. 9.4).

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

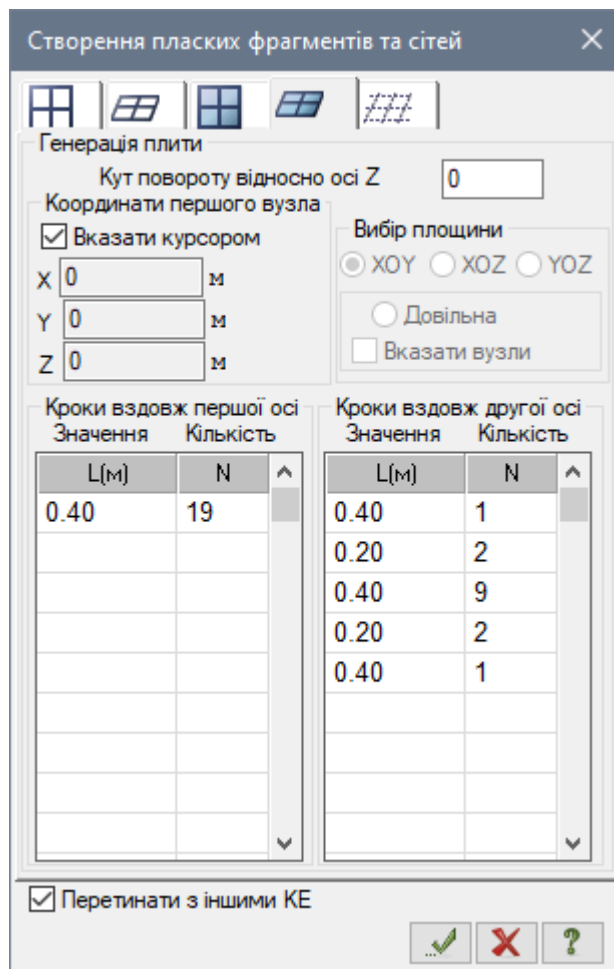


Рис. 9.4. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів та сітей

#### Створення плити перекриття

- Далі в діалоговому вікні **Створення плоских фрагментів та сітей** в полі введення **Координати першого вузла** зніміть прапорець **Вказати курсором** та задайте координати прив'язки в просторі першого вузла фрагменту (рис. 9.5):
  - **X(м) Y(м) Z(м)**  
0.2 0.2 3.
- Задайте крок скінченно-елементної сітки вздовж першої та другої осей (видаліть зайві рядки):
  - Кроки вздовж першої осі: Крок вздовж другої осі:  

L(м)	N	L(м)	N
0.2	36	0.2	24.
- Після цього натисніть на кнопку – **Застосувати**.

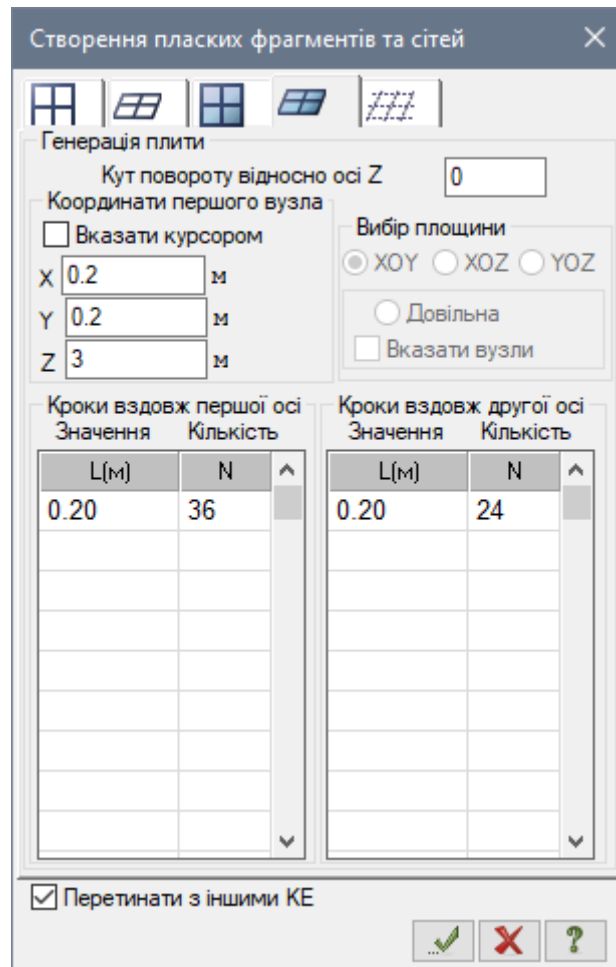






Рис. 9.5. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів та сітей

[Виведення на екран номерів вузлів](#)

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- В діалоговому вікні **Показати** (рис. 9.6) перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.
- Натиснувши на кнопку  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** відкрийте діалогове вікно **ПоліФільтр** (рис. 9.7).
- На першій вкладці встановіть прапорець **За номерами вузлів** та введіть номери вузлів № 43, 58, 263, 278, 398, 428, 1138, 1168 (рис. 9.8).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

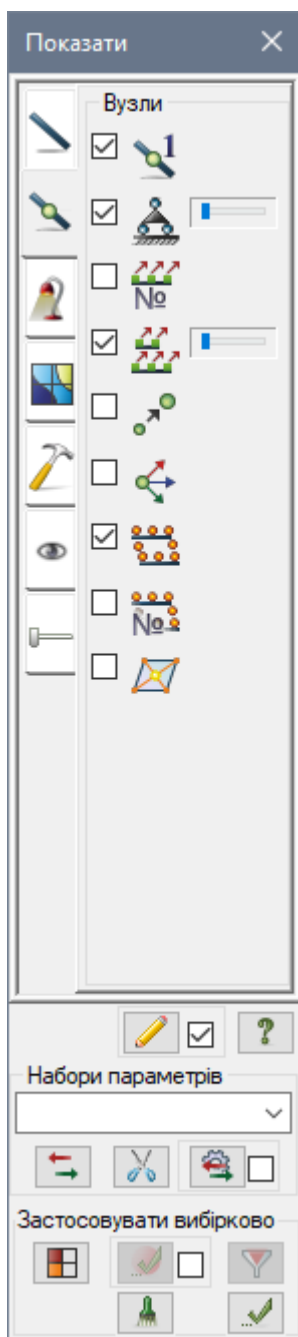


Рис. 9.6. Діалогове вікно Показати

- Закрийте діалогове вікно **Поліфільтр** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

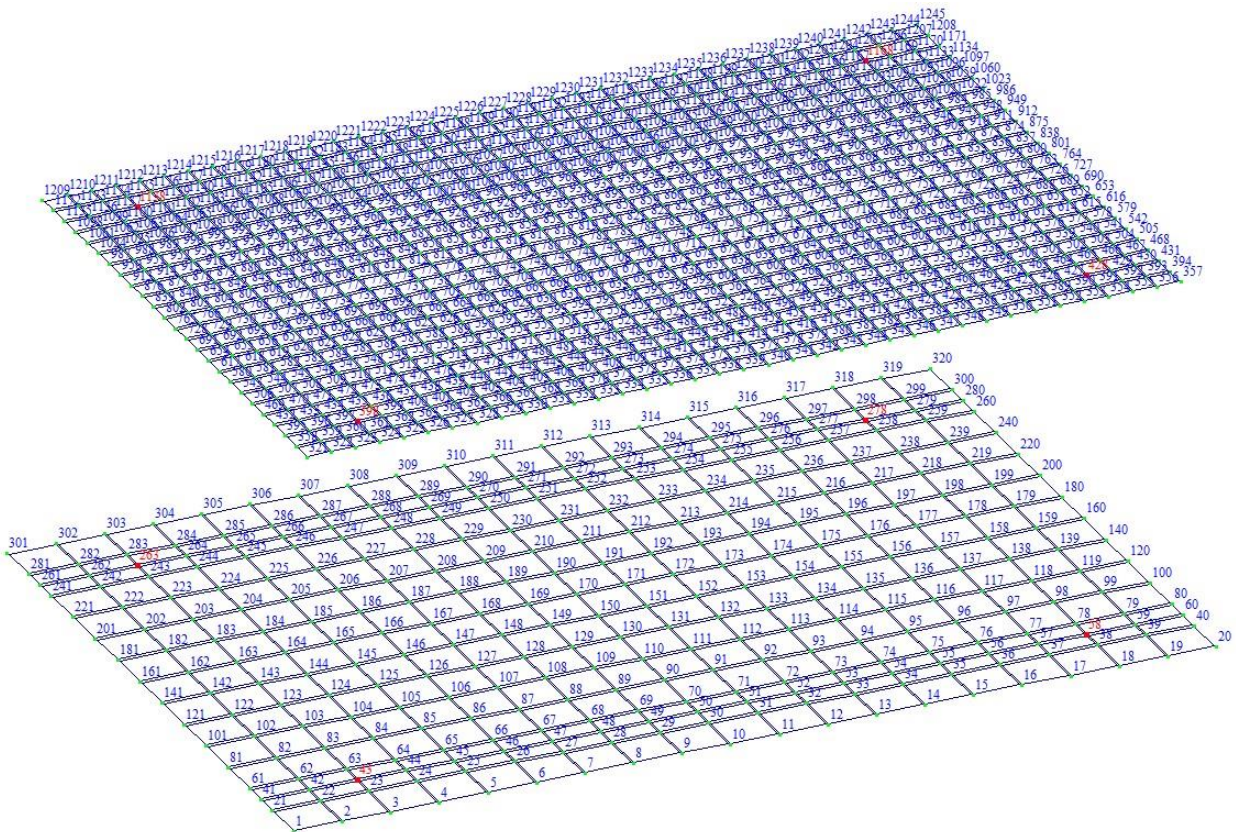




Рис. 9.7. Відмічені вузли № 43, 58, 263, 278, 398, 428, 1138, 1168

- Для відображення на екрані тільки відмічених вузлів, виконайте фрагментацію натисканням на кнопку  – Фрагментація на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Відкрийте діалогове вікно **Додати елемент** (рис. 9.8) натиснувши на кнопку  – **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).

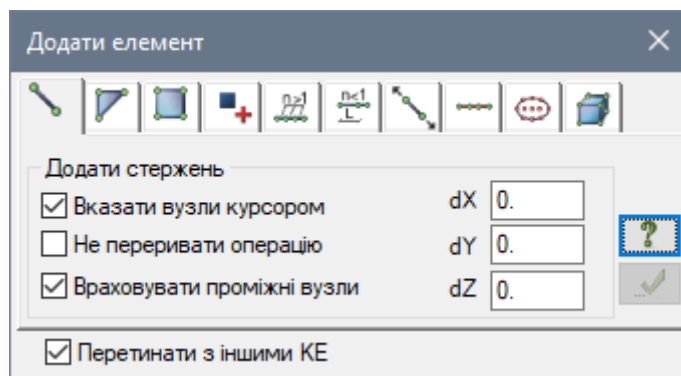




Рис. 9.8. Діалогове вікно **Додати елемент**





- Для додавання стержневих елементів між вузлами № 43 і 398, 58 і 428, 263 і 1138, 278 і 1168 (створюємо вертикальні стержні); вкажіть послідовно курсором на ці пари вузлів (при цьому між ними протягується резинова нитка).
- Для відновлення розрахункової схеми в первісному вигляді після операції фрагментації, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.

### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **09\_3D каркас\_ґрунт\_основа**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.


### Етап 3. Створення абсолютно жорстких тіл

#### Створення абсолютно жорстких тіл в фундаментній плиті

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка блоку з вузлами** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Вкажіть курсором на будь-який вузол або елемент плити перекриття (вузли та елементи плити перекриття забарвлюються в червоний колір).
- Для відображення на екрані тільки невиділених вузлів та елементів, виконайте інверсну фрагментацію натиснувши на кнопку  – **Інверсна фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Відкрийте діалогове вікно **Абсолютно жорсткі тіла** (рис. 9.9) натиснувши на кнопку  – **Абсолютно жорстке тіло** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли стикування фундаментної плити та **Абсолютно жорсткого тіла 1** (тіла колони) № 22-24, 42-44 і 62-64 (рис. 9.10) (вузли забарвлюються в червоний колір).



*Відмітка вузлів виконується за допомогою одинарного вказування курсором або розтягуванням «рамки вибору» навколо потрібних вузлів.  
За необхідністю можна збільшити фрагмент схеми за допомогою операції збільшення (знаходиться на панелі інструментів **Панель вибору**) або колеса прокрутки миші.*

- В діалоговому вікні **Абсолютно жорсткі тіла** в полі введення **Призначити ведучий вузол поточного АЖТ** встановіть прапорець **Вказати ведучий вузол курсором**.
- Після цього на схемі фундаментної плити вкажіть курсором на вузол № 43 (вузол забарвлюється в чорний колір).
- Для створення першого абсолютно жорсткого тіла в полі введення **Задання абсолютно жорстких тіл** натисніть на кнопку  – **Додати АЖТ**.

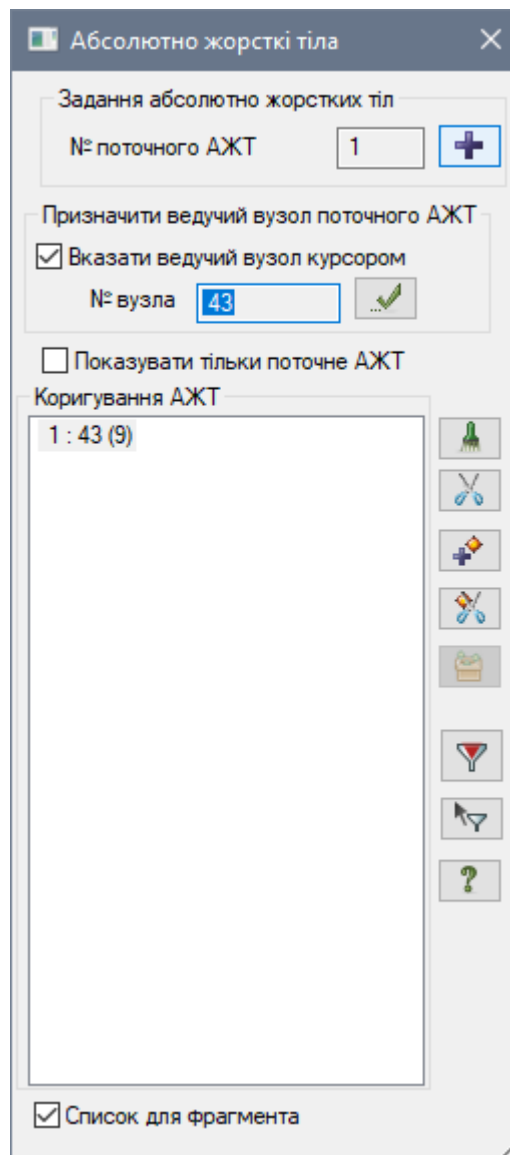


Рис. 9.9. Діалогове вікно Абсолютно жорсткі тіла

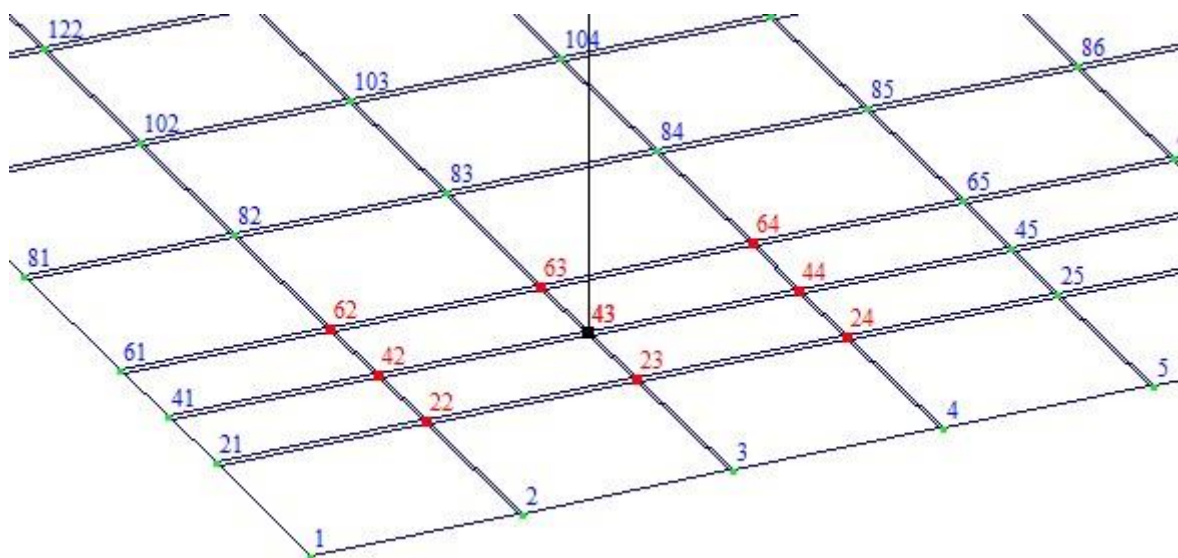







Рис. 9.10. Відмічені вузли № 22-24, 42-44 і 62-64




Всі операції над АЖТ виконуються тільки з їх **ведучими** вузлами – накладення в'язей, задання локальної системи координат вузла, задання вимушеного зміщення, об'єднання переміщень.

- При встановленому прапорці **Вказати ведучий вузол курсором**, на схемі фундаментної плити вкажіть курсором на вузол № 58.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли стикування фундаментної плити і **Абсолютно жорсткого тіла 2** № 37-39, 57-59 і 77-79.
- Для створення другого абсолютно жорсткого тіла в полі введення **Задання абсолютно жорстких тіл** натисніть на кнопку  – **Додати АЖТ**.
- При активній кнопці  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, за допомогою курсору виділіть вузли стикування фундаментної плити і **Абсолютно жорсткого тіла 3** № 242-244, 262-264 і 282-284.
- В діалоговому вікні **Абсолютно жорсткі тіла** в полі введення **Призначити ведучий вузол поточного АЖТ** встановіть прапорець **Вказати ведучий вузол курсором**.
- Після цього на схемі фундаментної плити вкажіть курсором на вузол № 263.
- Для створення третього абсолютно жорсткого тіла в полі введення **Задання абсолютно жорстких тіл** натисніть на кнопку  – **Додати АЖТ**.
- При встановленому прапорці **Вказати ведучий вузол курсором**, на схемі фундаментної плити вкажіть курсором на вузол № 278.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли стикування фундаментної плити і **Абсолютно жорсткого тіла 4** № 257-259, 277-279 і 297-299.
- Для створення четвертого абсолютно жорсткого тіла в полі введення **Задання абсолютно жорстких тіл** натисніть на кнопку  – **Додати АЖТ**.
- Для відновлення розрахункової схеми в первісному вигляді після операції фрагментації, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.

#### Створення абсолютно жорстких тіл в плиті перекриття


- Натисніть на кнопку  – **Відмітка блоку з вузлами** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Вкажіть курсором на будь-який вузол або елемент фундаментної плити.
- Для відображення на екрані тільки невиділених вузлів та елементів, виконайте інверсну фрагментацію натиснувши на кнопку  – **Інверсна фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли стикування плити перекриття і **Абсолютно жорсткого тіла 5** № 359-363, 396-400 і 433-437.
- В діалоговому вікні **Абсолютно жорсткі тіла** встановіть прапорець **Вказати ведучий вузол курсором**.
- Після цього на схемі плити перекриття вкажіть курсором на вузол № 398.



- Для створення п'ятого абсолютно жорсткого тіла натисніть на кнопку  – **Додати АЖТ**.
- Аналогічно попереднім операціям задайте:
  - вузли стикування плити перекриття і **Абсолютно жорсткого тіла 6** № 389-393, 426-430, 463-467 з базовим вузлом №428;
  - вузли стикування плити перекриття і **Абсолютно жорсткого тіла 7** № 1099-1103, 1136-1140, 1173-1177 з базовим вузлом №1138;
  - вузли стикування плити перекриття і **Абсолютно жорсткого тіла 8** № 1129-1133, 1166-1170, 1203-1207 з базовим вузлом №1168.
- Для відновлення розрахункової схеми в первісному вигляді після операції фрагментації, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вузлів.

#### Етап 4. Задання жорсткісних параметрів елементам каркасу

##### Формування типів жорсткості

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 9.12,а).
- В цьому вікні натиснувши на кнопку **Додати** відкрийте діалогове вікно **Додати жорсткість**, для того щоб вивести список стандартних типів перерізів (рис. 9.12,б).
- Виберіть подвійним натисканням миші на елементі графічного списку тип перерізу **Брус** (на екран виводиться діалогове вікно для задання жорсткісних характеристик вибраного типу перерізу)

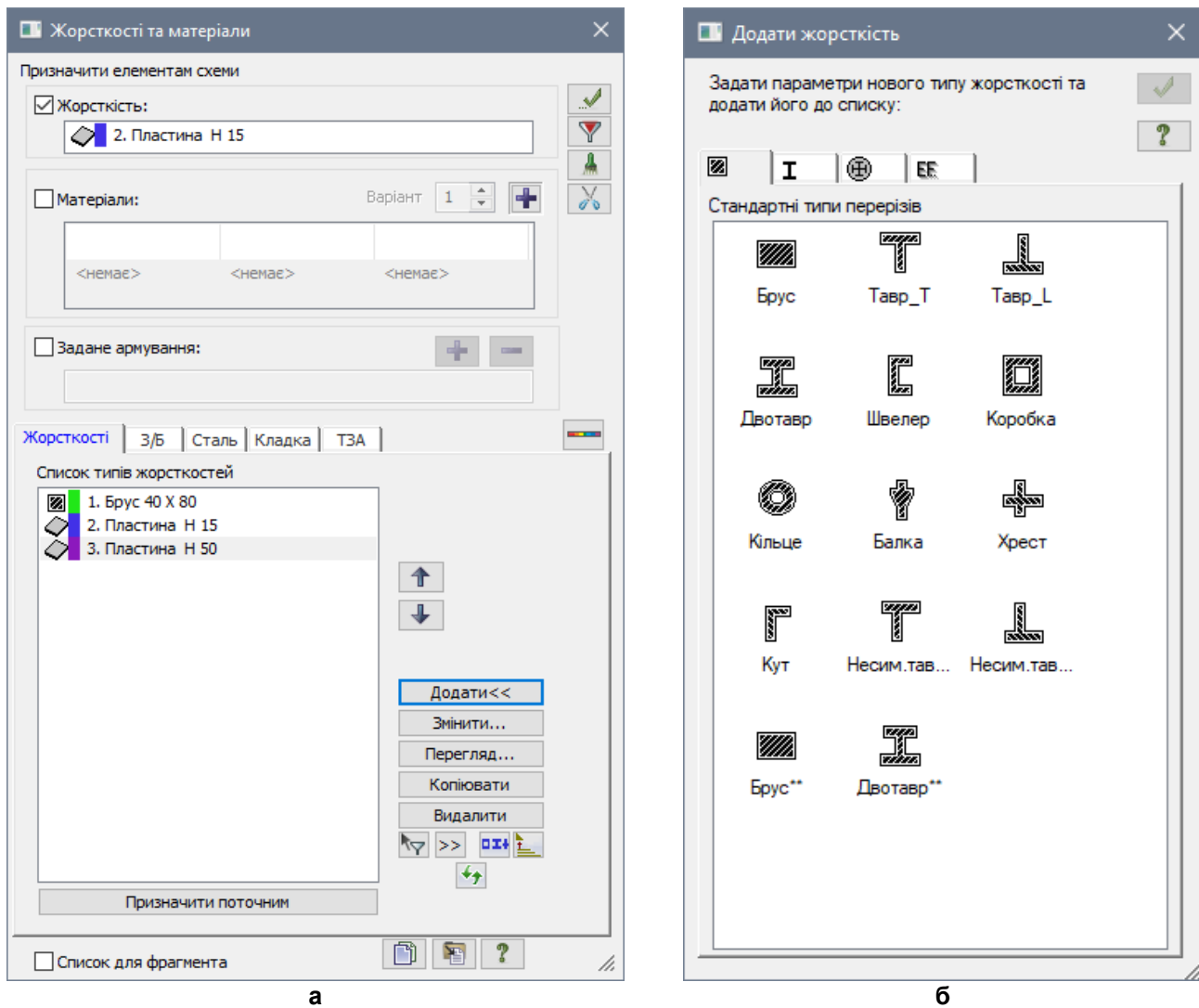



Рис. 9.11. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість

- В діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** (рис. 9.12) задайте параметри перерізу **Брус**:
  - модуль пружності –  $E = 3e6 \text{ т/м}^2$  (при англійській розкладці клавіатури);
  - коеф. Пуассона –  $\nu = 0.2$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 40 \text{ см}$ ;  $H = 80 \text{ см}$ ;
  - питома вага матеріалу –  $R_0 = 2.75 \text{ т/м}^3$ .
- Щоб побачити ескіз перерізу, що створюється, з усіма розмірами, натисніть на кнопку **Намалювати**.
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

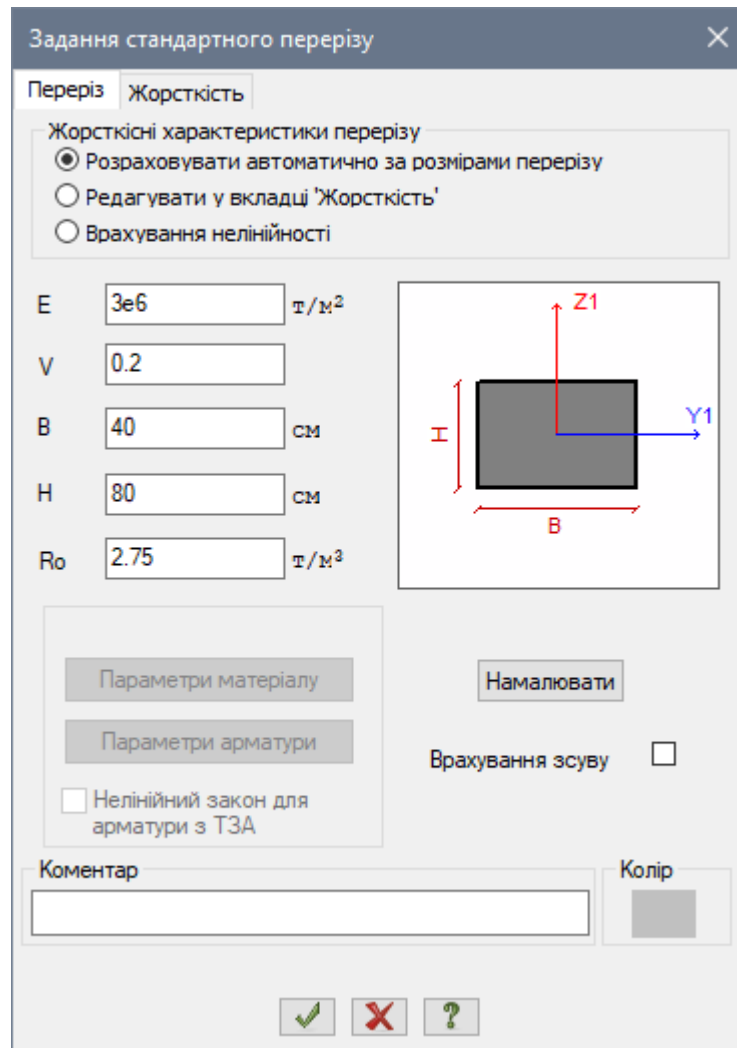


Рис. 9.12. Діалогове вікно **Задання стандартного перерізу**




- Далі в діалоговому вікні **Додати жорсткість** перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості.
- Подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Пластини**.
- У вікні **Задання жорсткості для пластин** (рис. 9.13) задайте параметри перерізу **Пластини** (для плити перекриття):
  - модуль пружності –  $E = 3e6$  т/м<sup>2</sup>;
  - коеф. Пуассона –  $V = 0.2$ ;
  - товщина –  $H = 15$  см;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.75$  т/м<sup>3</sup>.
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 9.13. Діалогове вікно **Задання жорсткості для пластин**

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором рядок **2. Пластина Н 15** і натисніть на кнопку **Копіювати**.
- Далі в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей за допомогою курсору виділіть рядок **3.Пластина Н 15** і натисніть на кнопку **Змінити**.
- В новому вікні **Задання жорсткості для пластин** змініть параметри для фундаментної плити:
  - товщина – **Н** = 50 см.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для того щоб сховати бібліотеку жорсткісних характеристик, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку **Додати**.

#### [Призначення жорсткостей елементам каркасу](#)

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1.Брус 40x80**.
- 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 миші по рядку списку).

- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи (виділені елементи забарвлюються в червоний колір).



Відмітка елементів виконується за допомогою одинарного вказування курсором або розтяганням «рамки вибору» навколо потрібних елементів.

- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити** (з елементів знімається виділення. Це свідчить про те, що виділеним елементам призначена поточна жорсткість).
- Далі в цьому самому вікні в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2. Пластина Н15**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка блоку** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Вкажіть курсором на будь-який елемент плити перекриття.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- В списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **3. Пластина Н50**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Вкажіть курсором на будь-який елемент фундаментної плити.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.


#### Етап 5. Задання граничних умов



Щоб уникнути геометричній змінності в площині  $XOY$ , на фундаментну плиту накладаємо додаткові граничні умови за допомогою одноузлових КЕ 56. Дані елементи встановлюються у вузлах фундаментної плити. Жорсткість для всіх КЕ 56 буде прийнята рівною наступній величині: 70% від жорсткості пружної основи  $C1z$  помножена на вантажну площа навколо одного КЕ 56.

Так як жорсткість пружної основи ще невідома, приймаємо початкові значення жорсткості одноузлових КЕ 56 величиною 200 т / м. Після розрахунку коефіцієнту пружної основи значення жорсткості КЕ 56 можна уточнити.

#### Задання жорсткості КЕ 56

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку **Додати** і у вікні **Додати жорсткість** (бібліотеці жорсткісних характеристик), що з'явилося, перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості.
- Подвійним натисканням миші виберіть ти перерізу **КЕ 56 чисельне**.
- В діалоговому вікні **Чисельний опис для КЕ 56** (рис. 9.14) задайте наступні параметри:
  - погонна жорсткість в'язі на розтяг-стиск вздовж глобальної осі  $X$  –  $R_X = 200$  т/м;
  - погонна жорсткість в'язі на розтяг-стиск вздовж глобальної  $Y$  –  $R_Y = 200$  т/м.
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

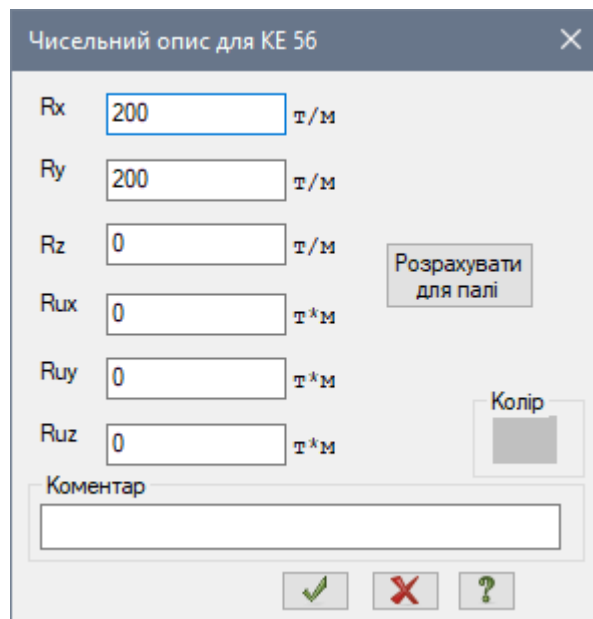





Рис. 9.14. Діалогове вікно Чисельний опис для KE 56

#### Додавання KE 56

- При активній кнопці  – **Відмітка блоку з вузлами** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**, вкажіть курсором на будь-який вузол або елемент фундаментної плити.
- Відкрийте діалогове вікно **Додати елемент** (рис. 9.15) на закладці **Додати одновузлові KE**, вибрав команду  – **Додати одновузлові KE** в розкритому списку **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні за допомогою увімкнення відповідної радіо-кнопки вкажіть тип **KE 56**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

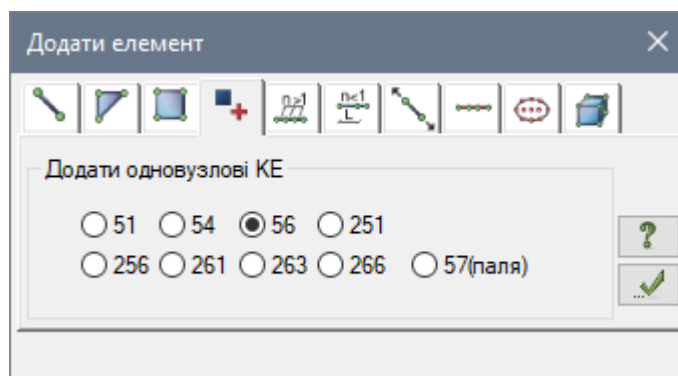



Рис. 9.15. Діалогове вікно Додати елемент



При додаванні KE 56 на розрахункову схему в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** поточною жорсткістю була встановлена жорсткість саме для цих KE. Дана жорсткість була автоматично призначена на додані елементи.

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

## Етап 6. Задання параметрів пружної основи




- Натисніть на кнопку  – **Відмітка блоку** в розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Вкажіть курсором на будь-який елемент фундаментної плити.
- Натиснувши на кнопку  – **Коефіцієнти пружної основи C1, C2** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Задання коеф. C1 та C2** (рис. 9.16).
- В цьому вікні, при встановленому прапорці **Пластини**, для задання коефіцієнтів пружної основи увімкніть радіо-кнопку **Отримати за моделлю ґрунту** і в полі введення задайте:
  - рівномірно-розподілене навантаження на ґрунтову основу  $P_z = 12 \text{ т/м}^2$ .
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

Рис. 9.16. Діалогове вікно **Задання коеф. C1 та C2**

## Запуск системи ҐРУНТ

- Для запуску системи ҐРУНТ, в діалоговому вікні **Задання коеф. С1 та С2** натисніть на кнопку **Модель ґрунту**.
- В діалоговому вікні **Модель ґрунту**, що з'явилося (рис. 9.17), за умовчанням в розкритому списку **Метод розрахунку С1, С2** вибраний **Метод 3**. Поле **Параметри** на закладці **Розрахунок С1, С2** і закладка **Прив'язка** неактивні.
- Далі, на закладці **Розрахунок С1, С2**, задайте наступні параметри, які будуть використані при розрахунку коефіцієнтів пружної основи:
  - в полі **Об'єднання** зніміть прапорець **Замінювати суміжні і близькі по величині навантаження одним навантаженням з середньою величиною**.
- Після цього в діалоговому вікні **Модель ґрунту** натисніть на кнопку **Підключити модель ґрунту**.

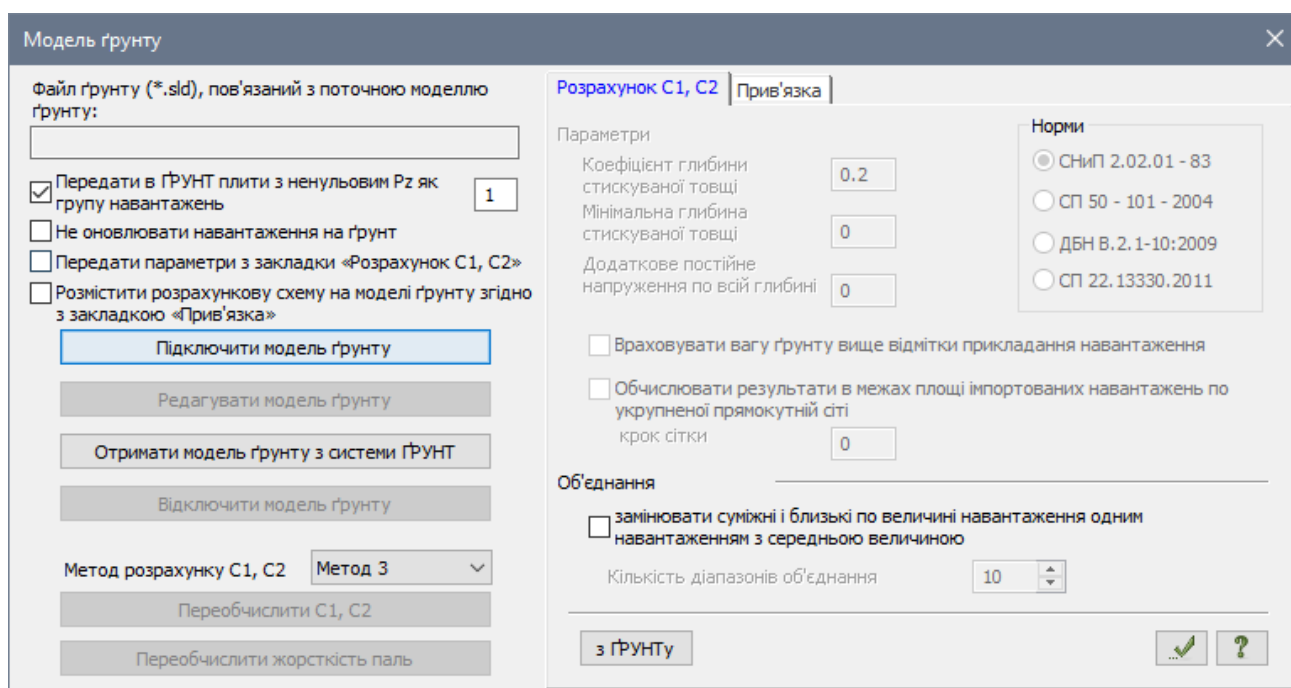



Рис. 9.17. Діалогове вікно **Модель ґрунту**



Діалогове вікно **Модель ґрунту** також можна відкрити натиснувши на кнопку  – **Модель ґрунту** (панель **Ґрунт** на вкладці **Розширене редагування**).

- В новому діалоговому вікні **Відкрити файл моделі ґрунту** (рис. 9.18) при заданому імені файлу **09\_3D каркас\_ґрунт\_основа** натисніть на кнопку **Відкрити**.





Задання параметрів свердловин геологічного розрізу








Для розрахунку коефіцієнтів пружної основи будуть використані характеристики ґрунтів, які задані у відповідності з результатами інженерно-геологічних вишукувань і знаходяться в таблиці **Характеристики ґрунтів** (рис. 9.20). Виклик цієї таблиці здійснюється

натисканням на кнопку  - **Характеристики ґрунтів** (панель **Схема** на вкладці **Ґрунт**).

№ ІГЕ	Умовне позначення	Найменування ґрунту	Колір	Модуль деформації, т/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт Пуассона	Питома вага ґрунту, т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт переходу до 2-го модуля деформації	Природна вологість, частки	Показник текучості ІL	Вода Лес	Коефіцієнт пористості e	Питоме зчеплення Rc, т/м <sup>2</sup>	Кут внутрішнього напруження розтягнення Fi, °	Граничне напруження розтягнення Rs, т/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт Савінова Co, т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт пропорційності K, тс/м <sup>**4</sup> і код ґрунту
1		Насипний		1000	0.3	1.8	5	0.05	0.2		0.7	0.5	16	0.1	1000	235 Cf
2		Пісок пілуватий		1800	0.3	1.75	5	0.25		W	0.54	0.1	31	0.02	900	400 S0
3		Супісок		2000	0.3	1.82	5	0.26	1.1	W	0.72	0.8	22	0.16	1500	235 Sp
4		Суглинок тугоп'як		1800	0.35	1.87	5	0.17	0.26		0.68	2	18	0.4	2000	496 Ls
5		Глина напівтверда		2200	0.42	1.92	5	0.02	0.15		0.8	5	16	1	2500	540 Cs

Примітки: значення Rc, Fi, R<sub>s</sub> в розрахунку коефіцієнтів постелі не використовуються, але задаються для наступного експорту в жорсткості ЛІРА-САПР. Значення ІL та K використовуються для розрахунку жорсткості п'яль (KE 57)

Рис. 9.20. Діалогове вікно **Характеристики ґрунтів**

- Натиснувши на кнопку  - **Задати свердловини** в розкритому списку **Свердловини** (панель **Схема** на вкладці **Ґрунт**) відкрийте діалогове вікно **Свердловини**.
- В цьому вікні, при заданій абсолютній відмітці устя **100** (м), для Свердловини 1 задайте наступні параметри (рис. 9.21):
  - Встановіть прапорець **Координати**;
  - задайте координати свердловини (м): **X = 2, Y = 6**;
  - за допомогою лічильника ІГЕ із таблиці **Характеристики ґрунтів** переключіть на **ІГЕ 1**;
  - в комірці **Глибина залягання** задайте величину рівну **3** (м);
  - натисніть на кнопку  – **Відобразити зміни таблиці**;
  - за допомогою лічильника ІГЕ із таблиці **Характеристики ґрунтів** переключіть на **ІГЕ 2**;
  - в комірці **Глибина залягання** задайте величину рівну **5** (м);
  - натисніть на кнопку  – **Відобразити зміни таблиці**;
  - за допомогою лічильника ІГЕ із таблиці **Характеристики ґрунтів** переключіть на **ІГЕ 5**;
  - в комірці **Глибина залягання** задайте величину рівну **15** (м);
  - натисніть на кнопку  – **Відобразити зміни таблиці**;
  - інші параметри визначаються автоматично.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

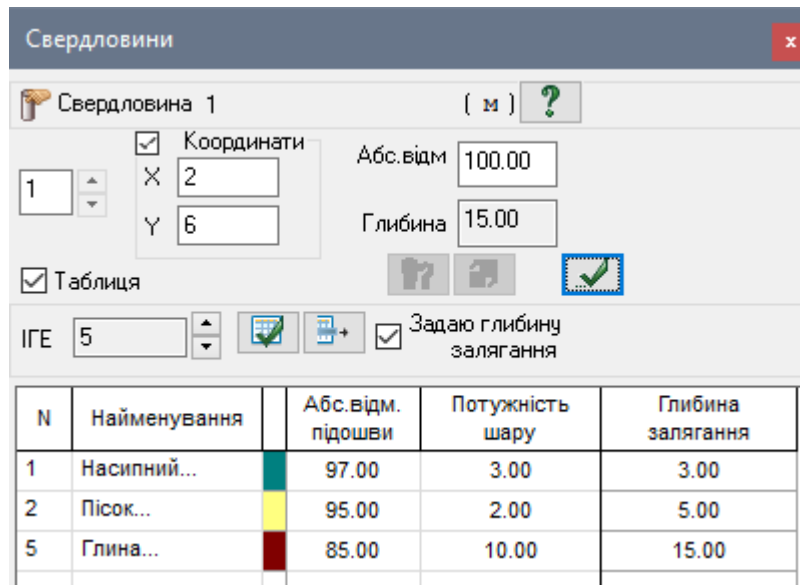




Рис. 9.21. Діалогове вікно **Свердловини**

- Для створення другої свердловини, переключіть лічильник свердловин, натиснувши на стрілку вгору.
- Для задання параметрів свердловини 2:
  - задайте координати свердловини (м): **X = 9, Y = 4**;
  - в комірці **Глибина залягання** для першого шару ґрунту (ІГЕ 1) задайте величину рівну **1** (м);
  - в комірці **Глибина залягання** для другого шару ґрунту (ІГЕ 2) задайте величину рівну **9** (м);
  - в комірці **Глибина залягання** для третього шару ґрунту (ІГЕ 5) задайте величину рівну **15** (м);
  - натисніть на кнопку – **Відобразити зміни таблиці**;
  - інші параметри визначаються автоматично.
- Після цього натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- Для створення третьої свердловини, переключіть лічильник свердловин, натисніть на стрілку вгору.
- Для задання параметрів свердловини 3:
  - задайте координати свердловини (м): **X = 4, Y = 1.2**;
  - в комірці **Глибина залягання** для першого шару ґрунту (ІГЕ 1) задайте величину рівну **2** (м);
  - в комірці **Глибина залягання** для другого шару ґрунту (ІГЕ 2) задайте величину рівну **6** (м);
  - в комірці **Глибина залягання** для третього шару ґрунту (ІГЕ 5) задайте величину рівну **15** (м);
  - натисніть на кнопку – **Відобразити зміни таблиці**;
  - інші параметри визначаються автоматично.
- Після цього натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно **Свердловини** натиснувши на кнопку – **Закрити**.

#### Задання навантажень від близько-стоячої будівлі

- Натиснувши на кнопку - **Редагувати навантаження** в розкритому списку **Навантаження** (панель **Схема** на вкладці **Ґрунт**) відкрийте діалогове вікно **Навантаження**.

- В цьому вікні перейдіть на закладку задання типу навантаження  – **Довільний штамп** (рис. 9.22).
- Потім встановіть прапорець **Абс. відмітка** і задайте значення відмітки рівне **97** (м).
- При заданій інтенсивності тиску на ґрунт (величина) **20** т/м<sup>2</sup>, натисніть на кнопку  – **Задати навантаження (довільний багатокутник) на плані**.

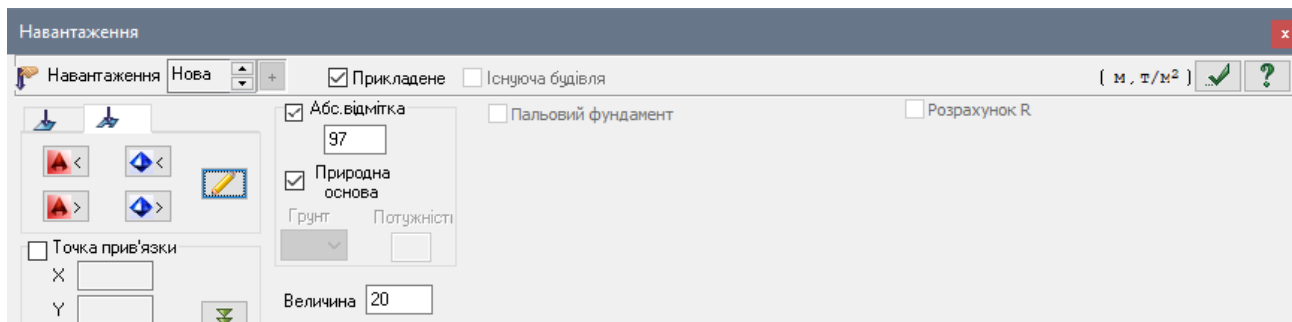


Рис. 9.22. Діалогове вікно **Навантаження**

- В діалоговому вікні **Вказати координати** (рис. 9.23) задайте початкові координати контуру навантаження: **X=16, Y=12**. Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Задайте координати: **X=8, Y=12**. Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Задайте координати: **X=8, Y=8**. Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Задайте координати: **X=12, Y=8**. Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Задайте координати: **X=12, Y=3**. Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Задайте координати: **X=16, Y=3**. Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Задайте координати: **X=16, Y=12**. Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

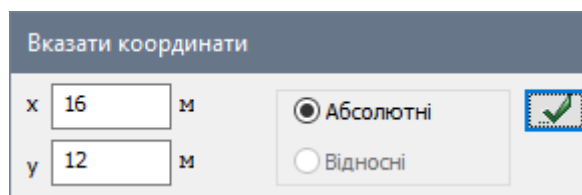


Рис. 9.23. Діалогове вікно **Вказати координати**

- В діалоговому вікні **ГРУНТ**, що з'явилося (рис. 9.24), при увімкненій радіо-кнопці **Я хочу негайно створити нове навантаження з контуром...** натисніть на кнопку **ОК**.

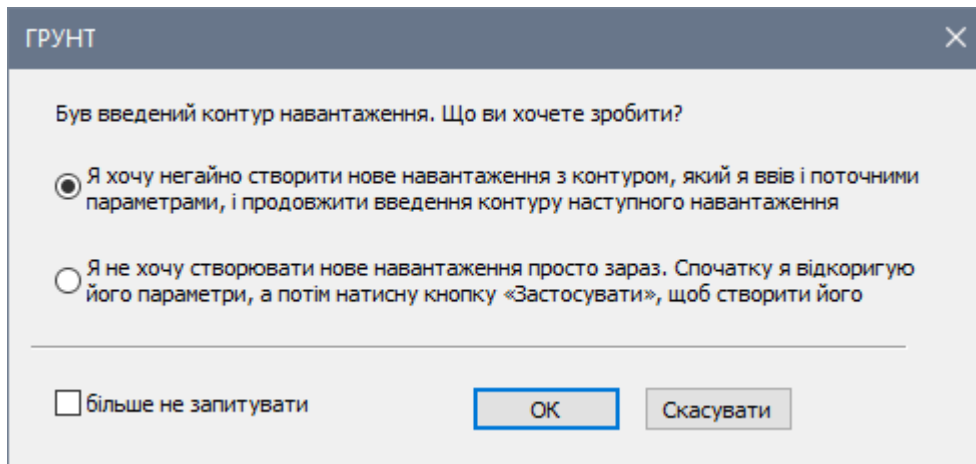



Рис. 9.24. Діалогове вікно ГРУНТ

- Закрийте діалогове вікно **Навантаження** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- В графічному вікні з'явився контур навантаження (рис. 9.25).

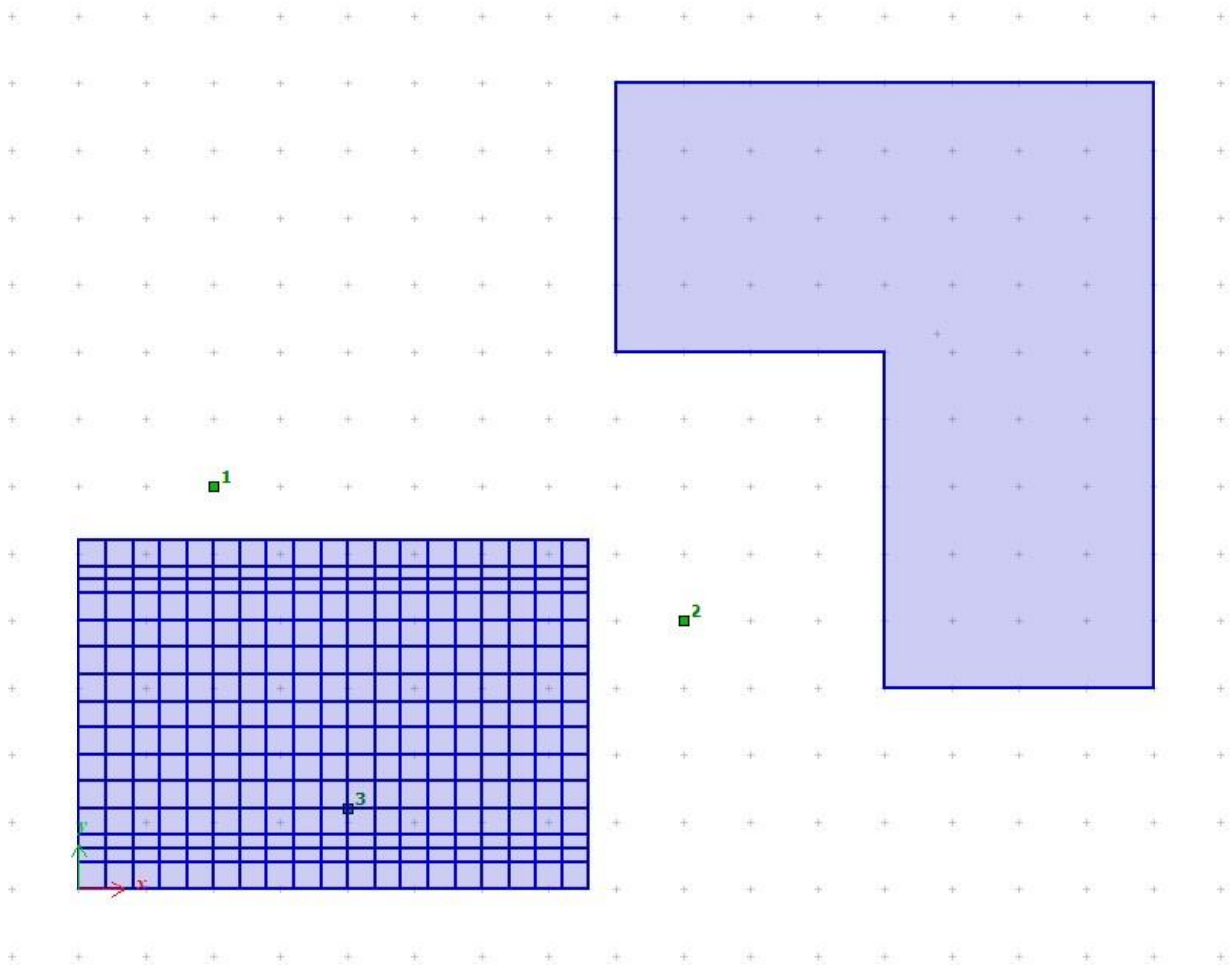




Рис. 9.25. Прив'язка контуру навантаження на сітці ґрунту

[Задання значення абсолютної відмітки для фундаментної плити каркасу](#)

- Натиснувши на кнопку  - **Імпортовані навантаження** (панель **Схема** на вкладці **Грунт**) відкрийте діалогове вікно **Імпортовані навантаження**.
- В цьому вікні задайте величину абсолютної відмітки, відповідну висотній прив'язці розрахункової схеми в моделі ґрунту,  $Z = 96$  м (рис. 9.26).

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

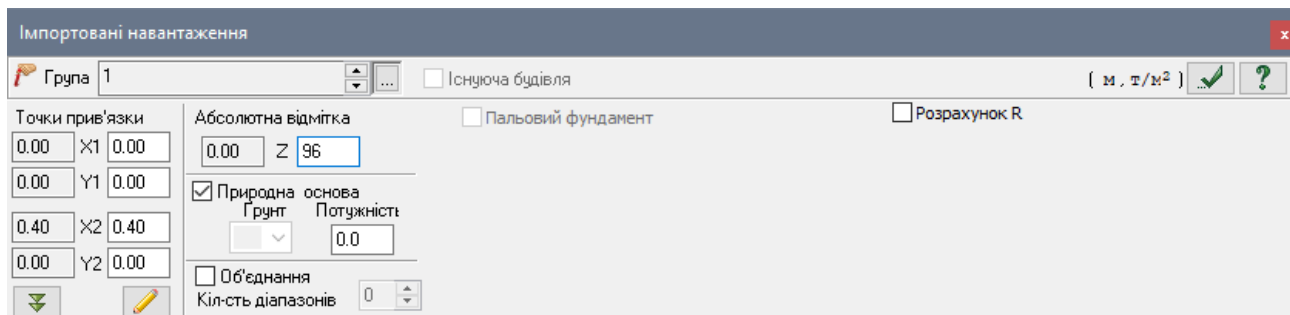








Рис. 9.26. Діалогове вікно **Імпортовані навантаження**

- Закрийте діалогове вікно **Імпортовані навантаження** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Збережіть інформацію про розрахункову схему натиснувши на кнопку **Меню Програми** ⇒ **Зберегти** (кнопка  на панелі інструментів).
- Щоб перейти в режим формування розрахункової схеми, натисніть на кнопку **Вікно** на панелі закладок і виберіть із списку файл із розширенням **.lir**.
- В діалоговому вікні **Модель ґрунту** поставте прапорець **Передати параметри з закладки «Розрахунок С1, С2»**
- В тепер активній закладці **Розрахунок С1, С2** в полі **Параметри** задайте коефіцієнт глибини стискуваної товщі рівний **0.5**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно **Модель ґрунту** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

## Етап 7. Задання навантажень

### Формування завантаження № 1

- Натисканням на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 9.27).
- В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі** і заданому коеф. надійності за навантаженням рівному **1**, натисніть на кнопку  – **Застосувати** (елементи автоматично завантажуються навантаженням від власної ваги).

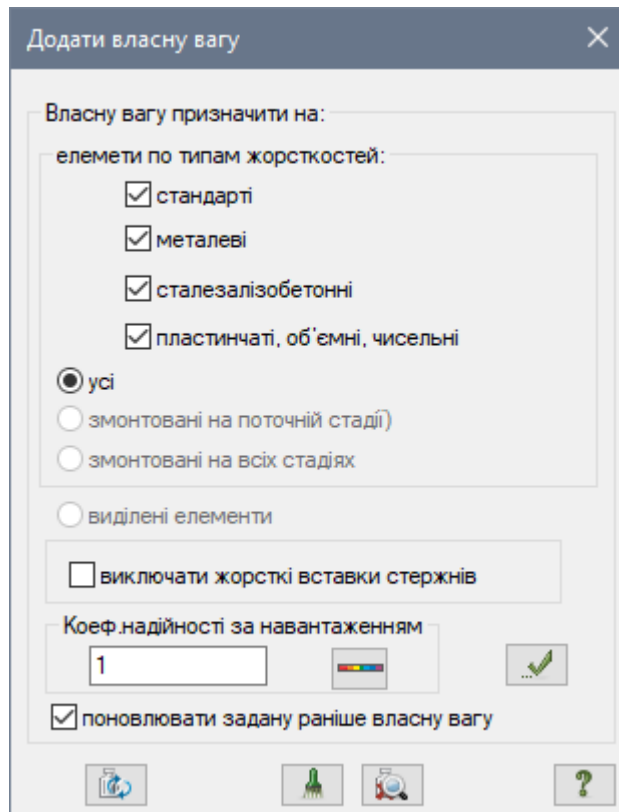





Рис. 9.27. Діалогове вікно Додати власну вагу

#### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли № 106, 115, 206 і 215.
- Відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження у вузлах** (рис. 9.28)
  - вибрав команду  – **Навантаження на вузли** в розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні для закладки **Навантаження у вузлах** за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрямок – вздовж осі **Z**.

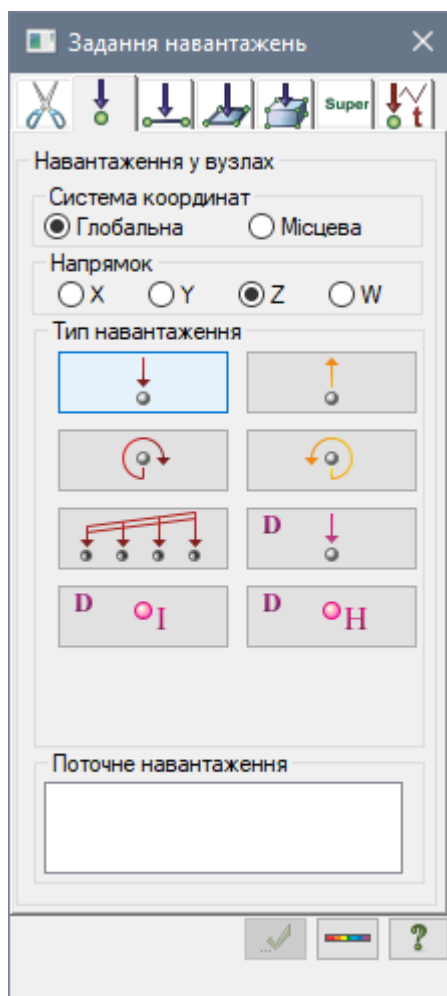


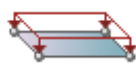



Рис. 9.28. Діалогове вікно **Задання навантажень**

- Натиснувши на кнопку **зосередженої сили** відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження**.
- У вікні, що з'явилося, введіть значення  $P = 100 \text{ т}$  (рис. 9.29).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- За допомогою операції відмітки блоку виділіть елементи фундаментної плити.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** перейдіть на четверту закладку  - **Навантаження на пластини**.
- Натиснувши на кнопку  - **Рівномірно-розподілене навантаження** відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 1 \text{ т/м}^2$  (рис. 9.30).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.



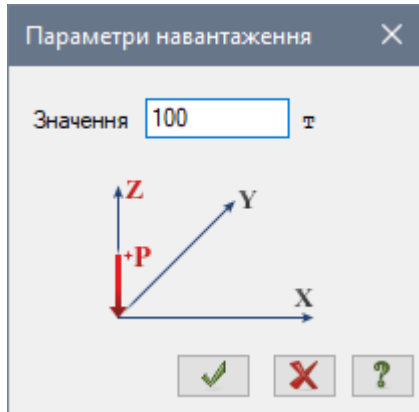


Рис. 9.29. Діалогове вікно Параметри навантаження

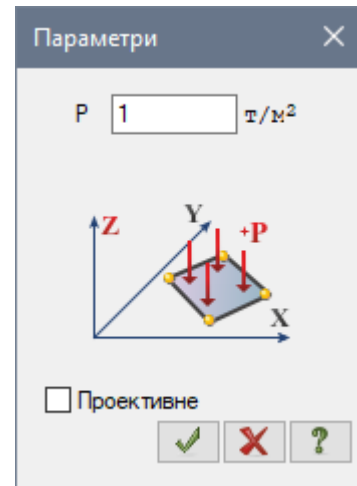









Рис. 9.30. Діалогове вікно Параметри

- Виділіть елементи плити перекриття.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку **рівномірно-розподіленого навантаження** ще раз відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.5 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану.
- За допомогою операції відмітки вузлів виділіть вузол № 321 (ближній лівий на плиті перекриття).
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** перейдіть на другу закладку **Навантаження у вузлах** і для зміни напрямку впливу навантаження увімкніть радіо-кнопку **X**.
- Натиснувши на кнопку **зосередженої сили** відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження**.
- В цьому вікні введіть значення  $P = -2 \text{ т}$ .
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

### Задання розширеної інформації про завантаження

- Відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 9.31) натиснувши на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні в списку завантажень виділіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Далі в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після цього в списку завантажень виділіть рядок відповідний другому завантаженню, і потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в списку завантажень виділіть рядок відповідний третьому завантаженню, і потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Короткочасне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

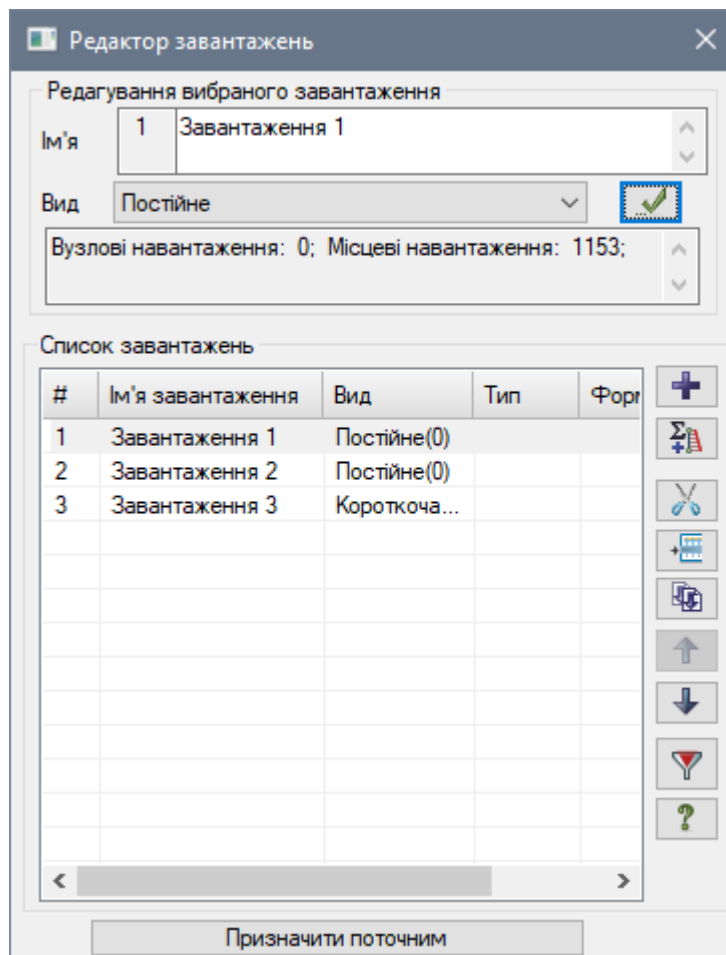


Рис. 9.31. Діалогове вікно Редактор завантажень

- Закрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** натиснувши на кнопку – **Закрити**.

#### Етап 8. Генерація таблиці РСН

- Натиснувши на кнопку – **РСН** (панель **Дод. розрахунки** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** (рис. 9.33).
- В діалоговому вікні **Попередження**, що з'явилося (рис. 9.32) натисніть на кнопку **ОК**.

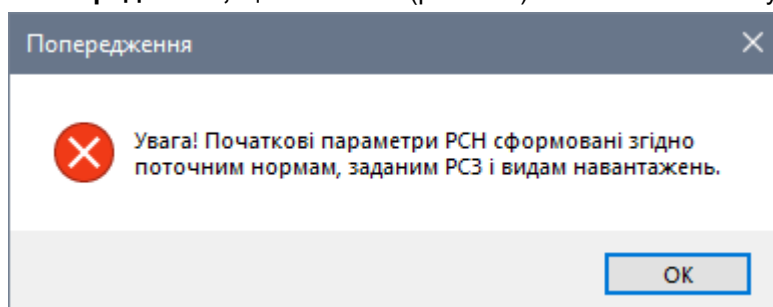



Рис. 9.32. Діалогове вікно Попередження



Так як вид завантажень задавався в діалоговому вікні **Редактор завантажень** (рис. 9.31) таблиця РСН сформувалася автоматично з параметрами, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження. Далі треба тільки змінити параметри для третього завантаження а також задати сполучення.

- В цьому вікні, при вибраних будівельних нормах **СНиП 2.01.07-85\***, для третього завантаження в комірці **Коеф. надійн.** задайте коефіцієнт надійності за навантаженням рівний **1.4**.
- Для задання сполучень виконайте наступні дії:
  - в списку сполучень виділіть рядок **1 основне** і після цього натисніть на кнопку **Додати**;
  - потім в списку сполучень виділіть рядок **2 основне** і після цього натисніть на кнопку **Додати** (в таблиці з'являються стовпчики з величинами коефіцієнтів у відповідності до формулам сполучень по СНиП 2.01.07-85, що застосовуються).
- Після цього натисніть на кнопку  - **Зберегти дані**, щоб зберегти всі введені дані.

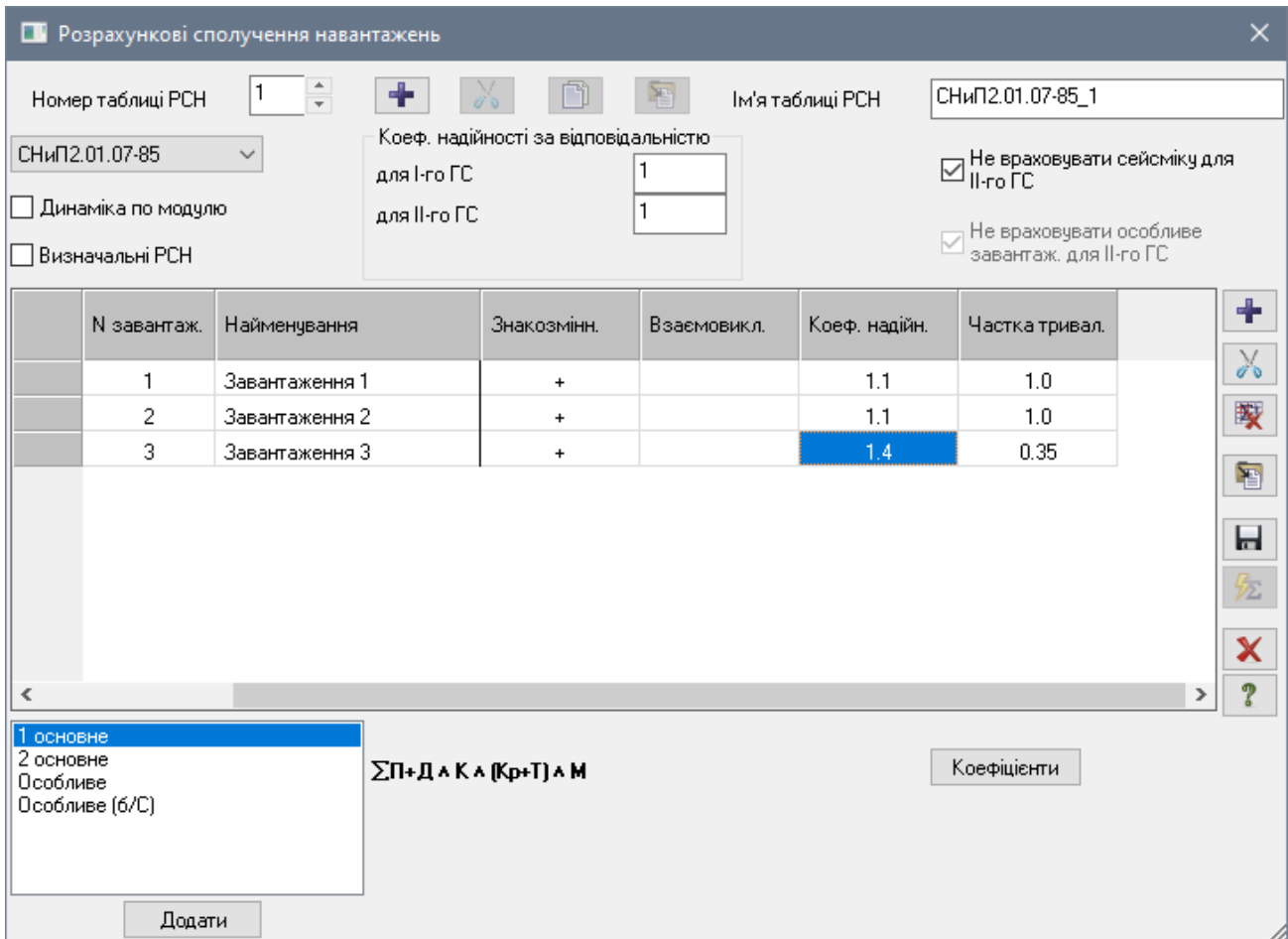



Рис. 9.33. Діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень**

- Закрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

### Етап 9. Статичний розрахунок каркасу

- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).
- В діалоговому вікні **Перерахунок коеф. С1, С2** або жорсткості паль за моделлю ґрунту, що з'явилося (рис. 9.34), при встановленому прпорці **перерахувати значення коефіцієнтів пружної основи С1 і С2 за моделлю ґрунту** і увімкненій радіо-кнопці **Поточні** натисніть на кнопку **Перерахувати**.

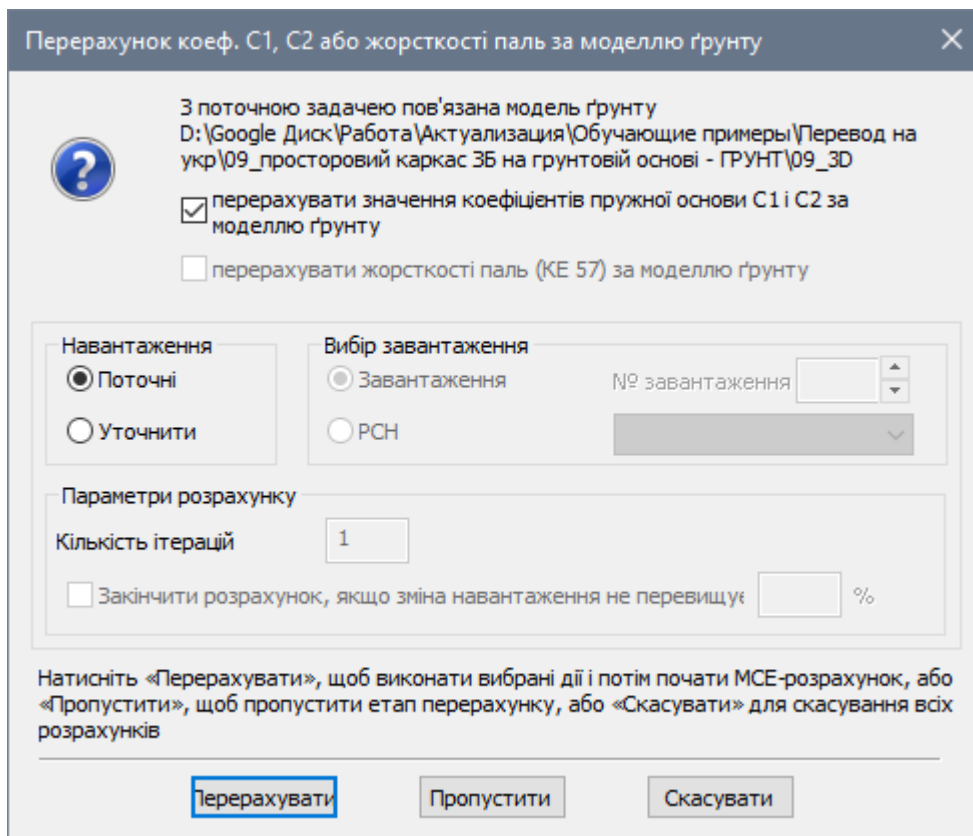



Рис. 9.34. Діалогове вікно Перерахунок коеф. C1, C2 або жорсткості паль за моделлю ґрунту

#### Етап 10. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного і динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

#### Відключення відображення навантажень і номерів вузлів на розрахунковій схемі

- В діалоговому вікні **Показати** зніміть прапорець **Номери вузлів**.
- Після цього перейдіть на третю закладку **Загальні** і зніміть прапорець **Навантаження**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.
- В режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображується з урахуванням переміщень вузлів (рис. 9.35).

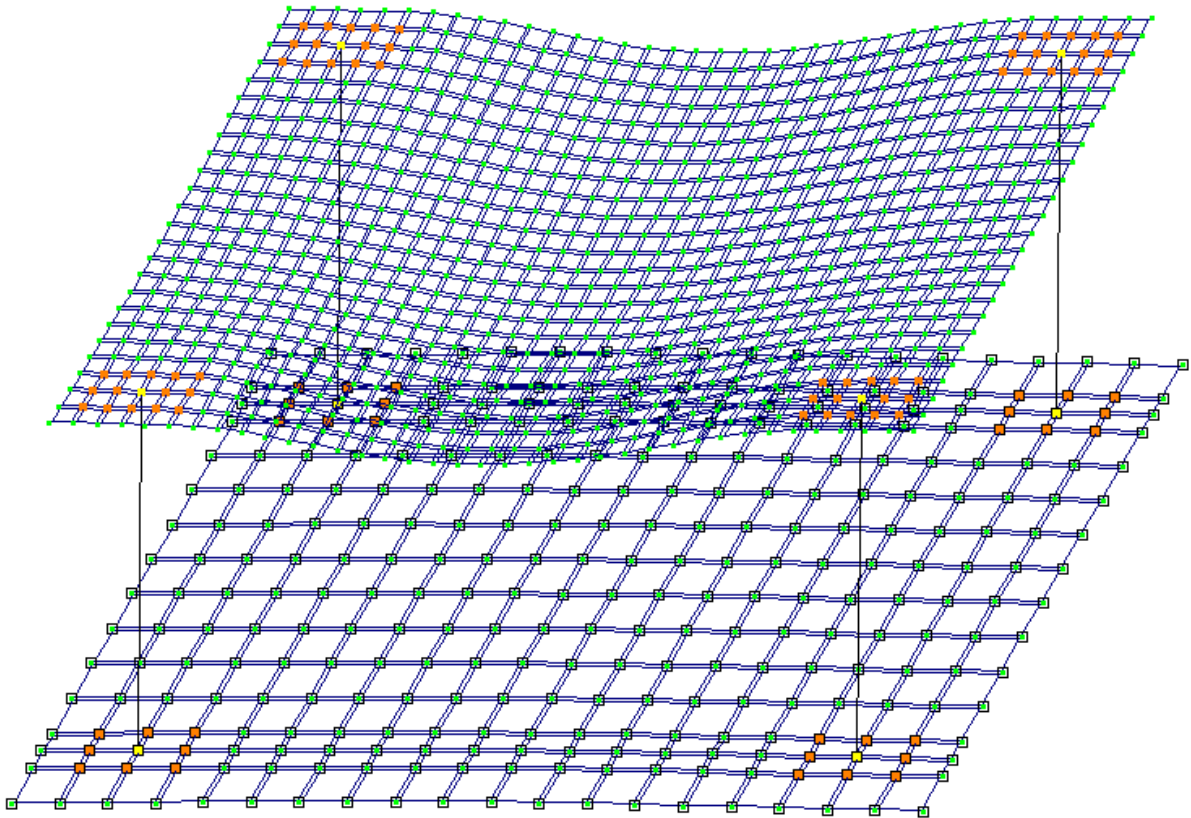




Рис. 9.35. Розрахункова схема з урахуванням переміщень вузлів


[Виведення на екран ізополей переміщень](#)

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

[Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль](#)


- Виведіть на екран епюри **M<sub>y</sub>** натиснувши на кнопку **M<sub>y</sub>** – **Епюри M<sub>y</sub>** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виводу епюри **Q<sub>z</sub>** натисніть на кнопку **Q<sub>z</sub>** – **Епюри поперечних сил Q<sub>z</sub>** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виводу епюри **N** натисніть на кнопку **N** – **Епюри повздовжніх сил N** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля **N**, виберіть команду  – **Мозаїка зусиль в стержнях** в розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).

[Виведення на екран мозаїк напружень](#)

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по M<sub>x</sub>, виберіть команду  – **Мозаїка напружень в розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку **M<sub>x</sub>** – **Мозаїка напружень по M<sub>x</sub>** (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).**

- Для відображення мозаїки напружень по  $N_x$ , натисніть на кнопку  $N_x$  – **Мозаїка напружень по  $N_x$**  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по  $R_z$  (опір пружної основи), натисніть на кнопку



$R_z$  – **Мозаїка напружень по  $R_z$**  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).

- Щоб побачити повну картину відображення мозаїки напружень по  $R_z$  в фундаментній плиті, виділіть її за допомогою функції відмітки блоку і виконайте фрагментацію.
- Для відновлення розрахункової схеми в первинному вигляді, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.




*Елементи які знаходяться всередині АЖТ, в розрахунку не враховуються. Тому зусилля в цих елементах відсутні, за виключенням зусиль опору ґрунту.  
Елементи **плити перекриття**, які знаходяться всередині АЖТ можна видаляти з розрахункової схеми, так як вони не впливають на розрахунок схеми каркасу.*



#### Виведення на екран мозаїк коефіцієнтів пружної основи

- Щоб вивести на екран мозаїку коефіцієнтів пружної основи  $C_1$ , виберіть команду  – **Мозаїка  $C_1$** ,  **$C_2$ ,  $P_z$**  в розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  – **Мозаїка  $C_1z$**  (панель **Коефіцієнти постелі** на вкладці **Розширений аналіз**).
- Для відображення мозаїки рівномірно-розподіленого навантаження на ґрунтову основу  $P_z$ , натисніть на кнопку  $P_z$  – **Мозаїка  $P_z$**  (панель **Коефіцієнти постелі** на вкладці **Розширений аналіз**).

#### Зміна номера поточного завантаження

- В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

#### Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями зусиль в елементах схеми виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 9.36) виділіть рядок **Зусилля**.
- При активному рядку **Усі завантаження** в полі **Вибір завантажень**, натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

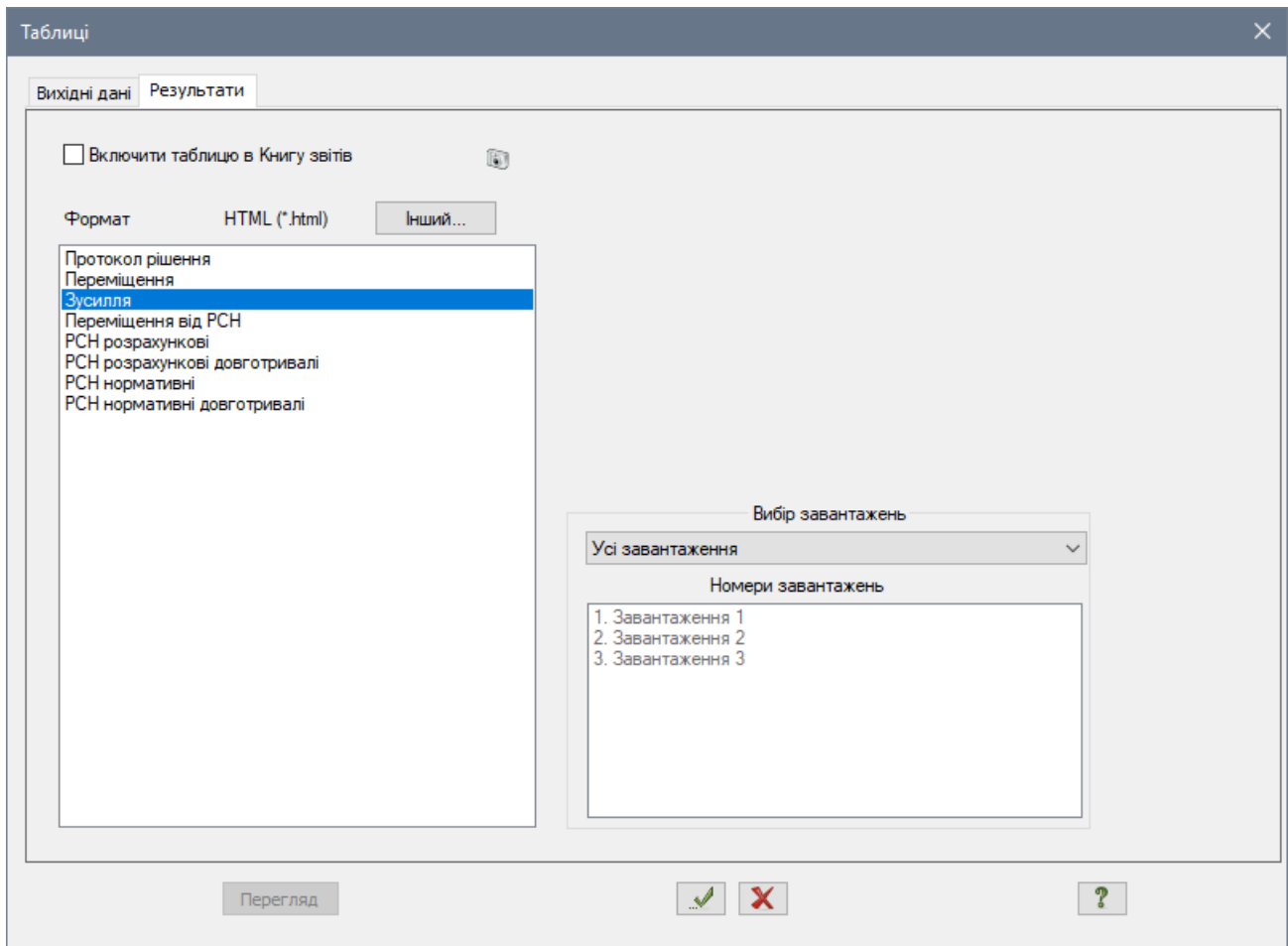







Рис. 9.36. Діалогове вікно Таблиці

- Після аналізу закрийте таблицю натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Закрийте діалогове вікно **Таблиці** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

#### Етап 11. Ітераційне уточнення коефіцієнтів пружної основи

- Переключіться на візуалізацію результатів розрахунку по РСН натиснувши на кнопку  – **Перейти до аналізу результатів по РСН** в рядку стану.
- Для відображення мозаїки напружень по  $R_z$  (опір пружної основи), натисніть на кнопку  **$R_z$**  – **Мозаїка напружень по  $R_z$**  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).
- Далі треба проаналізувати мозаїку напружень по  $R_z$  від кожного сполучення РСН за допомогою переключення на наступне сполучення (виконується аналогічно зміні номера завантаження) і знайти найбільш невідгідне сполучення (в нашому випадку це буде сполучення 2).
- При активній кнопці  **$R_z$**  – **Мозаїка напружень по  $R_z$**  для другого сполучення РСН натисніть на кнопку  – **Прикласти опір ґрунту** (панель **Інструменти** на вкладці **Аналіз**).
- В діалоговому вікні **Прикласти опір ґрунту** (рис. 9.37), що з'явилося, при увімкненій радіо-кнопці **Усі елементи**, натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- В новому діалоговому вікні з попередженням (рис. 9.38) натисніть на кнопку **ОК**.

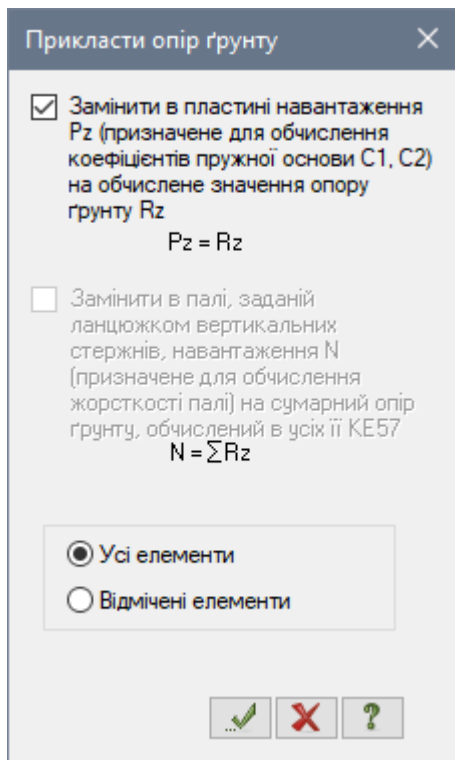


Рис. 9.37. Діалогове вікно Прикласти опір ґрунту

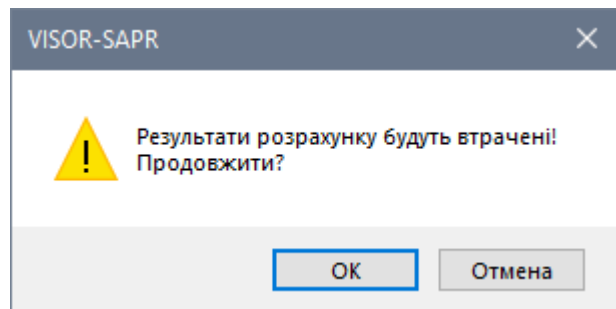





Рис. 9.38. Діалогове вікно VISOR-SAPR






- Система повертається в режим формування розрахункової схеми і результати розрахунку стають недоступними.
- Після цього запустить задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).
- В діалоговому вікні **Перерахунок коеф. С1, С2 або жорсткості паль** за моделлю ґрунту, що з'явилося (рис. 9.34), при встановленому прапорці **перерахувати значення коефіцієнтів пружної основи С1 і С2 за моделлю ґрунту** і увімкненій радіо-кнопці **Поточні** натисніть на кнопку **Перерахувати**.
- Після закінчення розрахунку увімкніть відображення мозаїки напружень по Rz (опір пружної основи), натиснувши на кнопку **R<sub>z</sub>** – **Мозаїка напружень по Rz** (панель **Напруження в пластинах та об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**) для другого сполучення РСН.
- Для порівняння отриманих значень опору ґрунту Rz з навантаженням на ґрунтову основу Pz виконайте пункт меню **Вікно ⇒ Нове вікно**, а після цього пункт меню **Вікно ⇒ Упорядкувати все**.
- В новому вікні з розрахунковою схемою виведіть на екран мозаїку рівномірно-розподіленого навантаження на ґрунтову основу Pz, натиснувши на кнопку **P<sub>z</sub>** – **Мозаїка Pz** (панель **Коефіцієнти постелі** на вкладці **Розширений аналіз**).
- Для наступного уточнення коефіцієнтів пружної основи, при активній кнопці **R<sub>z</sub>** – **Мозаїка напружень по Rz** для другого сполучення РСН, натисніть на кнопку  – **Прикласти опір ґрунту** (панель **Інструменти** на вкладці **Аналіз**).
- В діалоговому вікні **Прикласти опір ґрунту** (рис. 9.37), що з'явилося, при увімкненій радіо-кнопці **Усі елементи**, натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- В новому діалоговому вікні з попередженням (рис. 9.38) натисніть на кнопку **ОК**.
- Повторний розрахунок задачі і порівняння отриманих значень опору ґрунту Rz з навантаженням на ґрунтову основу Pz здійснюється аналогічно описаним вище діям.






Необхідність проведення уточнення коефіцієнтів пружної основи приймається в кожному конкретному випадку безпосередньо інженером-розраховувачем. Рекомендується проводити ітерації по уточненню коефіцієнтів пружної основи до тих пір, поки різниця між значеннями опору ґрунту  $R_z$  і навантаженням на ґрунтову основу  $P_z$  не перевищуватиме 5% (але не більше 5 - 6 ітерацій). Під однією ітерацією мається на увазі прикладення опору ґрунту і перерахунок задачі з новим значенням навантаження на ґрунтову основу.

## Етап 12. Розрахунок параметрів пружної основи і перегляд результатів розрахунку в системі ГРУНТ

- Щоб перейти в систему ГРУНТ, натисніть на кнопку **Вікно** на панелі закладок і виберіть із списку **09\_3D\_каркас\_ґрунт\_основа.sld**.
- Для того щоб провести розрахунок параметрів пружної основи натисніть на кнопку  - **Модифікований розрахунок для моделі Пастернака (метод 3)** (панель **Розрахунок** на вкладці **ґрунт**).
- Для того щоб отримати тривимірне зображення ґрунтового масиву натисніть на кнопку  - **3D вид** (панель **Вид** на вкладці **ґрунт**).
- Щоб отримати фрагмент довільного розрізу ґрунтового масиву натисніть на кнопку  - **Довільний розріз** (панель **Вид** на вкладці **ґрунт**).
- У вікні **Довільний розріз**, що з'явилося натисніть на кнопку  - **Вказати точки на плані**.
- Послідовно вкажіть на схемі ліву ближню і праву дальню точки каркасу (щоб збільшити вікно, потягніть верхній край вікна до потрібного розміру вгору).
- Закрийте вікна **3D-вид** і **Довільний розріз** натиснувши на кнопки  - **Закрити**.

### Виведення на екран ізополей параметрів пружної основи

- Для виведення на екран ізополей **коефіцієнтів пружної основи С1** натисніть по закладці **С1** (знаходиться в нижній частині робочого вікна).
- За допомогою закладки **Осадок** виведіть на екран ізополя осадок.
- Для виведення на екран ізополей **глибини стискуваної товщі Нс** натисніть на кнопку **Нс**.
- Щоб закрити систему ГРУНТ натисніть на кнопку  - **Закрити вікно**.



Після збереження результатів розрахунку параметрів пружної основи в системі ГРУНТ, при наступних відкриттях файлу моделі ґрунту ці результати зберігаються.

## Приклад 10. Розрахунок шпунта підсиленого анкерами спільно з ґрунтовим масивом котловану (застосування нелінійних елементів ґрунту, моделювання попереднього натягу анкерів, моделювання процесу екскавації котловану)

### Цілі та задачі:

- показати технологію моделювання багатшарової основи із застосуванням теорії міцності Кулона-Мора;
- продемонструвати технологію побудови розрахункової схеми конструкції огорожі котловану в процесі монтажу;
- показати технологію нелінійного розрахунку системи «нелінійно-деформована основа – лінійно-деформовані конструкції огорожі» з урахуванням процесу монтажу і розробки котловану;
- провести розрахунок з урахуванням модуля деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження (урахування розгрузки моделі ґрунту).

### Вихідні дані:

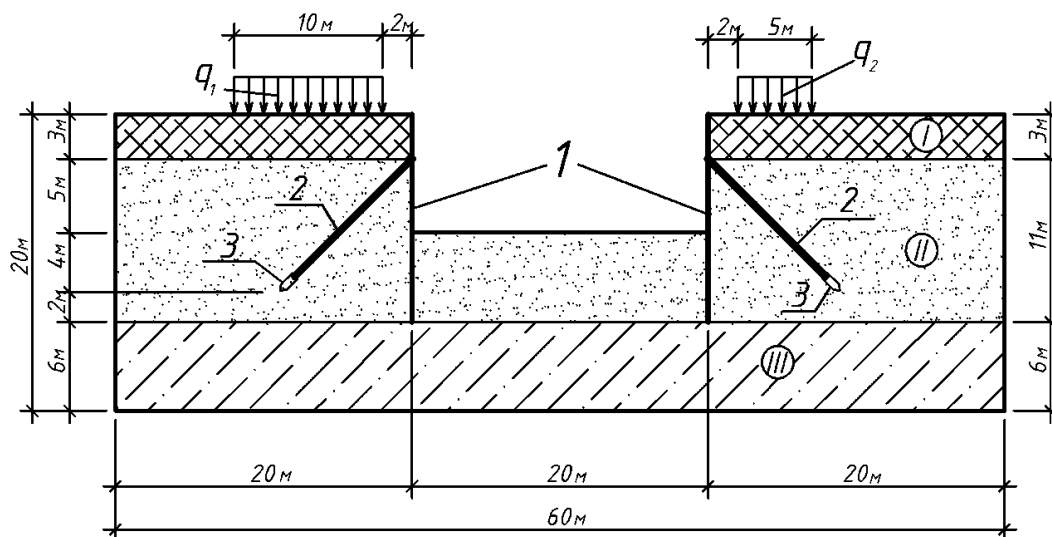
Профіль тришарової основи з розмірами 60 x 20 м, товщиною 1 м (рис. 10.1).

Котлован з розмірами 20 x 8 м (рис. 10.1).

Вертикальні конструкції огорожі висотою 14 м (рис. 10.1).

Опори анкерів довжиною 3 м, анкери довжиною 10 м, розташовані під кутом 45° (рис. 10.1).

Розрахунок проводиться для сітки профілю основи з розмірами КЕ 1 x 1 м.



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

Рис. 10.1. Схема конструкцій огорожі котловану і навантажень на багатшарову основу

### 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 (рис. 10.1), власна вага конструкцій огорожі;
- завантаження 4 – попередній натяг анкерів  $F = 5$  т.

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:

Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 10.2) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **10\_шпунт с ґрунт\_масивом**;
  - в розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **2 – Три ступені свободи у вузлі (переміщення X,Z,Uy) X0Z**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

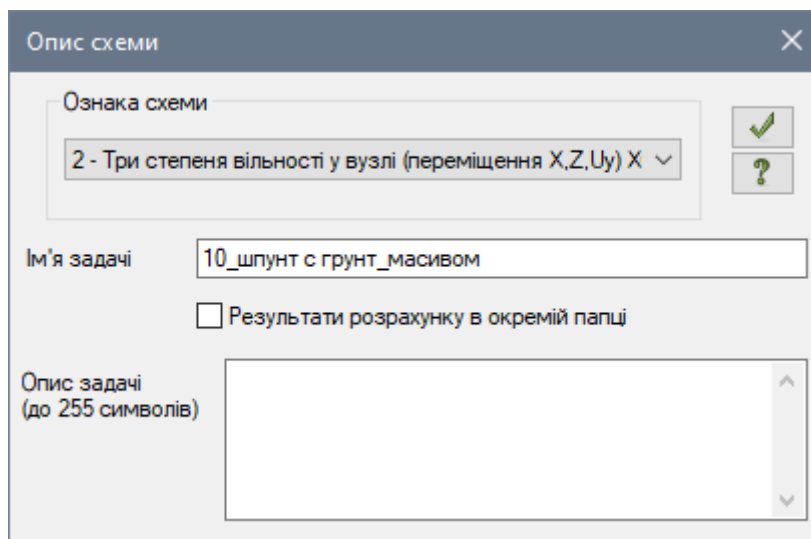




Рис. 10.2. Діалогове вікно **Опис схеми**



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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми

### 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: Крок вздовж другої осі:
 

L(м)	N	L(м)	N
1	60	1	20.
  - Решта параметрів приймаються за умовчанням (рис. 10.3).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

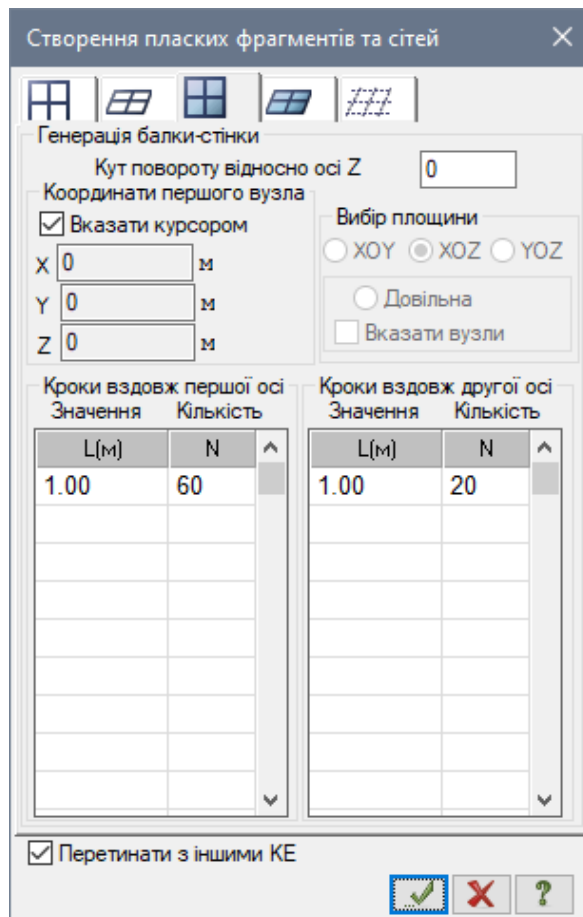





Рис. 10.3. Діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей**

### 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 КЕ** (панель **Схема** на вкладці **Розширене редагування**) відкрийте діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента** (рис. 10.4).
- В цьому вікні в списку типів скінченних елементів виділіть рядок **Тип 281 – фізично нелінійно прямокутний КЕ пласкої задачі (ґрунт)**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

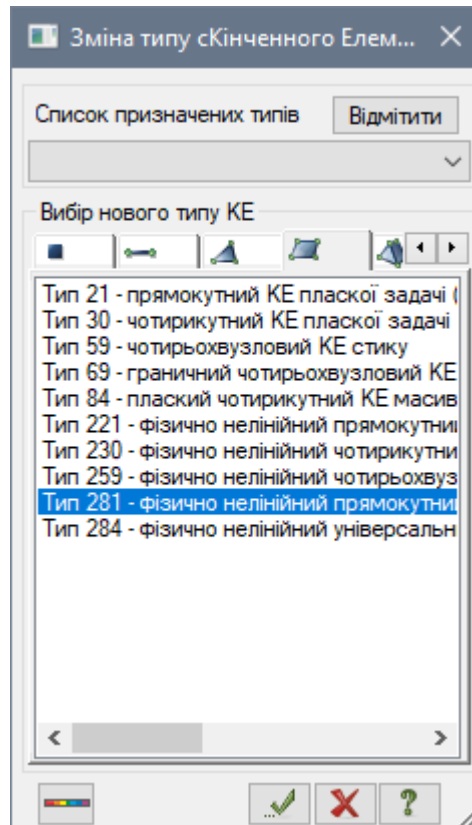




Рис. 10.4. Діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента**

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

#### Виведення на екран номерів вузлів

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- В діалоговому вікні **Показати** (рис. 10.5) перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

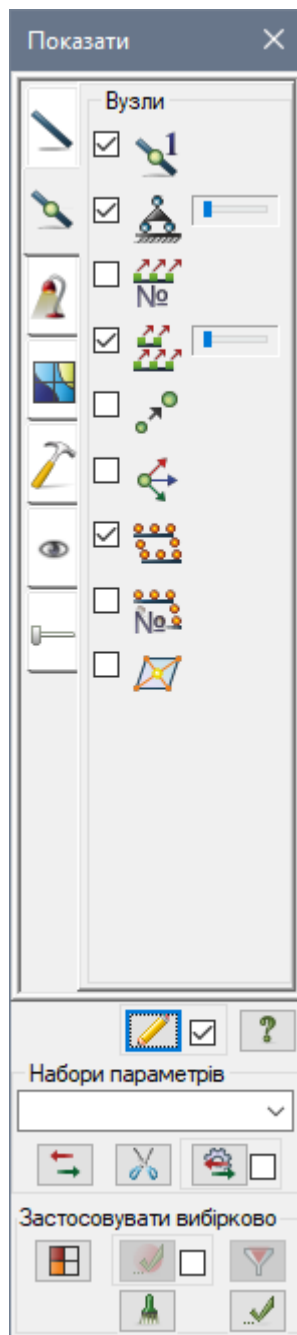



Рис. 10.5. Діалогове вікно Показати

#### [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. 10.6) натисніть на кнопку  – **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні зніміть прапорець **Перетинати з іншими КЕ**.

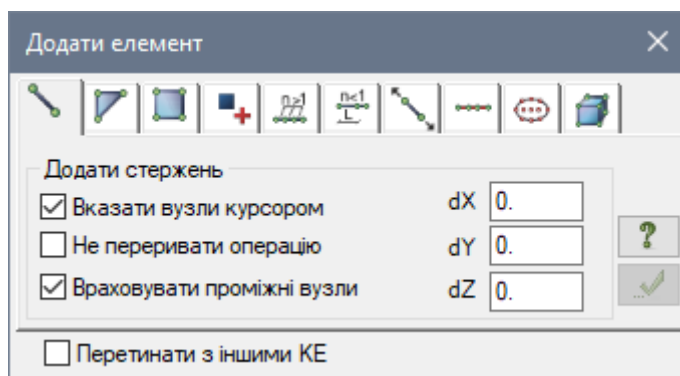


Рис. 10.6. Діалогове вікно Додати елемент

- Для додавання конструкцій огорожі котловану між вузлами № 387 і 1241, 407 і 1261 (рис. 10.7) (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.

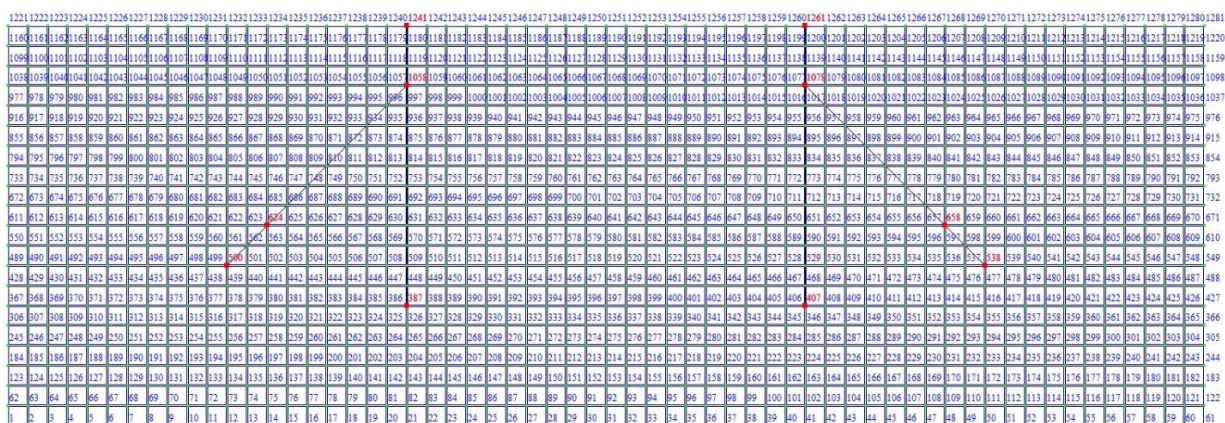









Рис. 10.7. Відмічені вузли № 387, 1241, 407, 1261, 500, 624, 538, 658, 1058, 1078

Зміна типу скінченних елементів анкерів і опор анкерів

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкриттій 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 пластикої 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 двовузловий 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.

#### [Збереження інформації про розрахункову схему](#)



- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **10\_шпунт с ґрунт\_масивом**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

### **Етап 3. Задання граничних умов**

#### [Виділення вузлів 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).

#### [Задання граничних умов у вузлах нижньої грані основи](#)

- Натиснувши на кнопку  – **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 10.8).
- 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).



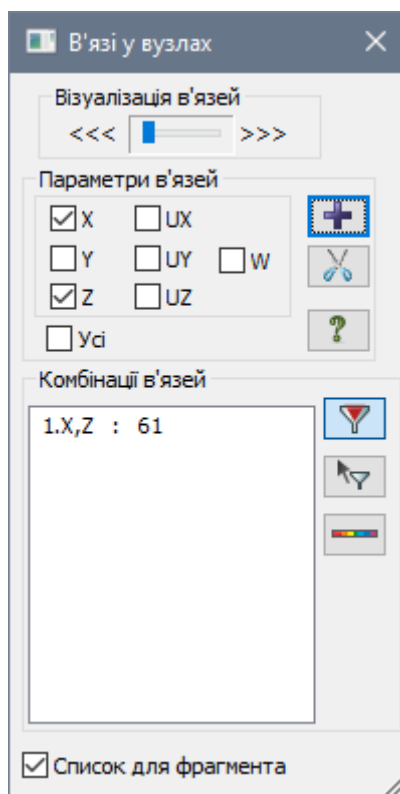





Рис. 10.8. Діалогове вікно В'язі у вузлах

#### Задання граничних умов у вузлах бокових граней основи

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

#### Етап 4. Задання жорсткісних параметрів елементам розрахункової схеми

##### Формування типів жорсткості

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 10.9,а).
- В цьому вікні натисніть на кнопку **Додати** і у вікні **Додати жорсткість** (бібліотеці жорсткісних характеристик), що з'явилось, перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості (рис. 10.9,б).
- Подвійним натисканням миші на елементі графічного списку виберіть тип перерізу **KE 281 – 284 чисельне** (на екран виводиться діалогове вікно для задання жорсткісних характеристик вибраного типу перерізу).

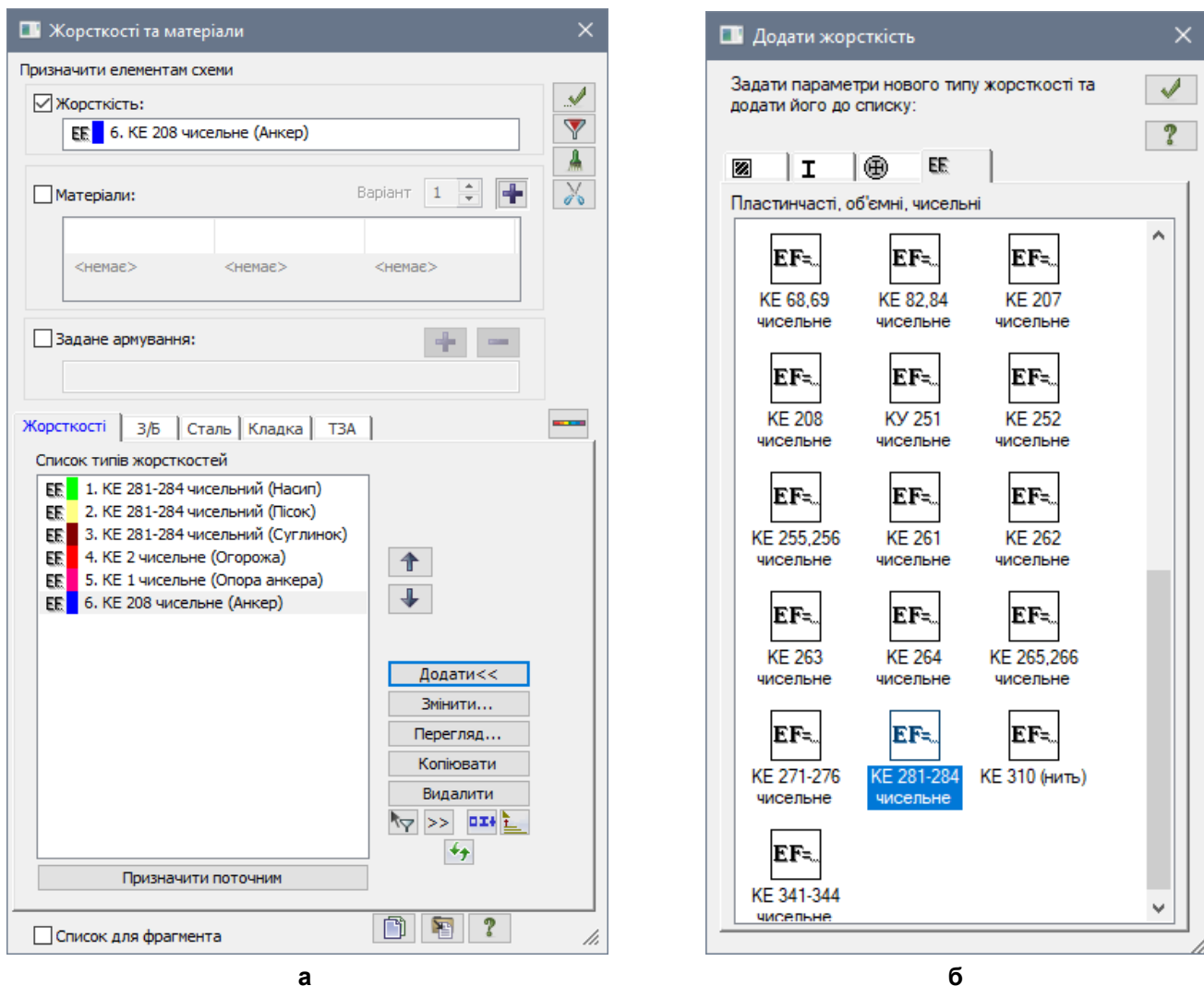


Рис. 10.9. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість





- В діалоговому вікні **Чисельний опис для KE 281 – 284** (рис. 10.10) задайте параметри першого шару ґрунту (насип):
  - модуль деформації ґрунту по гілці первинного завантаження –  $E = 800 \text{ т/м}^2$ ;
  - коеф. Пуассона –  $\nu = 0.3$ ;
  - 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**.

Рис. 10.10. 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 т/м<sup>2</sup>;
  - коеф. Пуассона – **V** = 0.3;
  - товщина – **H** = 100 см;
  - питома вага ґрунту – **Ro** = 1.7 т/м<sup>3</sup>;
  - зчеплення – **C** = 0.1 т/м<sup>2</sup>;
  - граничне напруження при розтягу – **Rt** = 0.01 т/м<sup>2</sup>;
  - кут внутрішнього тертя – **Fi** = 34 град;
  - коефіцієнт переходу до модулю деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження **Ke** = 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 т/м<sup>2</sup>;
  - коеф. Пуассона – **V** = 0.33;
  - товщина – **H** = 100 см;
  - питома вага ґрунту – **Ro** = 1.7 т/м<sup>3</sup>;
  - зчеплення – **C** = 0.8 т/м<sup>2</sup>;
  - граничне напруження при розтягу – **Rt** = 0.08 т/м<sup>2</sup>;
  - кут внутрішнього тертя – **Fi** = 29 град;
  - коефіцієнт переходу до модулю деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження **Ke** = 3;
  - в полі **Коментар** введіть **Суглинок** і виберіть колір для даної жорсткості (коричневий).

- Для введення даних натисніть на кнопку  – Підтвердити.
- Після цього в діалоговому вікні **Додати жорсткість** подвійним натисканням миші на елементі графічного списку виберіть тип перерізу **КЕ 2 чисельне**.
- В діалоговому вікні **КЕ 2 чисельне** (рис. 10.11) задайте параметри перерізу конструкції огорожі:
  - жорсткість елемента на осьовий стиск (розтяг) –  $EF = 1.2e6$  т (при англійській розкладці клавіатури);
  - жорсткість елемента на згин навколо осі Y1 –  $Ely = 12000$  т\*м<sup>2</sup>;
  - погонна вага  $q = 0.83$  т/м;
  - в полі **Коментар** введіть **Огорожа** і виберіть колір для даної жорсткості (червоний).
- Для введення даних натисніть на кнопку  – Підтвердити.

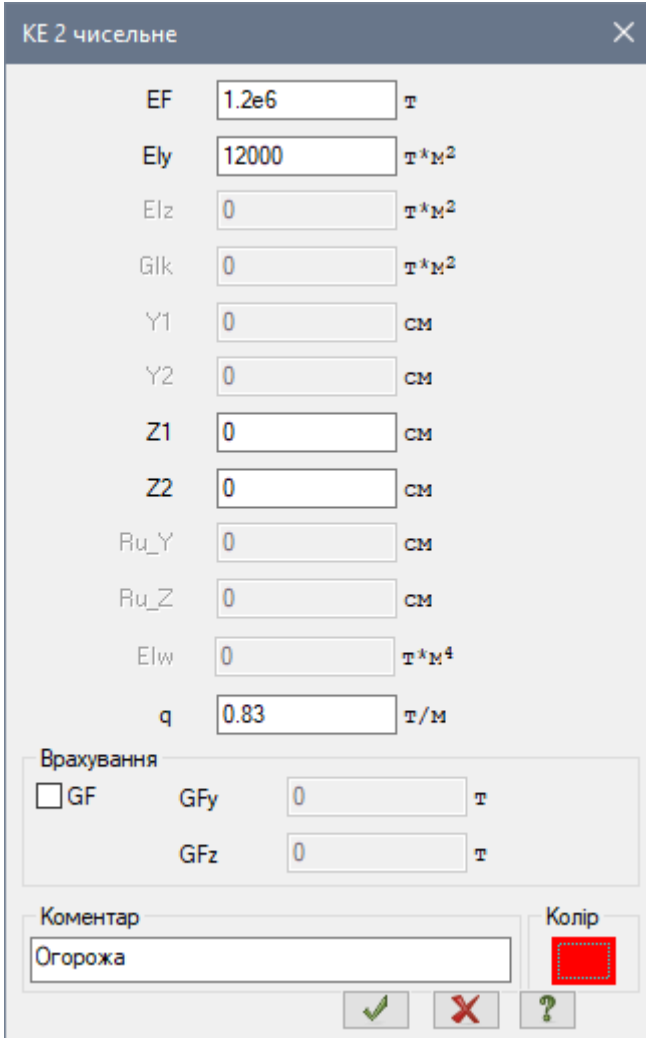


Рис. 10.11. Діалогове вікно **КЕ 2 чисельне**



- Після цього в діалоговому вікні **Додати жорсткість** подвійним натисканням миші на елементі графічного списку виберіть тип перерізу **КЕ 1 чисельне**.
- В діалоговому вікні **КЕ 1 чисельне** (рис. 10.12) 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.

Рис. 10.12. Діалогове вікно **KE 1 чисельне**

- Після цього 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. 10.13), при увімкненій радіо-кнопці способу задання перерізу **Чисельний**, задайте параметри перерізу анкерів:
  - жорсткість елемента на осьовий розтяг – **EF** = 8000 т;
  - максимальне зусилля розтягу – **Nmax** = 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**.

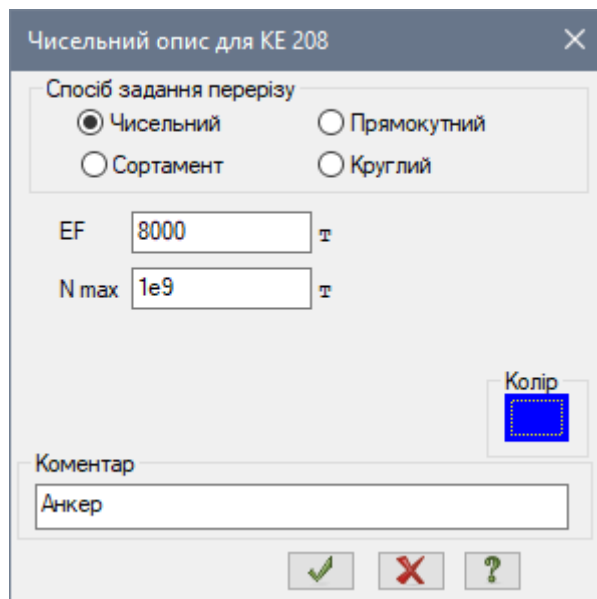




Рис. 10.13. Діалогове вікно **Чисельний опис для KE 208**

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

#### 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 розкритому 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. 10.14), що з'явилося, натисніть на кнопку **ОК** (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).

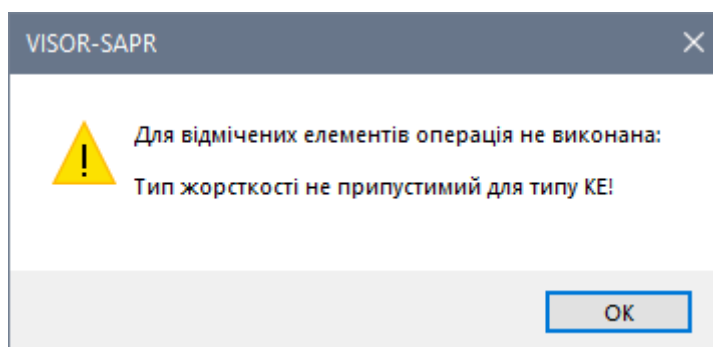









Рис. 10.14. Діалогове вікно **VISOR-SAPR**

- 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'явилося, натисніть на кнопку **OK**.
- 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.KE 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**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** встановіть поточним тип жорсткості **4.KE 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.KE 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 KE** і в розкритому списку за допомогою курсору виберіть рядок **Тип 208 – фізично нелінійно спеціальний двовузловий KE попереднього натягу** (рис. 10.15).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

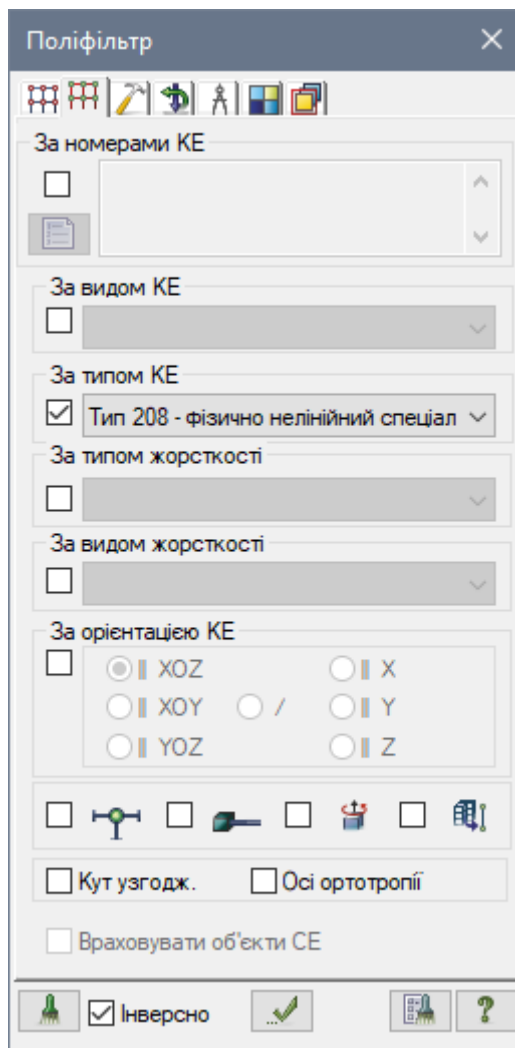


Рис. 10.15. Діалогове вікно Поліфільтр


- 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 KE** в розкритому списку виберіть рядок **Тип 1 –КЕ пласкої ферми**.
- Натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку – **Призначити**.

## Етап 5. Задання навантажень

### Формування завантаження № 1

- В діалоговому вікні **Поліфільтр** в розкритому списку **За типом KE** виберіть рядок **Тип 281 – фізично нелінійний прямокутний KE пласкої задачі (ґрунт)**.
- Натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- Для задання 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. 10.16).



- 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  $R_0$  елементи завантажуються навантаженням від власної ваги).

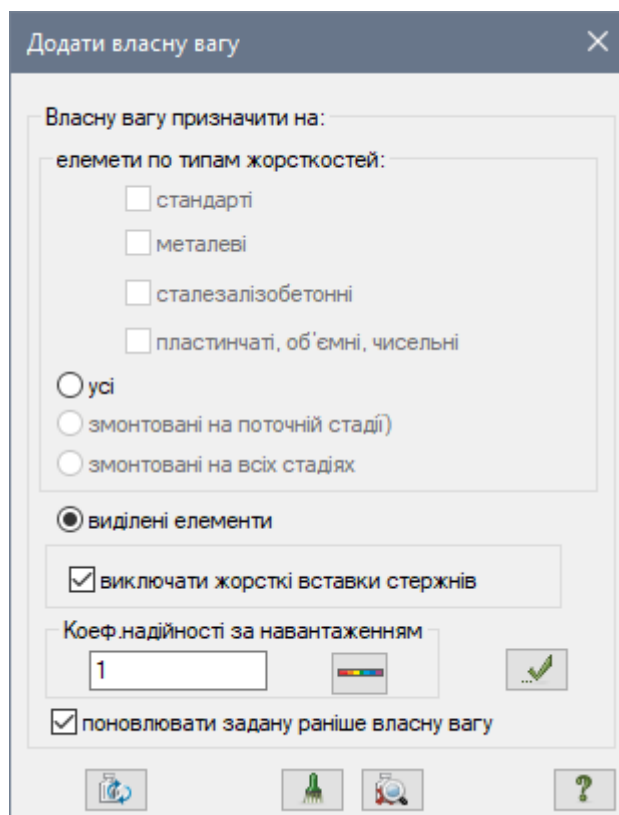







Рис. 10.16. Діалогове вікно **Додати власну вагу**

#### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- В діалоговому вікні **Поліфільтр** в розкритому списку **За типом КЕ** виберіть рядок **Тип 10 – універсальний просторовий стержневий КЕ**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в діалоговому вікні **Додати власну вагу** увімкніть радіо-кнопку **виділені елементи** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли верхньої грані основи № 1230 – 1238.
- Відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження у вузлах** (рис. 10.17) вибрав команду  – **Навантаження на вузли** в розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрямком – вздовж осі **Z**.

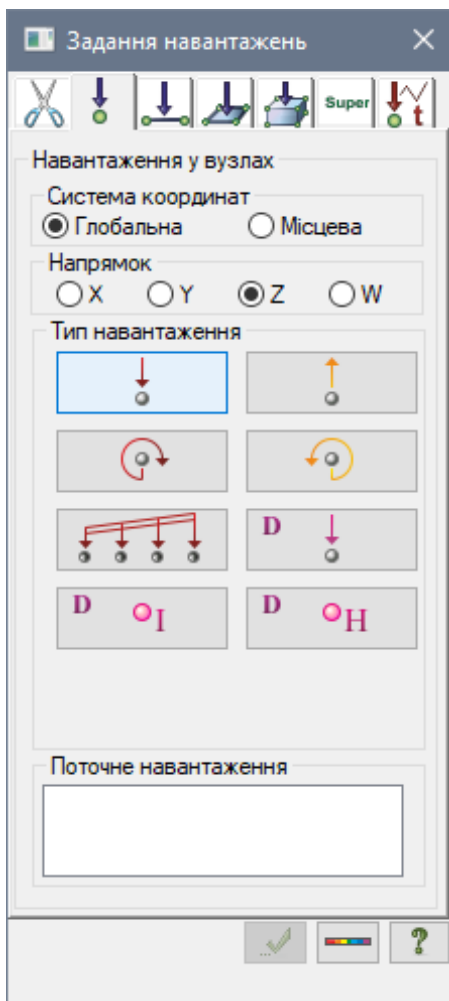



Рис. 10.17. Діалогове вікно **Задання навантажень**

- Натиснувши на кнопку **зосередженої сили** відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження**.
- У вікні, що з'явилося, введіть значення  $P = 1$  т (рис. 10.18).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

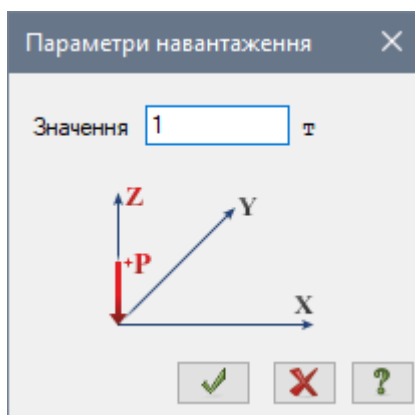






Рис. 10.18. Діалогове вікно **Параметри навантаження**

- 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 **Задання навантажень** натисніть на кнопку  – Застосувати.
- Після цього виділіть вузли верхньої грані основи № 1263 і 1268.
- В діалоговому вікні **Задання 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.

#### Формування завантаження № 4

- Змініть номер поточного завантаження, два рази натиснувши на кнопку  – Наступне завантаження в рядку стану.



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.

- 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 **Задання навантажень** перейдіть на третю закладку **Навантаження на стержні**.
- Натиснувши на кнопку  - **Навантаження на спецеелемент (форкопф)** відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте силу натягу  $P = 5$  т (рис. 10.19).
- Натисніть на кнопку  – Підтвердити.

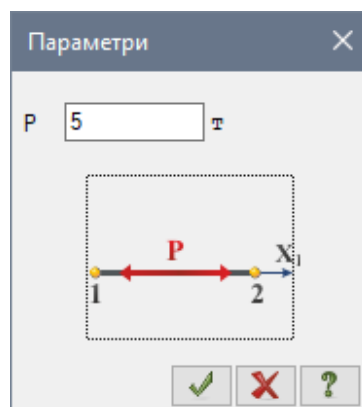






Рис. 10.19. Діалогове вікно Параметри

#### Формування завантаження № 5

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – Наступне завантаження в рядку стану.
- Виділіть вузол нижньої грані основи № 1.

- Після цього в діалоговому вікні **Задання 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.

#### Корегування параметрів відображення

- В діалоговому вікні **Показати** (рис. 10.5) 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. 10.20.

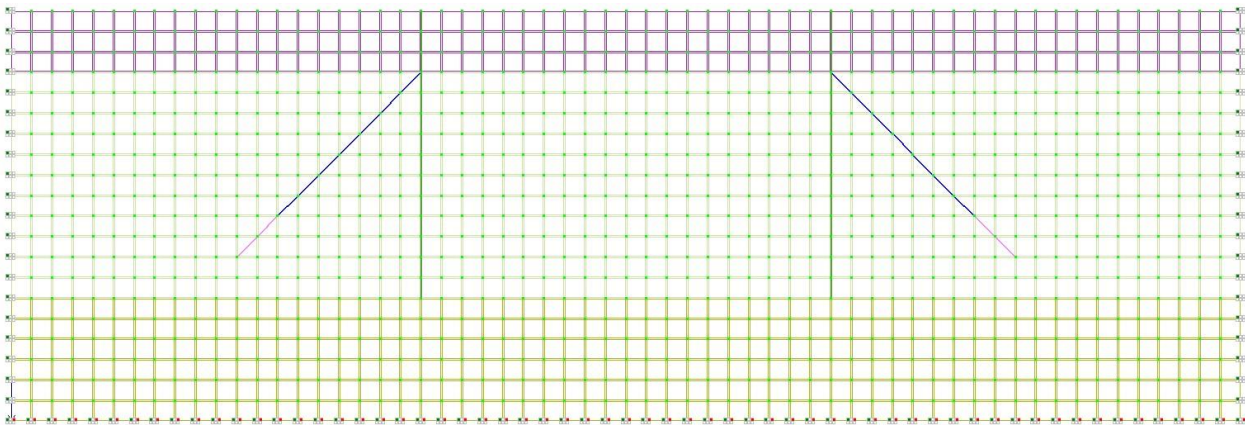





Рис. 10.20. Розрахункова схема основи

### Етап 6. Моделювання стадій возведення і нелінійних завантажень

#### Моделювання стадій возведення

- Натиснувши на кнопку  – **Монтаж** (панель **Нелінійність** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** (рис. 10.21).
- В цьому вікні, 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 розкритому списку **За типом КЕ** виберіть рядок **Тип 281 – фізично нелінійний прямокутний КЕ пласкої задачі (ґрунт)**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після виділення елементів в діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** (рис. 10.21) в полі введення **Елементи, що монтуються** натисніть на кнопку **Усі відмічені** (в списку автоматично відображуються номери виділених на схемі елементів).

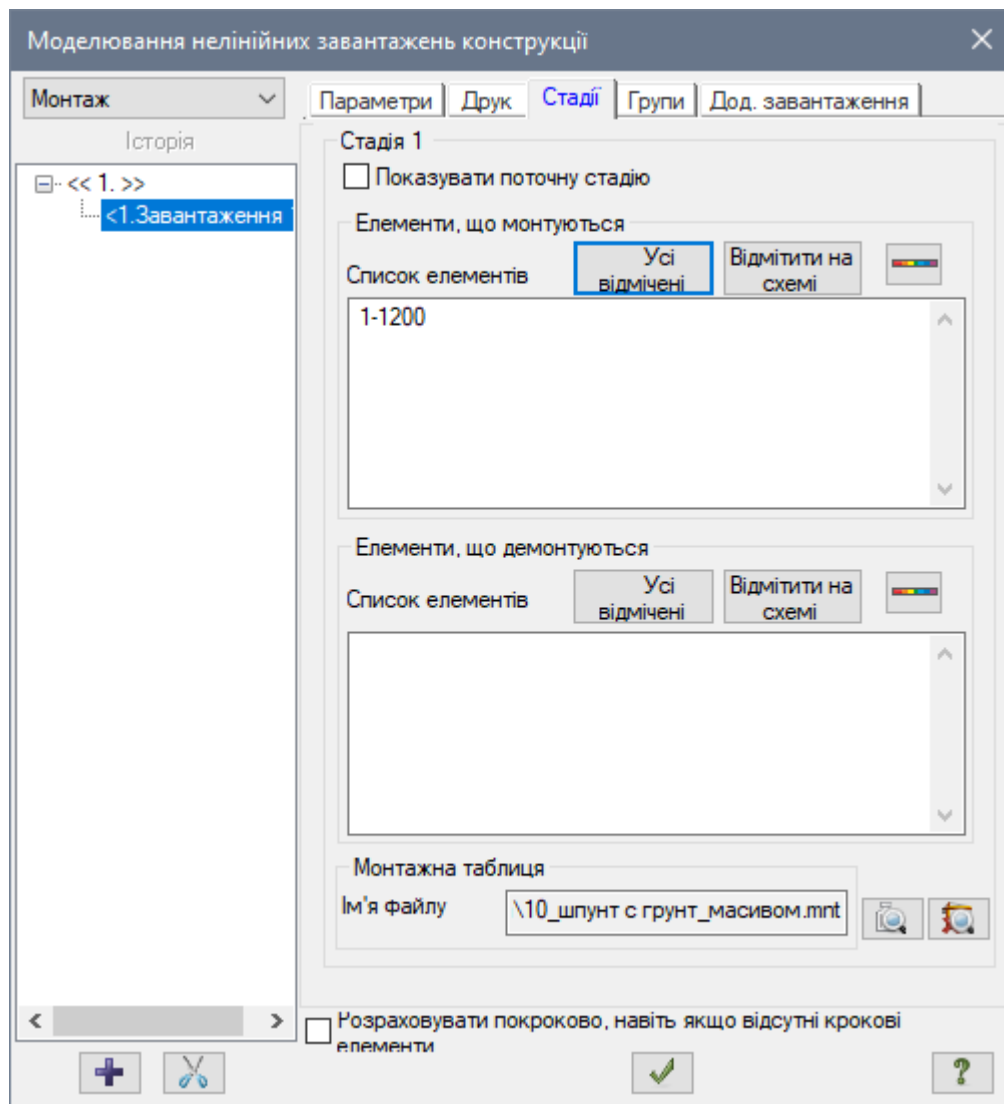






Рис. 10.21. Діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції**

- Зніміть виділення з елементів натиснувши на кнопку  – **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- В діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** для створення другої стадії монтажу натисніть на кнопку  – **Додати**.
- В діалоговому вікні **Поліфільтр** зніміть прапорець **За типом KE**, встановіть прапорець **За типом жорсткості** і в розкритому списку за допомогою курсору виберіть рядок **4. KE 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**.
- 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. KE 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. 10.22.
- 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**.

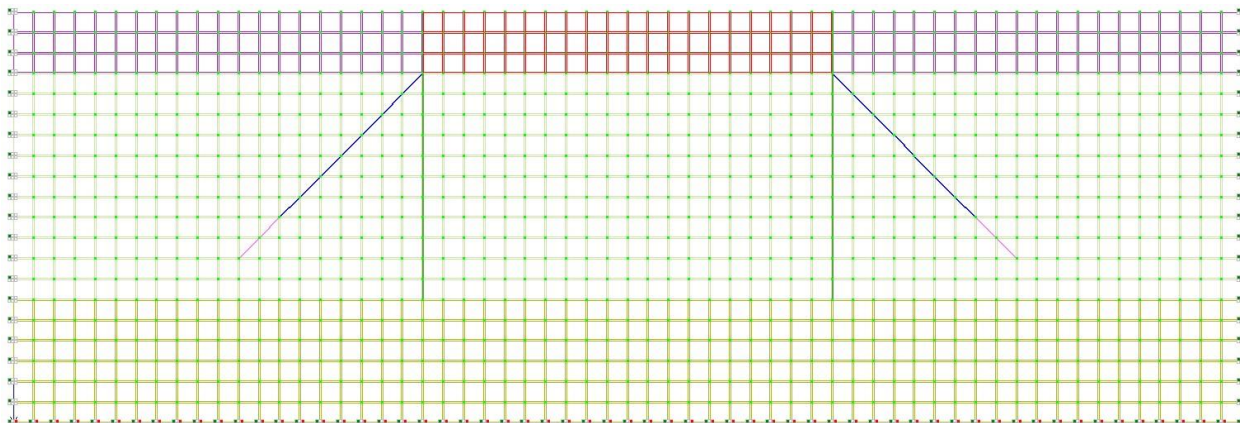








Рис. 10.22. Виділення елементів 1-го шару основи всередині основи

- 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 KE** і в розкритому списку за допомогою курсору виберіть рядок **Тип 1 – KE пласкої ферми**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в цьому самому вікні в розкритому списку **За типом KE** виберіть рядок **Тип 208 – фізично нелінійний спеціальний двовузловий KE 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**.
- 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 KE**, встановіть прапорець **За типом жорсткості** і в розкритому списку за допомогою курсору виберіть рядок **2. KE 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. 10.23.
- 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**.

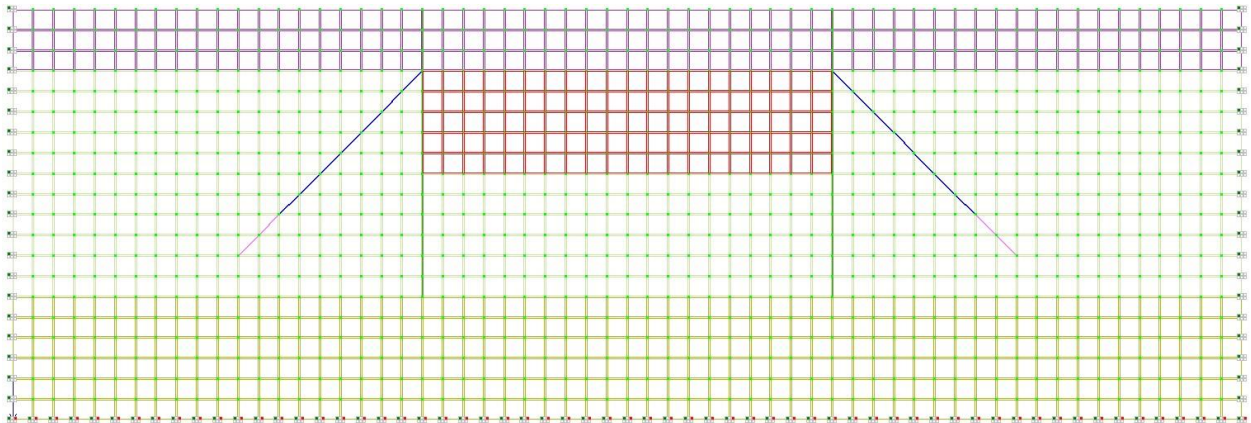



Рис. 10.23. Виділення елементів 2-го шару основи всередині огорожі

### 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. 10.24).
- Інші параметри приймаються за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

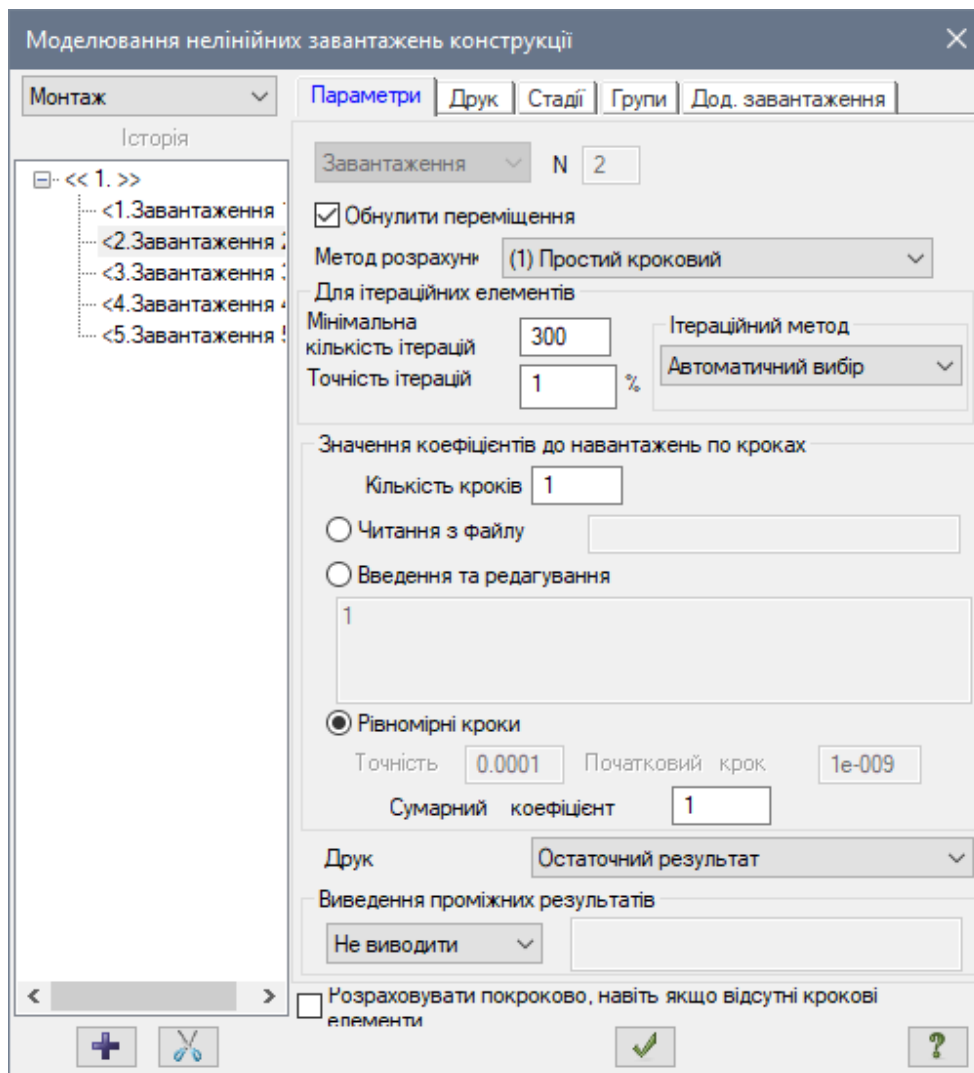



Рис. 10.24. Діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції**



Для того щоб в другій стадії монтажу відключити деформації основи від навантаження власної ваги, в другому нелінійному завантаженні треба встановити прапорець **Обнулити переміщення**. Напруження підсумовуються автоматично в системі **МОНТАЖ**.

### Етап 7. Нелінійний розрахунок схеми


- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).

### Етап 8. 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 (рис. 10.25). Для відображення схеми без урахування переміщень

вузлів натисніть на кнопку  – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

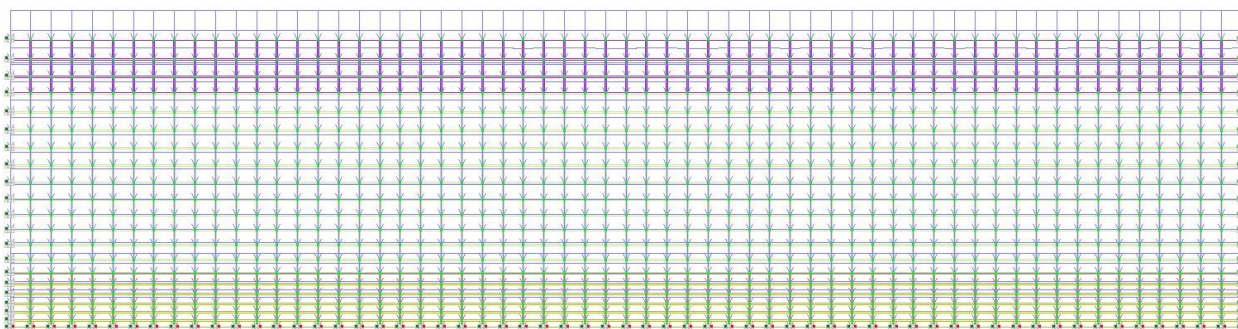




Рис. 10.25. Розрахункова схема з урахуванням переміщень вузлів




### 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**.

### Відключення відображення навантажень на розрахунковій схемі


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

### Виведення на екран ізополей переміщень

- Щоб вивести на екран ізополя переміщень у напрямку Z, виберіть команду  – **Ізополя переміщень в глобальній системі** в розкритому списку **Мозаїка/Ізополя** і після цього натисніть на кнопку  – **Ізополя переміщень по Z** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення ізополей переміщень за напрямом X, натисніть на кнопку  – **Ізополя переміщень по X** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).





### Виведення на екран мозаїк напружень

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по  $N_x$ , виберіть команду  – Мозаїка напружень в розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  $N_x$  – Мозаїка напружень по  $N_x$  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по  $N_z$ , натисніть на кнопку  $N_z$  – Мозаїка напружень по  $N_z$  (панель **Напруження в пластинах та об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).

### 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**).
- Для виведення епюри  $N$  натисніть на кнопку  $N$  – Епюри продольних сил  $N$  (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля  $N$ , виберіть команду  – Мозаїка зусиль в стержнях в розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення мозаїки зусилля  $M_y$  натисніть на кнопку  $M_y$  – Мозаїка  $M_y$  (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).

### 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. 10.26) виділіть рядок **Зусилля**.
- При активному рядку **Всі завантаження** у полі **Вибір завантажень**, натисніть кнопку  – **Застосувати**.



За умовчанням стандартні таблиці створюються в форматі CSV. Інформація, яка виводиться в даних таблицях, розділена по різним закладкам: вихідні дані (наприклад, коефіцієнти для РСЗ), 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»**.

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.

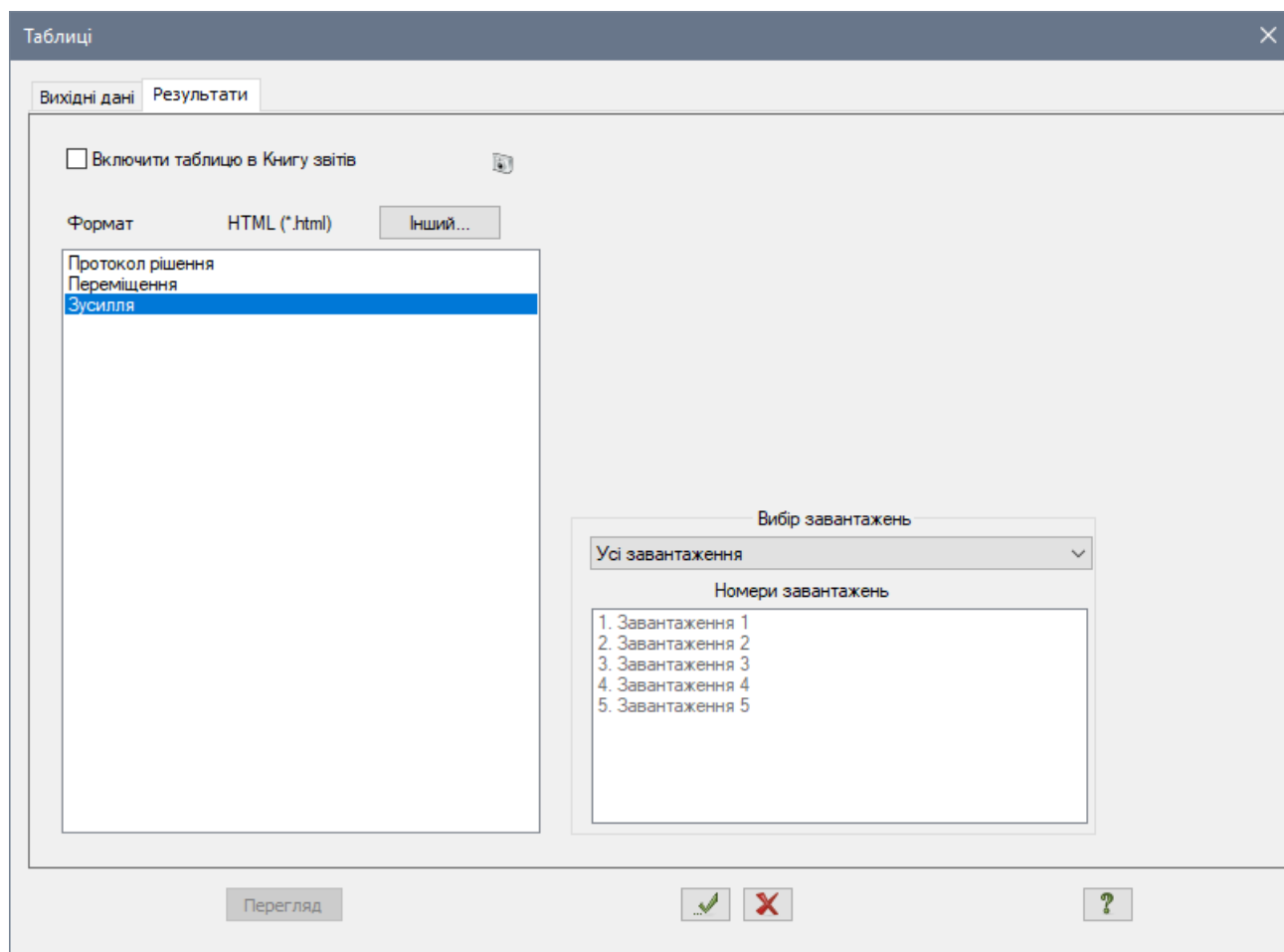



Рис. 10. 26. Діалогове вікно **Таблиці**

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

#### [Виведення на екран інформації про переміщення верху шпунтової огорожі](#)

- Щоб вивести на екран інформацію про переміщення верху 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. 10.27) зі значеннями переміщень у вказаному вузлі.

Вузол 1241

Координати		В'язі		
X	20 м	<input type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> UX	
Y	0 м	<input type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> UY	<input type="checkbox"/> W
Z	20 м	<input type="checkbox"/> Z	<input type="checkbox"/> UZ	

№ вузла	Блок N	№ ж.т.	<input type="checkbox"/> Відмічений
1241			

Навантаження

Завантаженн  № заван.

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	

Рис. 10.27. Діалогове вікно Інформація про вузол №1241

## Приклад 11\_М. Розрахунок конструкцій зі зміною жорсткості ґрунтової основи (використання системи МЕТЕОР)

### Цілі та задачі:

- продемонструвати процедуру побудови різних варіантів розрахункової схеми;
- показати процедуру використання конструктивних блоків;
- показати процедуру побудови узагальненої РСЗ по результатам багатоваріантного розрахунку;
- провести підбір арматури за узагальненою РСЗ багатоваріантного розрахунку.

### Вихідні дані:

Схема каркаса і перерізу елементів каркаса показані на рис. 11.1.

Матеріал каркаса - залізобетон В25.

Просторовий каркас з фундаментом плитою на пружній основі з коефіцієнтом пружної основи:

- варіант 1 -  $C1 = 1000 \text{ т/м}^3$ ;
- варіант 2 -  $C1 = 5000 \text{ т/м}^3$ ;
- варіант 3 -  $C1 = 1000 \text{ т/м}^3$  в другому прогоні,  $C1 = 0 \text{ т/м}^3$  в першому прогоні;
- варіант 4 -  $C1 = 1000 \text{ т/м}^3$  в першому прогоні,  $C1 = 0 \text{ т/м}^3$  в другому прогоні.

Навантаження (варіанти 1, 2, 3 і 4):

- завантаження 1 – власна вага;
- завантаження 2 – постійне рівномірно-розподілене  $g1 = 1.5 \text{ т/м}^2$ , прикладене на перекриття 1-го і 2-го поверху; постійне рівномірно-розподілене  $g2 = 2 \text{ т/м}^2$ , прикладене на основу;
- завантаження 3 – снігове  $g3 = 0.08 \text{ т/м}^2$ .

Навантаження (варіант 2):

- завантаження 4 – сейсмічний вплив. Сейсмічність майданчику 7 балів, категорія ґрунту 1.

Несприятливий напрям сейсмічної дії - уздовж меншої сторони будівлі.

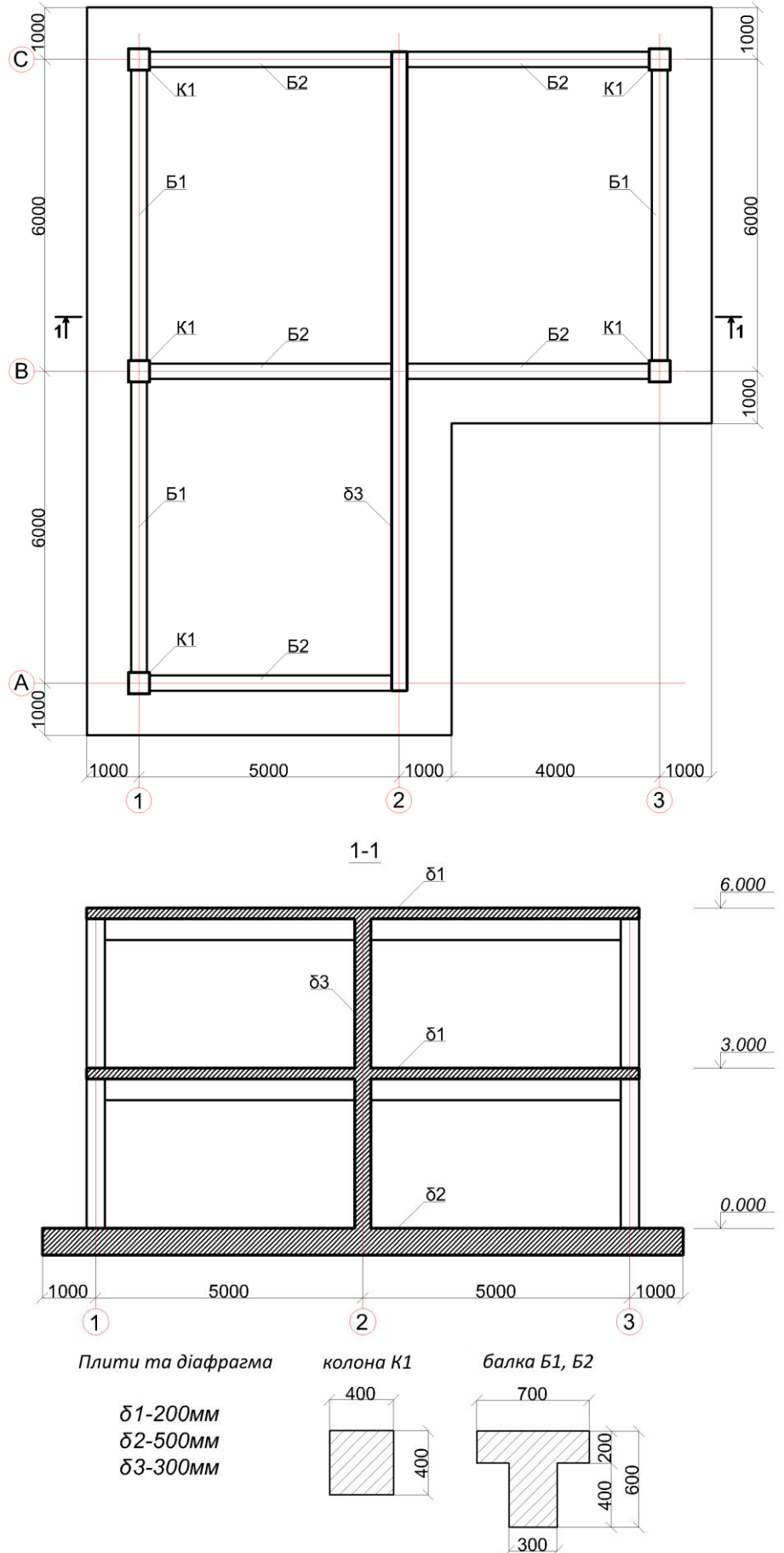




Рис. 11.1. Схема каркаса і перерізу елементів каркаса будівлі

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:  
Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі (варіант 1)

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 11.2) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **11\_3D каркас\_M**;
  - в розкривному списку **Ознака схеми** виберіть рядок 5 – **Шість ступенів свободи у вузлі**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

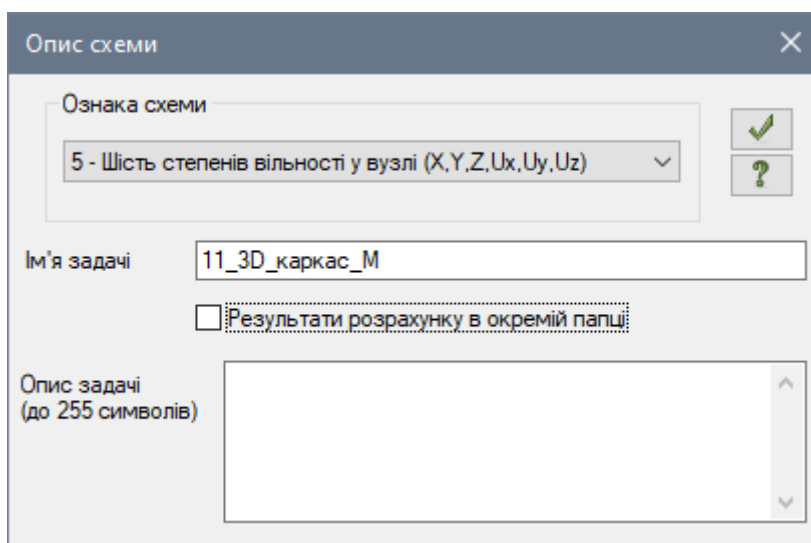




Рис. 11.2. Діалогове вікно **Опис схеми**



Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в


меню **Програми** в розкривному списку пункту **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкривному

списку **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів 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.


### Етап 2. Створення геометричної схеми

#### Створення просторової рами

- Відкрийте діалогове вікно **Просторова рама** натиснувши на кнопку  – **Генерація просторових рам** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте наступні параметри просторової рами (рис. 11.3):

- Крок вздовж осі X: Крок вздовж осі Y: Крок вздовж осі Z:

L(м)	N	M	L(м)	N	M	L(м)	N	M
5	2	10	6	2	12	3	2	1;

- Далі зніміть прапорець **Накладати закріплення**;
- Потім встановіть прапорець **Задати бічні звиси** в полі **Параметри фундаментної плити** і задайте наступні параметри в полі **Бічні звиси**:
  - Ширина звисів уздовж X = 1 м;
  - Кількість KE уздовж X = 2;
  - Ширина звисів уздовж Y = 1 м;
  - Кількість KE уздовж Y = 2.
- Інші параметри приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

**Просторова рама**

Вказати курсором

X  м

Y  м

Z  м

Створювати плити перекриття і розбивати стержні

Створити фундаментну плиту

Використати параметри розбивки плити перекриття

Накладати закріплення

X  Y  Z

UX  UY  UZ

Кут повороту відносно осі Z

X			Y			Z		
Значення	Кількість	Розбивка	Значення	Кількість	Розбивка	Значення	Кількість	Розбивка
L(м)	N	M	L(м)	N	M	L(м)	N	M
5.00	2	10	6.00	2	12	3.00	2	1

Параметри фундаментної плити

Крок розбивки уздовж  м

Крок розбивки уздовж  м

Задати бічні звиси

Перетинати з іншими KE

Бічні звиси

Ширина звисів уздовж X  м

Кількість KE уздовж X

Ширина звисів уздовж Y  м

Кількість KE уздовж Y






  

Рис. 11.3. Діалогове вікно Просторова рама

### Виведення на екран номерів вузлів

- Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- В діалоговому вікні **Показати** (рис. 11.4) перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

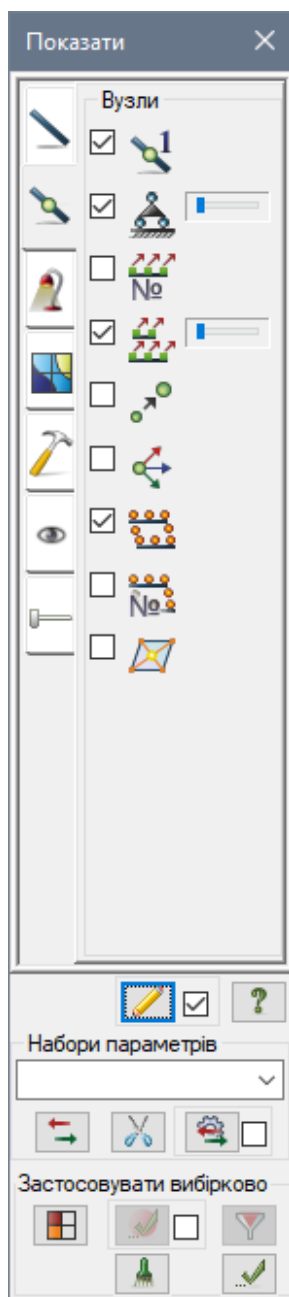




Рис. 11.4. Діалогове вікно Показати

### Створення діафрагми

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



- В цьому діалоговому вікні (рис. 11.5) в полі **Кут повороту відносно осі Z** введіть значення **90** градусів.
  - Вкажіть курсором на вузол № 11 (рис. 11.6) (вузол забарвився в малиновий колір і в діалоговому вікні відобразилися його координати).
  - В таблиці діалогового вікна задайте параметри діафрагми:
    - Крок вздовж першої осі: Крок вздовж другої осі:
- |        |         |
|--------|---------|
| L(м) N | L(м) N  |
| 0.5 24 | 0.5 12. |
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

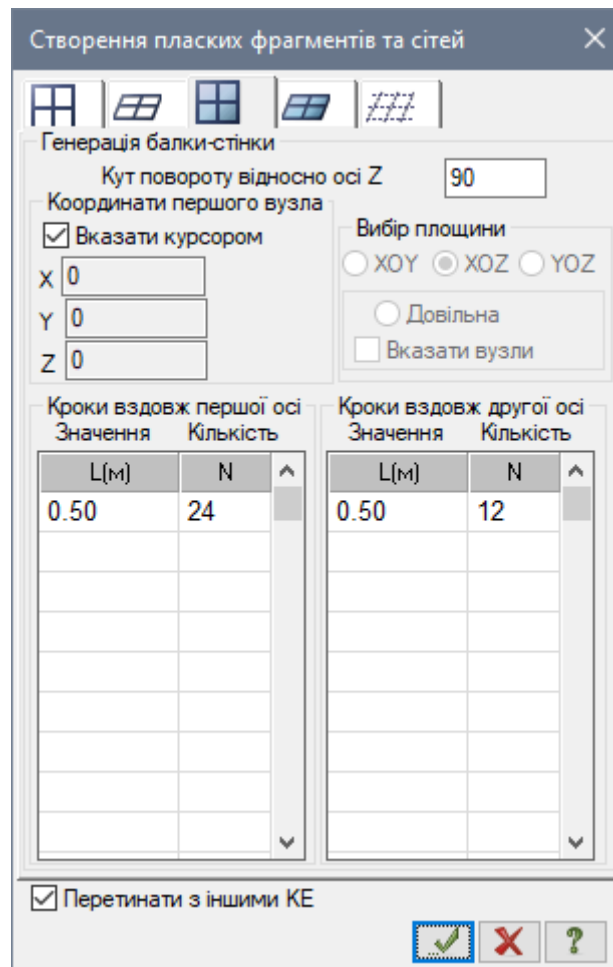


Рис. 11.5. Діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей**

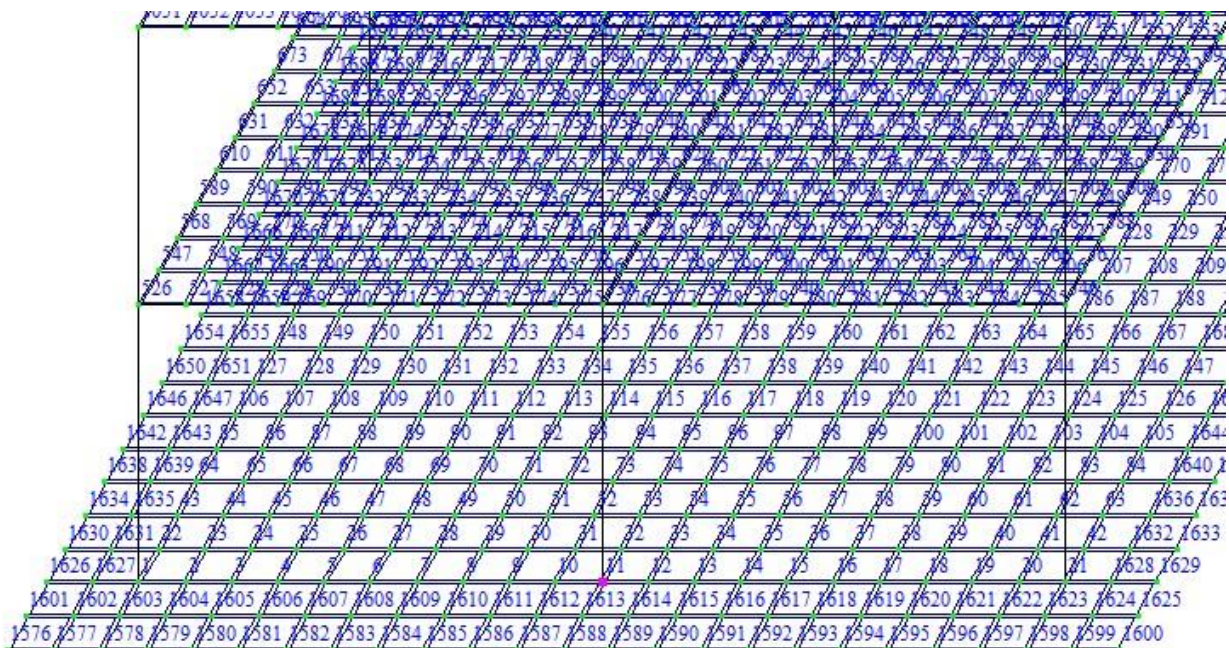






Рис. 11.6. Вузол №11

[Відключення відображення номерів вузлів на розрахунковій схемі](#)




- Зніміть прапорець **Номери вузлів** в діалоговому вікні **Показати**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

[Корегування схеми](#)

- Перейдіть в проекцію на площину XOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Після натискання на кнопки  – **Відмітка вертикальних стержнів** і  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна) за допомогою курсору виділіть балки і колони тільки в місці розташування діафрагми (повинно виділитися 84 елемента).



*Відмітка елементів виконується за допомогою одинарного вказування курсором або розтягуванням «рамки вибору» навколо групи елементів.*

- Натиснувши на кнопку  – **Видалення вибраних об'єктів** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**) видаліть виділені елементи.
- Далі перейдіть в проекцію на площину XOY натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOY** на панелі інструментів **Проекція**.
- Після натискання на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору** за допомогою «рамки вибору» виділіть вузли плит в першому правому прогоні схеми, як це показано на рис. 11.7.

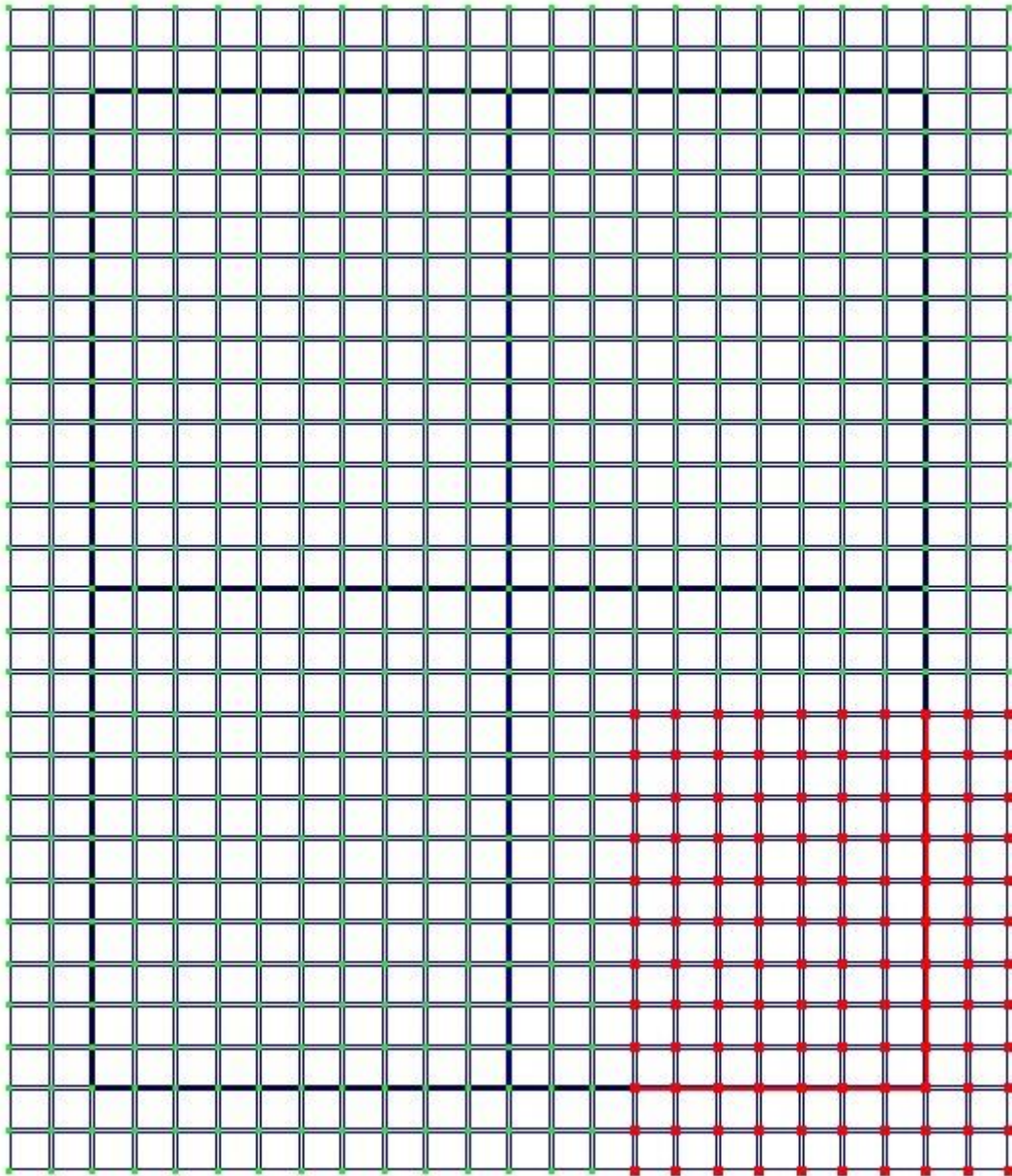






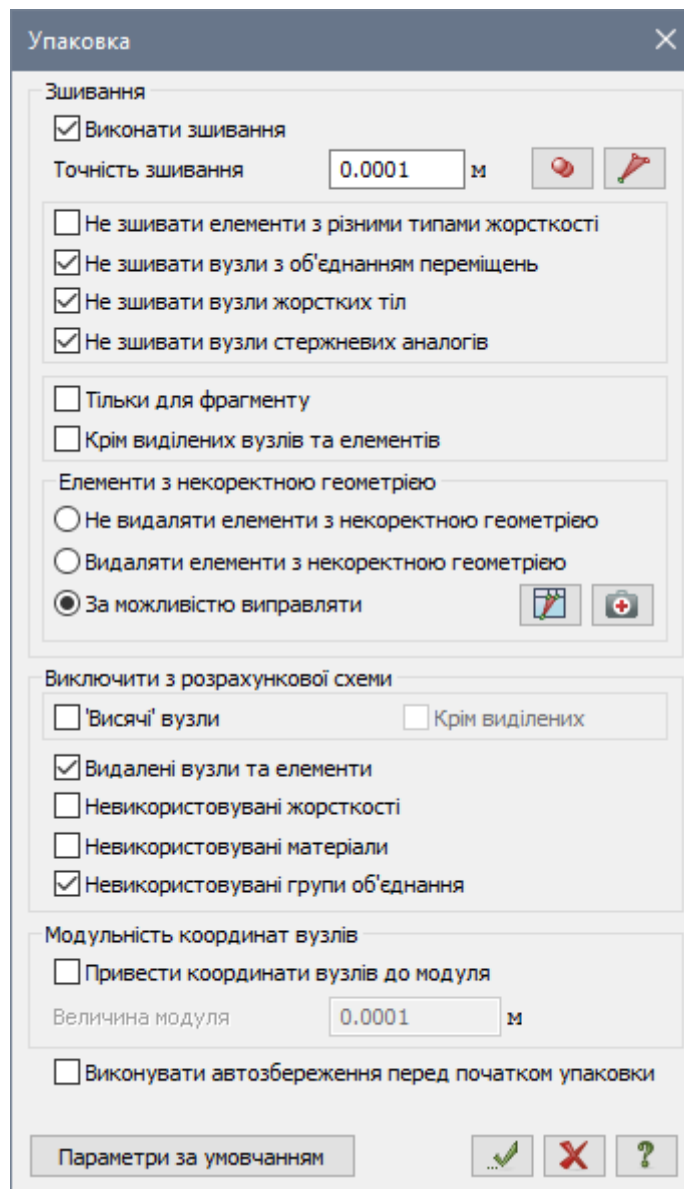


Рис. 11.7. Виділення вузлів плит

- Натиснувши на кнопку  – **Видалення вибраних об'єктів** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**) видалить виділені вузли (зверніть увагу, що при видаленні вузлів автоматично видаляються елементи, що прилягають до них).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вузлів.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вертикальних стержневих елементів.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення горизонтальних стержневих елементів.
- Перейдіть в симетричну фронтальну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.

Упаковка схеми

- Натиснувши на кнопку  – **Упаковка схеми** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Упаковка** (рис. 11.8).
- В цьому діалоговому вікні полі **Виключити з розрахункової схеми** встановіть прапорці **Видалені вузли та елементи** і **Невикористовувані групи об'єднання**, потім натисніть на кнопку  – **Застосувати** (упаковка схеми проводиться для зшивання вузлів та елементів, що співпадають, а також для безповоротного виключення з розрахункової схеми видалених вузлів і елементів).



**Рис. 11.8.** Діалогове вікно **Упаковка**

На рис. 11.9 представлена отримана розрахункова схема.

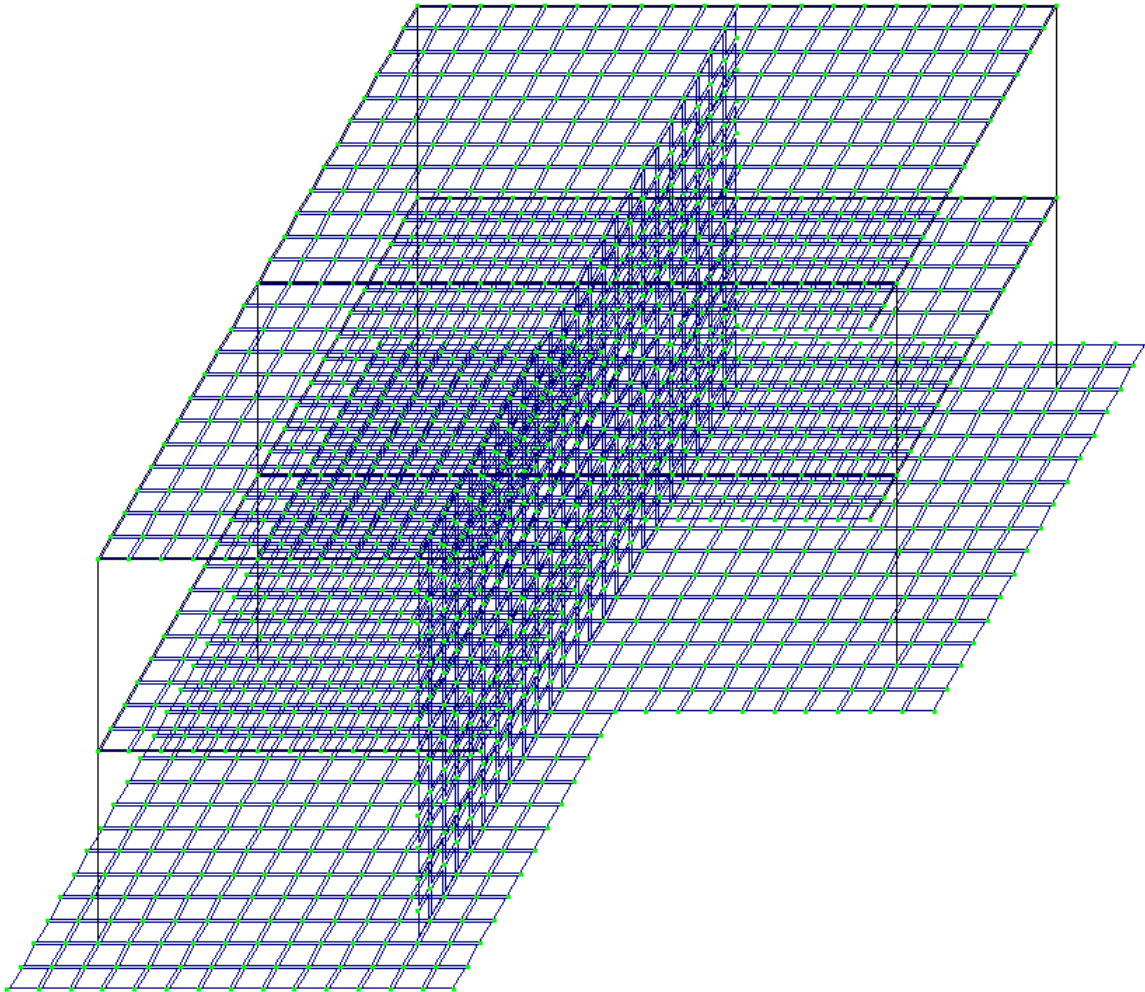





Рис. 11.9. Розрахункова схема каркаса

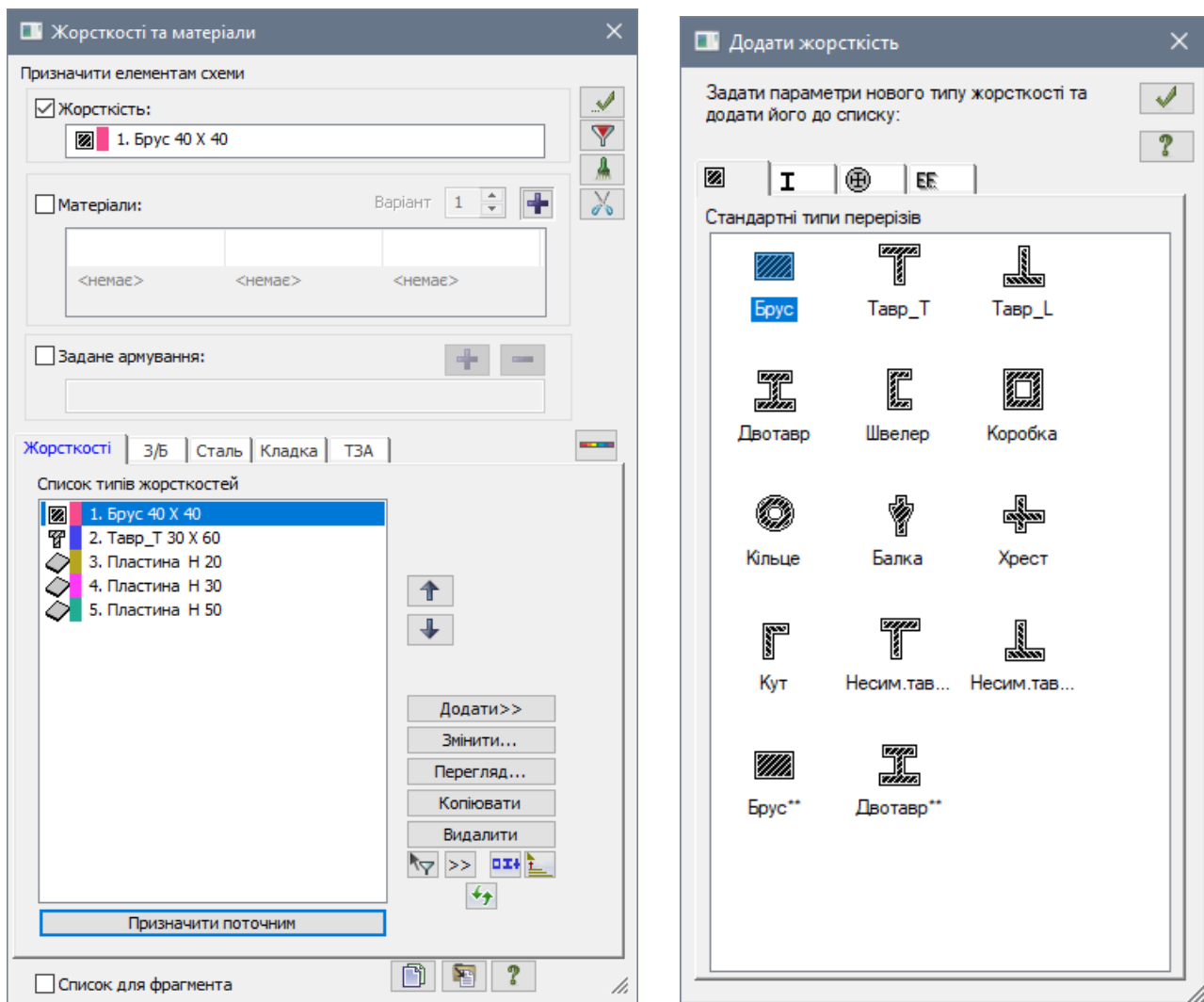
#### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт  **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **11\_3D каркас\_М**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

#### **Етап 3. Задання жорсткісних параметрів елементам схеми**

##### Формування типів жорсткості


- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 11.10,а).
- В цьому вікні натиснувши на кнопку **Додати** відкрийте діалогове вікно **Додати жорсткість**, для того щоб вивести список стандартних типів перерізів (рис. 11.10,б).
- Подвійним натисканням миші по елементу графічного списку виберіть тип перерізу **Брус** (на екран виводиться діалогове вікно для задання жорсткісних характеристик вибраного типу перерізу).



а

б

Рис. 11.10. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість

- В діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** (рис. 11.11) задайте параметри перерізу **Брус**:
  - модуль пружності –  $E = 3e6 \text{ т/м}^2$  (при англійській розкладці клавіатури);
  - коеф. Пуассона –  $\nu = 0.2$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 40 \text{ см}$ ;  $H = 40 \text{ см}$ ;
  - питома вага матеріалу –  $R_0 = 2.75 \text{ т/м}^3$ .
- Щоб побачити ескіз створюваного перерізу з усіма розмірами, натисніть на кнопку **Намалювати**.
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

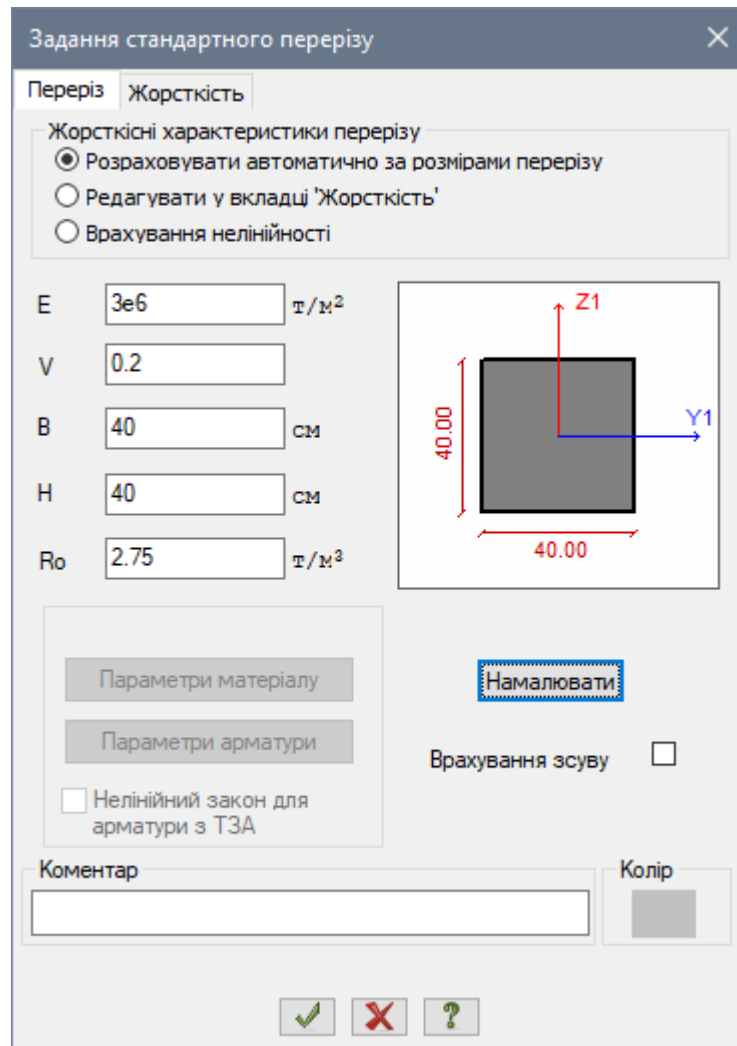


Рис. 11.11. Діалогове вікно **Задання стандартного перерізу**






- Далі в діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Тавр\_Т**.
- В новому вікні **Задання стандартного перерізу** задайте параметри перерізу **Тавр\_Т**:
  - модуль пружності –  $E = 3e6$  т/м<sup>2</sup>;
  - коеф. Пуассона –  $V = 0.2$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 30$  см;  $H = 60$  см;  $B1 = 70$  см;  $H1 = 20$  см;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.75$  т/м<sup>3</sup>.
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Далі в діалоговому вікні **Додати жорсткість** перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості.
- Подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Пластини**.
- У вікні **Задання жорсткості для пластин** (рис. 11.12) задайте параметри перерізу **Пластини** (для плити перекриття):
  - модуль пружності –  $E = 3e6$  т/м<sup>2</sup>;
  - коеф. Пуассона –  $V = 0.2$ ;
  - товщина –  $H = 20$  см;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.75$  т/м<sup>3</sup>.
- Для введення даних натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 11.12. Діалогове вікно **Задання жорсткості для пластин**

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором рядок **3. Пластина Н 20** і натисніть два рази на кнопку **Копіювати**.
- Далі в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей за допомогою курсору виділіть рядок **4.Пластина Н 20** і натисніть на кнопку **Змінити**.
- В новому вікні **Задання жорсткості для пластин** змініть параметри для діафрагми жорсткості:
  - товщина – **Н** = 30 см.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором рядок **5. Пластина Н 20** і натисніть на кнопку **Змінити**.
- В діалоговому вікні **Задання жорсткості для пластин** змініть параметри для фундаментної плити:
  - товщина – **Н** = 50 см.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для того щоб сховати бібліотеку жорсткісних характеристик, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку **Додати**.



### Призначення жорсткостей елементам схеми

- Для виділення елементів схеми натиснувши на кнопку  – **Конструктивні блоки** на панелі інструментів **Панель вибору** відкрийте діалогове вікно **Конструктивні блоки** (рис. 11.13).
- В цьому вікні виділіть перший рядок **Блок (1)** з коментарем **Рама 3D** (в результаті на схемі виділяться плити перекриття і стержневі елементи).

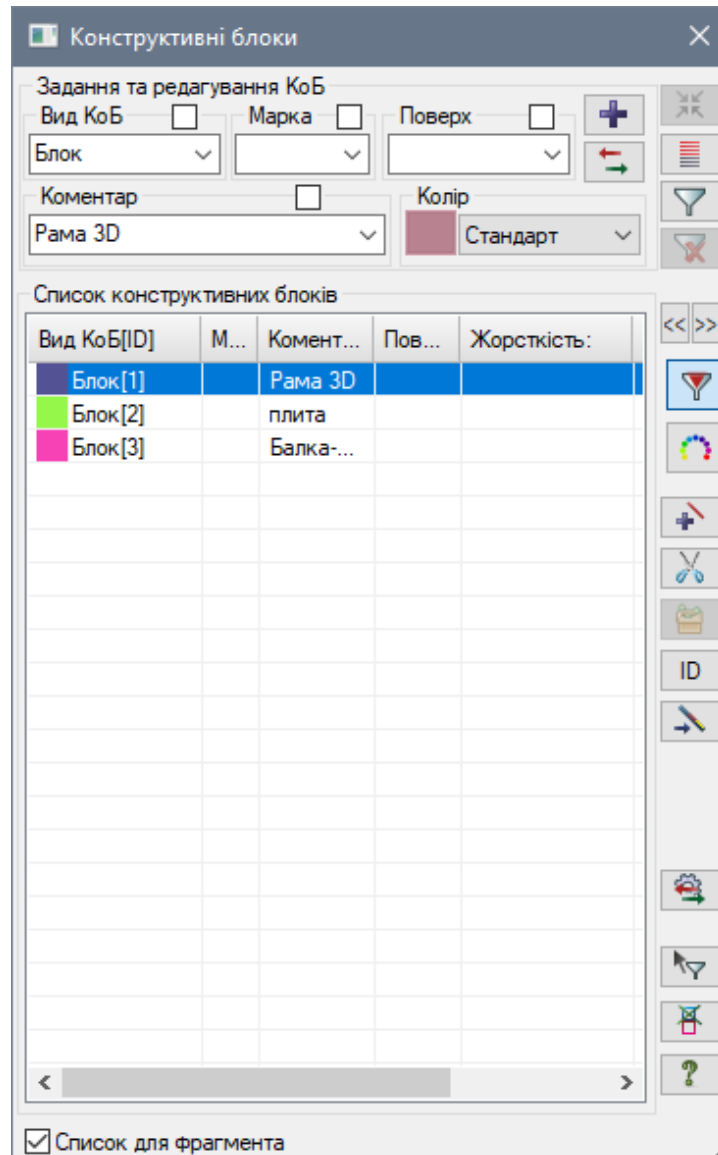








Рис. 11.13. Діалогове вікно **Конструктивні блоки**

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленій поточній жорсткості **3. Пластина Н 20**, натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- В діалоговому вікні з попередженням, що з'явилося натисніть на кнопку **ОК**.
- Далі в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2. Тавр\_Т 30х60**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип записується в рядку редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточним тип жорсткості подвійним натисканням миші по рядку списку).
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.

- Після цього в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1.Брус 40x40**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи схеми.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження**, в якому після того, як прочитаєте інформацію, натисніть на кнопку **Так**.
- Призначте поточним тип жорсткості **4. Пластина Н 30**.
- В діалоговому вікні **Конструктивні блоки** виділіть третій рядок **Блок (3)** з коментарем **Балка-стінка**.
- Далі в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- Призначте поточним тип жорсткості **5. Пластина Н 50**.
- В діалоговому вікні **Конструктивні блоки** виділіть другий рядок **Блок (2)** з коментарем **Плита**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.

#### Етап 4. Задання параметрів пружної основи



- Ще раз виділіть елементи фундаментної плити за допомогою діалогового вікна **Конструктивні блоки**.
- Натиснувши на кнопку  – **Коефіцієнти пружної основи C1, C2** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Задання коеф. C1 та C2** (рис. 11.14).
- В цьому вікні, при встановленому прапорці **Пластини** і увімкненій радіо-кнопці **Призначити**, для задання коефіцієнтів пружної основи в полі **C1z** введіть значення коеф. жорсткості пружної основи на стиск **C1z = 1000 т/м<sup>3</sup>**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

Рис. 11.14. Діалогове вікно **Задання коеф. С1 та С2**

### Етап 5. Задання граничних умов




Щоб уникнути геометричній змінності в площині  $XOY$ , на фундаментну плиту накладаємо додаткові граничні умови за допомогою одноузлових КЕ 56. Дані елементи встановлюються в вузлах фундаментної плити. Жорсткість для всіх КЕ 56 буде прийнята рівною наступній величині: 70% від жорсткості пружної основи  $C1z$  помножена на вантажну площу навколо одного КЕ 56.

### Задання жорсткості КЕ 56



- Натиснувши на кнопку **+** – **Жорсткості та матеріали** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали**.
- 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.
- Подвійним натисканням миші на елементі графічного списку виберіть тип перерізу **КЕ 56 чисельне**.
- В діалоговому вікні **Чисельний опис для КЕ 56** (рис. 11.15) задайте наступні параметри:
  - погонна жорсткість в'язі на розтяг-стиск вздовж глобальної осі  $X$  –  $R_x = 175$  т/м;
  - погонна жорсткість в'язі на розтяг-стиск вздовж глобальної осі  $Y$  –  $R_y = 175$  т/м.

- Для введення даних натисніть на кнопку  – Підтвердити.

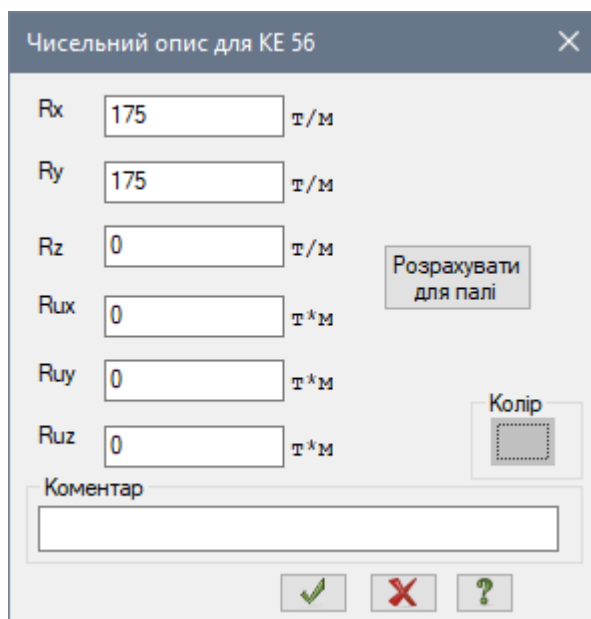




Рис. 11.15. Діалогове вікно **Чисельний опис для KE 56**

#### Додавання KE 56

- При виділених вузлах фундаментної плити відкрийте діалогове вікно **Додати елемент** (рис. 11.16) на закладці **Додати одновузлові KE**, вибрав команду  – **Додати одновузлові KE** в розкритому списку **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні за допомогою установки відповідної радіо-кнопки вкажіть тип KE **56**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

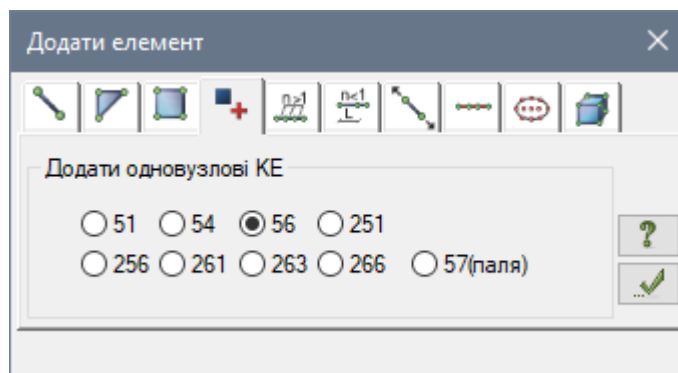




Рис. 11.16. Діалогове вікно **Додати елемент**



При додаванні KE 56 на розрахункову схему в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** поточною жорсткістю була встановлена жорсткість для цих KE. Дана жорсткість була автоматично призначена на елементи, що були додані.

## Етап 6. Задання навантажень

### Формування завантаження № 1

- Натиснувши на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 11.17).
- В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі** і заданому коеф. Надійності за навантаженням рівним **1**, натисніть на кнопку  – **Застосувати** (елементи автоматично завантажуються навантаженням від власної ваги).

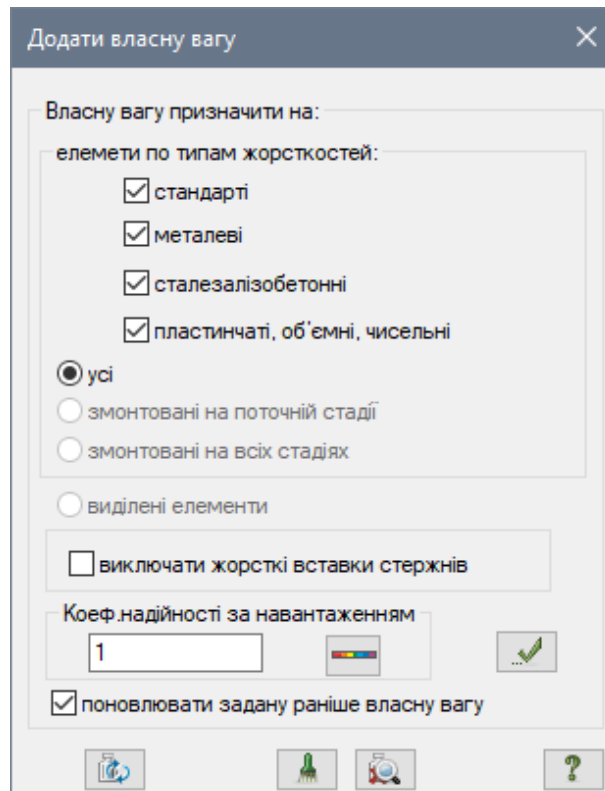





Рис. 11.17. Діалогове вікно **Додати власну вагу**

### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження в рядку стану** (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Для виділення плит перекриття і покриття відкрийте діалогове вікно **ПоліФільтр** натиснувши на кнопку  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- В цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів** (рис. 11.18).
- Далі встановіть прапорець **За типом жорсткості** і в розкриттому списку виберіть рядок **3. Пластина Н 20**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

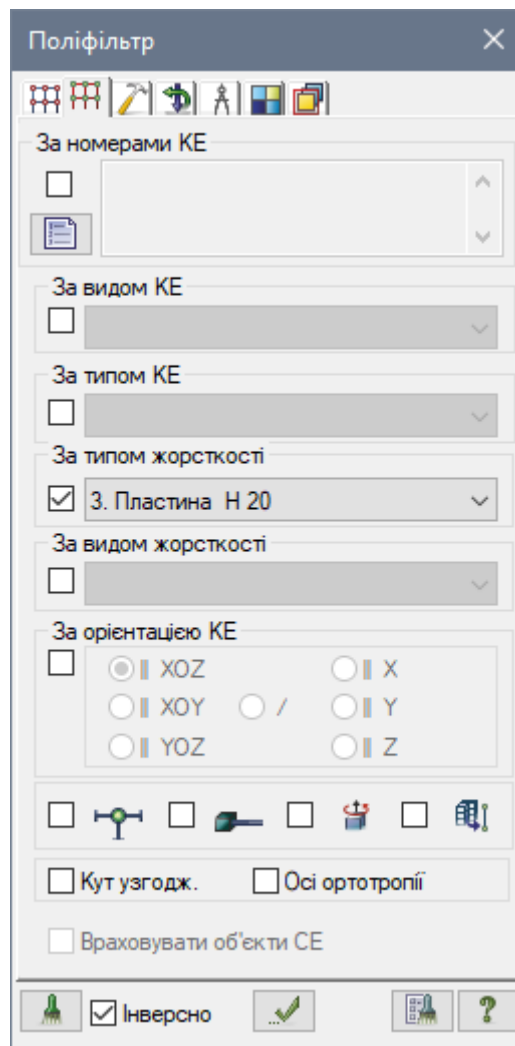


Рис. 11.18. Діалогове вікно ПоліФільтр



- Відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження на пластини** (рис. 11.19) вибрав команду  – **Навантаження на пластини** 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**.



Рис. 11.19. Діалогове вікно **Задання навантажень**

- Натиснувши на кнопку **рівномірно-розподіленого навантаження**
- відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 1.5 \text{ т/м}^2$  (рис. 11.20).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

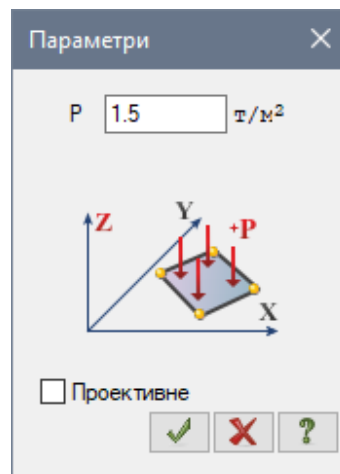




Рис. 11.20. Діалогове вікно **Параметри**





- Після цього в діалоговому вікні **ПоліФільтр** в розкривному списку **За типом жорсткості** виберіть рядок **5. Пластина Н 50**.

- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку рівномірно-розподіленого навантаження відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність  $p = 2 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану.
- В діалоговому вікні **ПоліФільтр** в розкритому списку **За типом жорсткості** виберіть рядок **3. Пластина Н 20**.
- Перейдіть в проекцію на площину XOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть елементи плити покриття.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку  – **Рівномірно-розподілене навантаження** відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.08 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Перейдіть в симетричну фронтальну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.

### Задання розширеної інформації про завантаження

- Відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 11.21) натиснувши на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні в списку завантажень виділіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Далі в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після цього в списку завантажень виділіть рядок відповідний другому завантаженню, а потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в списку завантажень виділіть рядок відповідний третьому завантаженню, а потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Короткочасне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



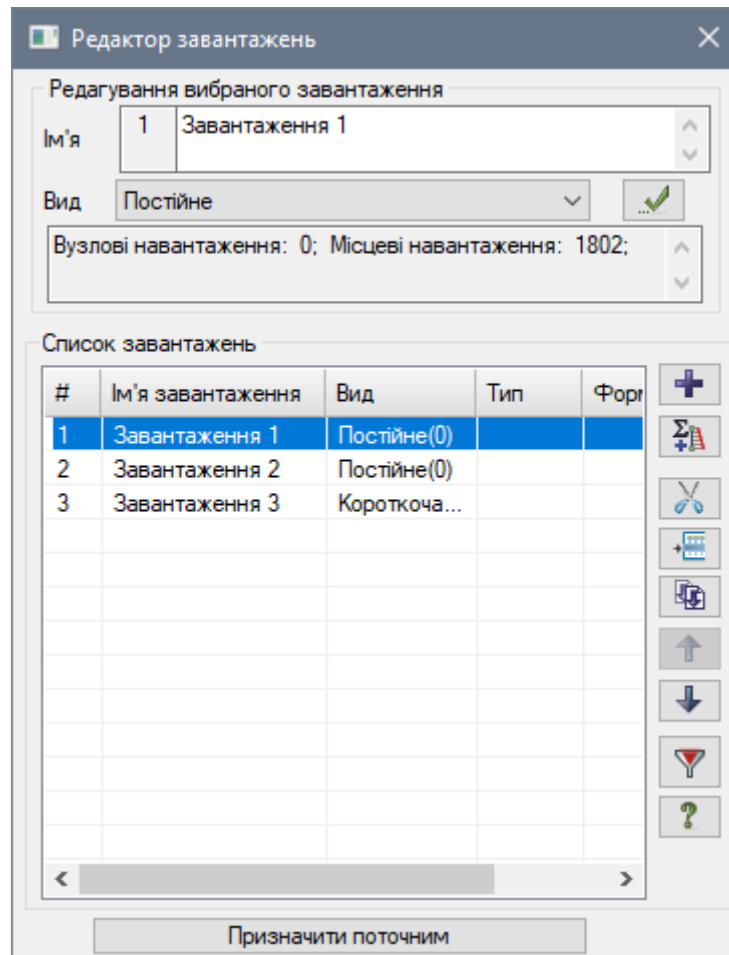





Рис. 11.21. Діалогове вікно Редактор завантажень

### Етап 7. Генерація таблиці РСЗ

- Натиснувши на кнопку  – Таблиця РСЗ (панель РСЗ на вкладці Розрахунок) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль** (рис. 11.22).
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть на кнопку **ОК**.



Так як вид завантажень задавався в діалоговому вікні **Редактор завантажень** (рис. 11.21) таблиця РСЗ автоматично з параметрами, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження. Далі треба тільки змінити параметри для третього завантаження.

- В цьому вікні при вибраних будівельних нормах **СНиП 2.01.07-85\*** задайте наступні дані:
  - в зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідний 3-му завантаженню. Потім в текстовому полі **Коефіцієнт надійності** задайте величину **1.4** і після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Для закінчення формування таблиці РСЗ, натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

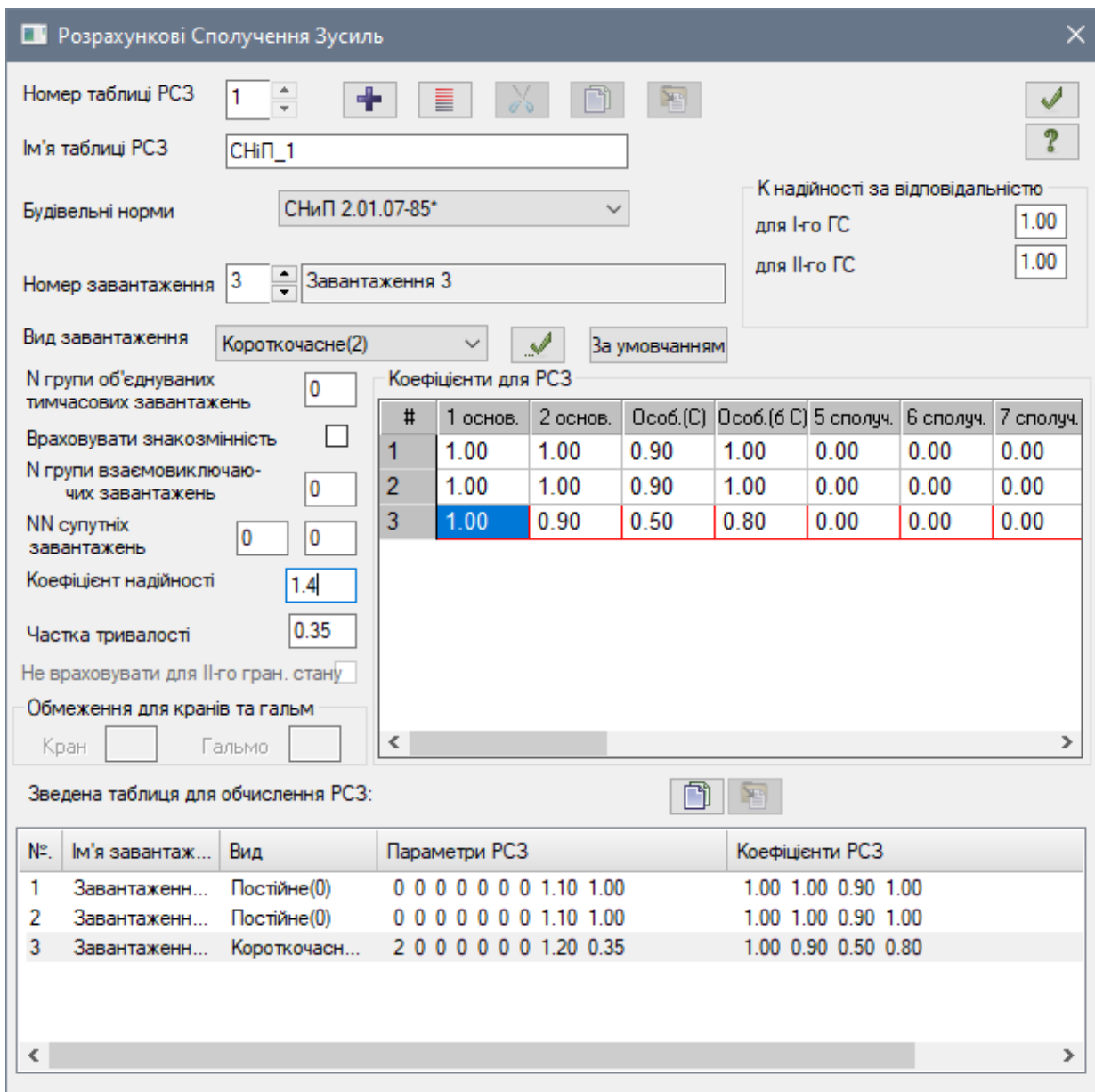



Рис. 11.22. Діалогове вікно Розрахункові сполучення зусиль

### Етап 8. Повний розрахунок схеми


- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – Виконати повний розрахунок (панель Розрахунок на вкладці Розрахунок).

### Етап 9. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку здійснюється на вкладці **Аналіз**.

### Відключення відображення навантажень на розрахунковій схемі

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

- В режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображується з урахуванням переміщень вузлів (рис. 11.23).

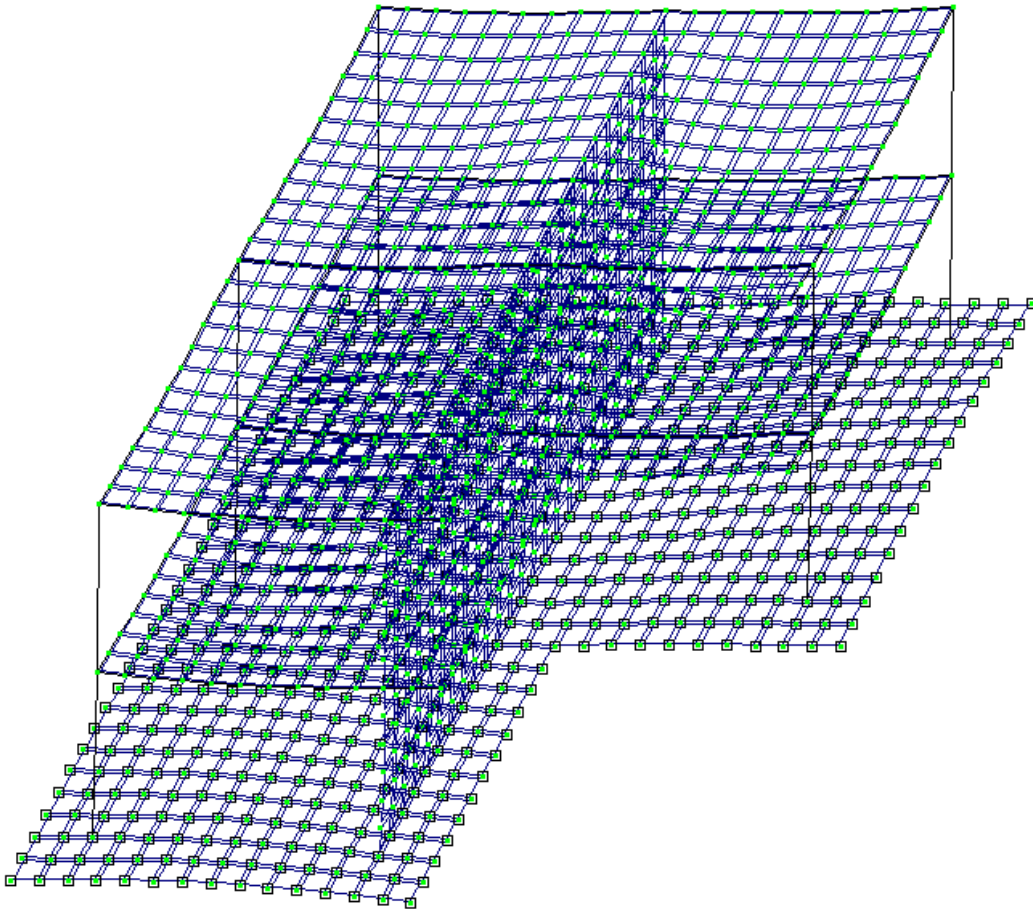










Рис. 11.23. Розрахункова схема з урахуванням переміщень вузлів



#### [Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль](#)

- Для виділення стержневих елементів, в діалоговому вікні **ПоліФільтр** на другій закладці **Фільтр для елементів** зніміть прапорець **За типом жорсткості**.
- Далі встановіть прапорець **За видом KE** і в розкритому списку виберіть рядок **Стержні**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Для відображення на екрані тільки виділених стержневих елементів, виконайте фрагментацію, натиснувши на кнопку  – **Фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виведіть на екран епюри **M<sub>y</sub>** натиснувши на кнопку  – **Епюри M<sub>y</sub>** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виводу епюри **Q<sub>z</sub>** натисніть на кнопку  – **Епюри поперечних сил Q<sub>z</sub>** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виводу епюри **N** натисніть на кнопку  – **Епюри повздовжніх сил N** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля **N**, виберіть команду  – **Мозаїка зусиль в стержнях** в розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).






### Зміна номеру поточного завантаження

- В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок, відповідний **другому завантаженню** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Для відновлення розрахункової схеми в первинному вигляді, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.



### Виведення на екран ізополей переміщень

- Щоб вивести на екран ізополя переміщень за напрямом Z, виберіть команду  – **Ізополя переміщень в глобальній системі** в розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  – **Ізополя переміщень по Z** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

### Виведення на екран мозаїк напружень

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по Mx, виберіть команду  – **Мозаїка напружень в розкритому списку Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку  – **Мозаїка напружень по Mx** (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по Nx, натисніть на кнопку  – **Мозаїка напружень по Nx** (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по Rz (опір пружної основи), натисніть на кнопку  – **Мозаїка напружень по Rz** (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб побачити повну картину відображення мозаїки напружень по Rz в фундаментній плиті, виділіть її за допомогою функції відмітки блоку і виконайте фрагментацію.
- Для відновлення розрахункової схеми в первинному вигляді, натисніть на кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.

### Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями зусиль в елементах схеми виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 11.24) виділіть рядок **Зусилля**.
- При активному рядку **Всі завантаження** в полі **Вибір завантажень**, натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



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

При встановленні прапорця **Включити таблицю в Книгу звітів** таблиця буде створена тільки в форматі CSV і вставлена в «Книгу звітів». Таблицю, яка знаходиться в «Книзі звітів», можна в подальшому оновлювати у випадку необхідності і верстати в звіт засобами «Книги звітів».

Щоб змінити формат створюваної таблиці, треба в діалоговому вікні **Таблиці** натиснути на кнопку **Інший...** і в діалоговому вікні **Формат таблиць** вибрати необхідний формат і натиснути на кнопку **Підтвердити** (для створення таблиць в текстовому форматі

потрібно увімкнути радіо-кнопку **Текстові**. Для створення таблиць у форматі HTML потрібно увімкнути радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний макетувальник» потрібно увімкнути радіо-кнопку **Звіт**).

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

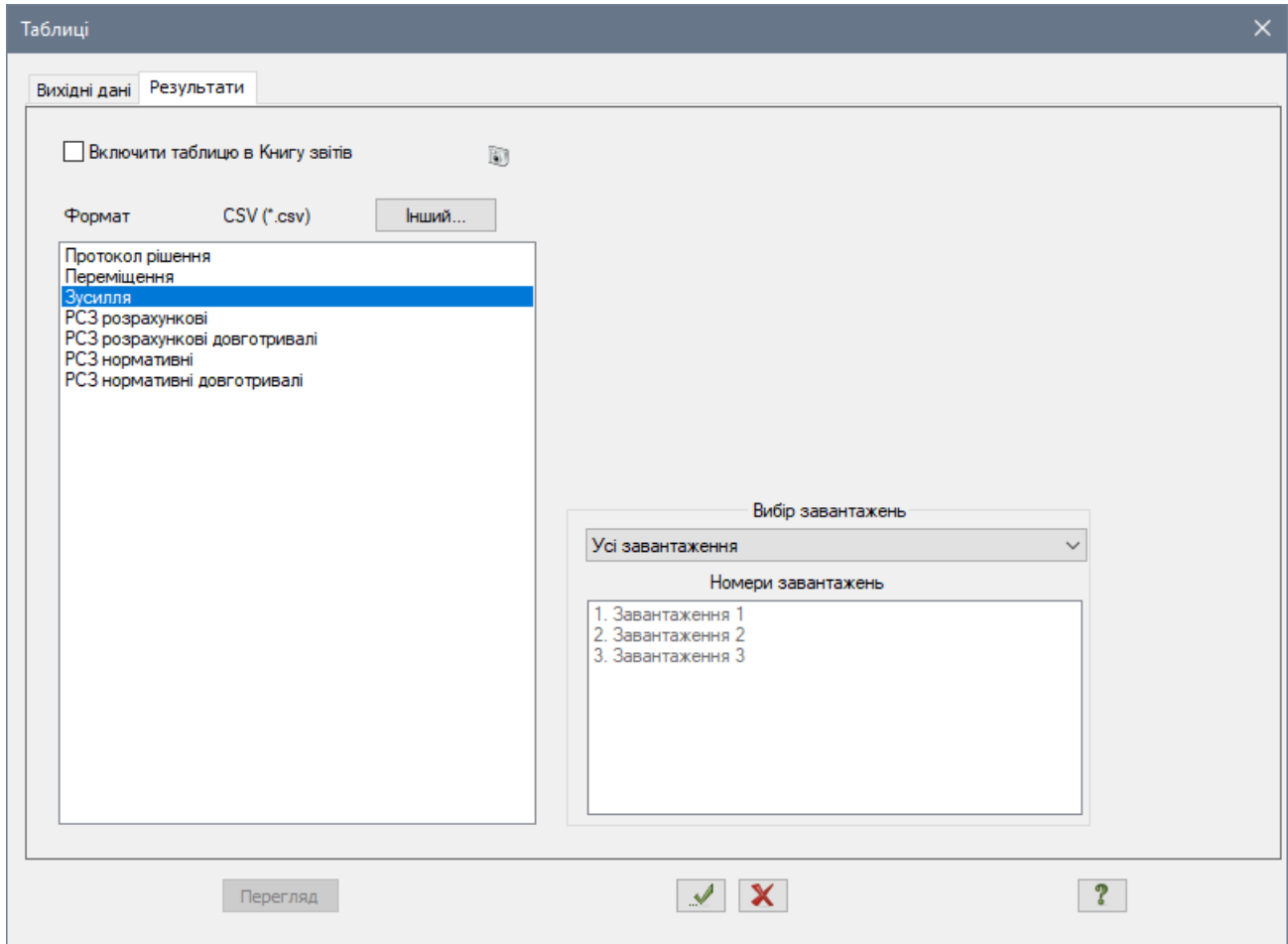




Рис. 11.24. Діалогове вікно **Таблиці**



- Після аналізу закрийте таблицю натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Закрийте діалогове вікно **Таблиці** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Збережіть поточну задачу.

## Етап 10. Створення другого варіанту задачі

### Збереження задачі під другим ім'ям






- Для збереження задачі під другим ім'ям відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти як**.
- В діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **11\_3D каркас\_M2**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

### Етап 11. Корегування коефіцієнтів пружної основи

- Виділіть елементи фундаментної плити за допомогою діалогового вікна **Конструктивні блоки**.
- Натиснувши на кнопку  – **Коефіцієнти пружної основи С1, С2** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Задання коеф. С1 та С2**.
- В цьому вікні, при встановленому прапорці **Пластини** і увімкненій радіо-кнопці **Призначити**, для задання коефіцієнтів пружної основи в полі **С1z** введіть значення коеф. Жорсткості пружної основи на стиск **С1z = 5000 т/м<sup>3</sup>**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

### Задання характеристик для розрахунку схеми на сейсміку

### Етап 12. Формування динамічних завантажень із статичних

- Відкрийте діалогове вікно **Формування динамічних завантажень із статичних** (рис. 11.25) натиснувши на кнопку  – **Врахування статичних завантажень** (панель **Динаміка** на вкладці **Розрахунок**).
- Для формування першого рядку зведеної таблиці, в цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **завантаження (код 1)**, задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – **4**;
  - № відповідного статичного завантаження – **1**;
  - Коеф. перетворення – **0.9**.
- Натисніть на кнопку  – **Додати**.
- Для формування другого рядку зведеної таблиці, в цьому самому вікні задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – **4**;
  - № відповідного статичного завантаження – **2**;
  - Коеф. перетворення – **0.9**.
- Натисніть на кнопку  – **Додати**.
- Для формування третього рядку зведеної таблиці, в цьому самому вікні задайте наступні параметри:
  - № динамічного завантаження – **4**;
  - № відповідного статичного завантаження – **3**;
  - Коеф. перетворення – **0.5**.
- Натисніть на кнопки  – **Додати** і  – **Підтвердити**.

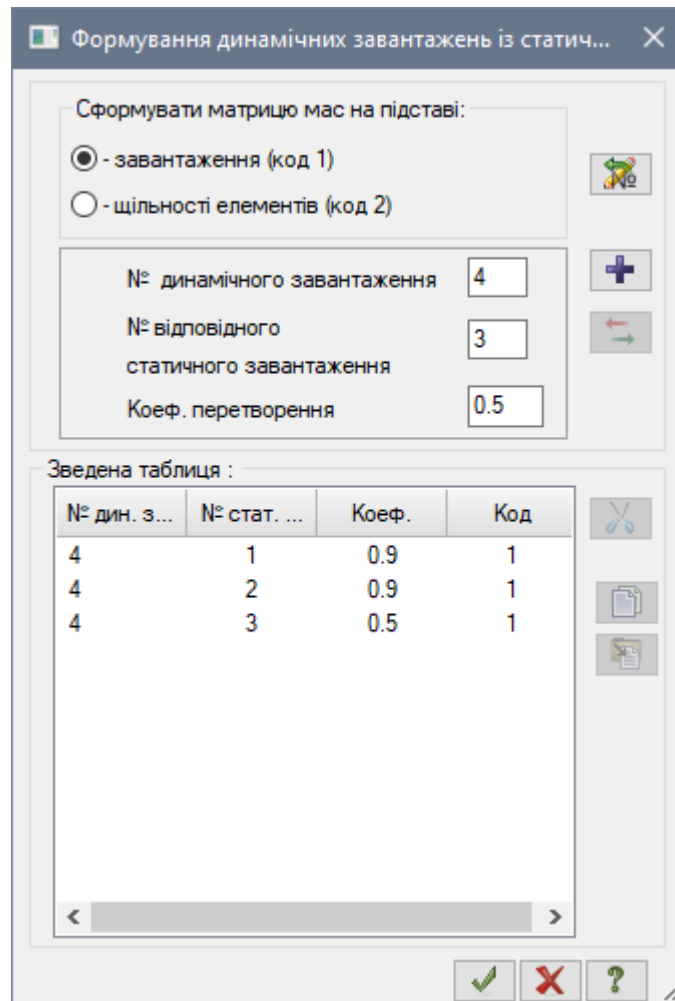



Рис. 11.25. Діалогове вікно **Формування динамічних завантажень із статичних**

### Етап 13. Формування таблиці параметрів динамічних впливів



Найбільш небезпечним напрямком сейсмічного впливу вважається напрямок уздовж меншої сторони будівлі. Оскільки розміри будівлі в плані 10 x 12 м, найбільш небезпечним вважається напрямок Х.

- Відкрийте діалогове вікно **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи** (рис. 11.26) натиснувши на кнопку  – **Таблиця динамічних завантажень** (панель **Динаміка** на вкладці **Розрахунок**).
- В цьому вікні задайте наступні параметри:
  - № завантаження – **4**;
  - Найменування впливу – **Сейсмічний /01.01. 2000/СП 14.13330. 2011/(35)**;
  - Кількість форм коливань, що враховуються – **10**.
- Потім натисніть на кнопку **Параметри**.

Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи

N рядка характеристик: 1

№ завантаження: 4

Найменування впливу: Сейсмічний /01.01.2000/СП 14.13330.2011/

Кількість форм коливань, що враховуються: 10

№ відповідного статичного завантаження:

Просумувати форми переміщень які мають однакову частоту:

Метод сумування складових: Метод SRSS

Параметр згасання, у частках від 1:

Матриця мас:  Діагональна  Узгоджена

Зведена таблиця для розрахунку на динамічні впливи

#	№.	Ім'я завантаж...	Тип	Параметри ...	Параметри динамічного впливу
1					

Допустиме відхилення частот форм які сумуються (у % від частоти):

Рис. 11.26. Діалогове вікно **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи**

- В діалоговому вікні **Параметри розрахунку на сейсмічні впливи** (рис. 11.27) задайте наступні параметри:
  - напрямні косинуси рівнодіючої сейсм. впливу в ГСК–  $CX = 1$ ;
  - інші параметри приймаються за умовчанням.
- Підтвердіть введення даних натиснувши на кнопку – **Підтвердити**.



Параметри розрахунку на сейсмічні впливи

Будівельні норми: СНиП II-7-81(зі змінами від 01.01.2000)

Поправний коеф. для сейсмічних сил: 1

Тип споруди: 1 - житлові, громадські та виробничі

Категорія ґрунту: G = 1 [Графік]

Сейсмічність майданчика у балах: S = 7

Коефіцієнти з таблиць СНиП II-7-81(зі змінами від 01.01.2000)

Таблиця 3: Ko = 1.50    Таблиця 4: KA = 1    Таблиця 3: K1 = 1.00    Таблиця 6: Kpsi = 1.00

Напрявні косинуси рівнодіючої сейсм. впливу в ГСК

CX: 1    CY: 0.0000    CZ: 0.0000     $CX^2 + CY^2 + CZ^2 = 1$

Рис. 11.27. Діалогове вікно Параметри розрахунку на сейсмічні впливи

- В діалоговому вікні **Задання характеристик для розрахунку на динамічні впливи** натисніть на кнопку – **Підтвердити**.

#### Етап 14. Корегування таблиці РС3


- Натиснувши на кнопку – **Таблиця РС3** (панель **РС3** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль**.
- В цьому вікні задайте наступні дані:
  - в зведеній таблиці для обчислення РС3 виділіть рядок відповідний 4-му завантаженню;
  - в розкритому списку **Вид завантаження** виберіть рядок **Сейсмічне (5)** і натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- Для закінчення формування таблиці РС3, натисніть на кнопку – **Підтвердити**.

#### Етап 15. Повний розрахунок другого варіанту схеми





- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).

#### Етап 16. Перегляд і аналіз результатів розрахунку другого варіанту схеми

- Виведення форм коливань конструкції.
- В рядку стану в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний четвертому завантаженню і натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- Виведіть першу форму коливань вибрав команду – **Форми коливань** в розкритому списку **НДС схеми** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

- Для виведення другої форми коливань четвертого завантаження, в рядку стану в розкритому списку **Номер форми (складової, періоду)** виберіть рядок відповідний другій формі коливань і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

#### Перегляд анімації другої форми коливань

- Щоб перейти в режим просторової моделі, відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Просторова модель (3D-графіка)** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- Для перегляду анімації другої форми коливань четвертого завантаження, за допомогою команд керування виберіть потрібний ракурс відображення розрахункової схеми і після цього натисніть на кнопку  – **Показати анімацію коливань** (панель **Анімація** на вкладці **3D Вигляд**).
- В діалоговому вікні **Коливання** (рис. 11.28) натисніть на кнопку  – **Відтворити анімацію**.
- Закрийте діалогове вікно **Коливання** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

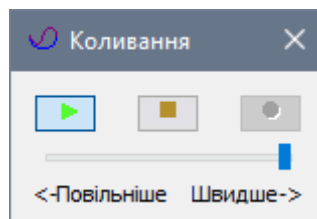






Рис. 11.28. Діалогове вікно **Коливання**

- Для повернення до перегляду та аналізу результатів статичного і динамічного розрахунків, закрийте вікно просторової моделі або натисніть на кнопку  – **Скінченноелементна модель** (панель **Повернення** на вкладці **3D Вигляд**).

#### Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями періодів коливань виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 11.24) виділіть рядок **Періоди коливань**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після аналізу закрийте таблицю натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Збережіть поточну задачу.
- Щоб закрити поточну задачу відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Закрити**.

### Етап 17. Створення третього варіанту задачі







#### Збереження задачі під іншим іменем

- Відкрийте задачу **11\_3D каркас\_M**, вибрав її в списку **Недавні документи** меню **Програми**.
- Для збереження задачі під іншим іменем відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти як**.
- В діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **11\_3D каркас\_M3**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).
- Натисніть на кнопку **Зберегти**.

## Етап 18. Корегування коефіцієнтів пружної основи






В даному варіанті передбачено відсутність коефіцієнтів пружної основи в першому прогоні фундаментної плити. Але буде задано умовне значення коефіцієнтів пружної основи для цих елементів рівне  $0.01 \text{ т/м}^3$  в зв'язку з необхідністю наявності зусиль опору ґрунту  $R_z$ , які повинні бути присутні при обчисленні узагальненої РСЗ. Аналогічні значення потрібно задавати і для четвертого варіанту схеми.




- Перейдіть в проекцію на площину XOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть тільки елементи проекції **першого (лівого)** прогону фундаментної плити.
- Натиснувши на кнопку  – **Коефіцієнти пружної основи C1, C2** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Задання коеф. C1 та C2**.
- В цьому вікні, при встановленому прапорці **Пластини** і увімкненій радіо-кнопці **Призначити**, для задання коефіцієнтів пружної основи в полі **C1z** введіть значення коеф. жорсткості пружної основи на стиск **C1z = 0.01 т/м<sup>3</sup>**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Змініть виділення з одно вузлових елементів, натиснувши на кнопку  – **Скачування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Перейдіть в диметричну фронтальну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.
- Виконайте повний розрахунок і проаналізуйте результати розрахунку схеми аналогічно першому варіанту схеми.
- Збережіть і закрийте поточну задачу.

## Етап 19. Створення четвертого варіанту задачі

- Відкрийте задачу **11\_3D каркас\_М**, вибрав її в списку **Недавні документи** меню **Програми** і збережіть її під іншим іменем **11\_3D каркас\_М4**.

## Етап 20. Корегування коефіцієнтів пружної основи


- Перейдіть в проекцію на площину XOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть тільки елементи проекції **другого (правого)** прогону фундаментної плити.
- Натиснувши на кнопку  – **Коефіцієнти пружної основи C1, C2** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Задання коеф. C1 та C2**.
- В цьому вікні, при встановленому прапорці **Пластини** і увімкненій радіо-кнопці **Призначити**, для задання коефіцієнтів пружної основи в полі **C1z** введіть значення коеф. жорсткості пружної основи на стиск **C1z = 0.01 т/м<sup>3</sup>**.

- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Змініть виділення з одно вузлових елементів, натиснувши на кнопку  – **Скачування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Перейдіть в диметричну фронтальну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.
- Виконайте повний розрахунок і проаналізуйте результати розрахунку схеми аналогічно першому варіанту схеми.
- Збережіть і закрийте поточну задачу.

## Етап 21. Формування і розрахунок узагальненої РСЗ




Формування даних для побудови узагальненої РСЗ проводиться в діалоговому вікні **Формування пакету моделей узагальненої задачі** (рис. 11.29), яке викликається

натиснувши на кнопку  – **МЕТЕОР (Варіації моделей)** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**). Дана кнопка активна тільки у випадку закриття вікон всіх задач.

Розрахунок узагальненої РСЗ може проводитися на базі РСЗ або зусиль кожної із задач, що входять до складу пакету моделей.

При розрахунку на базі РСЗ надається можливість здійснювати об'єднання результатів, отриманих після розрахунку топологічно однакових розрахункових схем. При розрахунку узагальненої задачі передбачається, що РСЗ, обчислені для всіх задач, що входять до списку, є взаємовиключними. Взаємовиключення проводиться окремо за кожним критерієм РСЗ. При розрахунку на базі зусиль проводиться розрахунок РСЗ для всього пакета задач. У цьому випадку проводиться обчислення РСЗ відповідно до нумерації завантажень в початковій таблиці системи МЕТЕОР, а РСЗ обчислюються аналогічно звичайній задачі. При цьому можливо редагування вихідної таблиці системи МЕТЕОР.

### Формування списку топологічно однакових розрахункових схем

- Натиснувши на кнопку  – **МЕТЕОР (Варіації моделей)** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Формування пакету моделей узагальненої задачі (Система МЕТЕОР)** (рис. 11.29).
- В цьому вікні для формування списку із топологічно однакових розрахункових схем натисніть на кнопку **Вибрати задачу**.

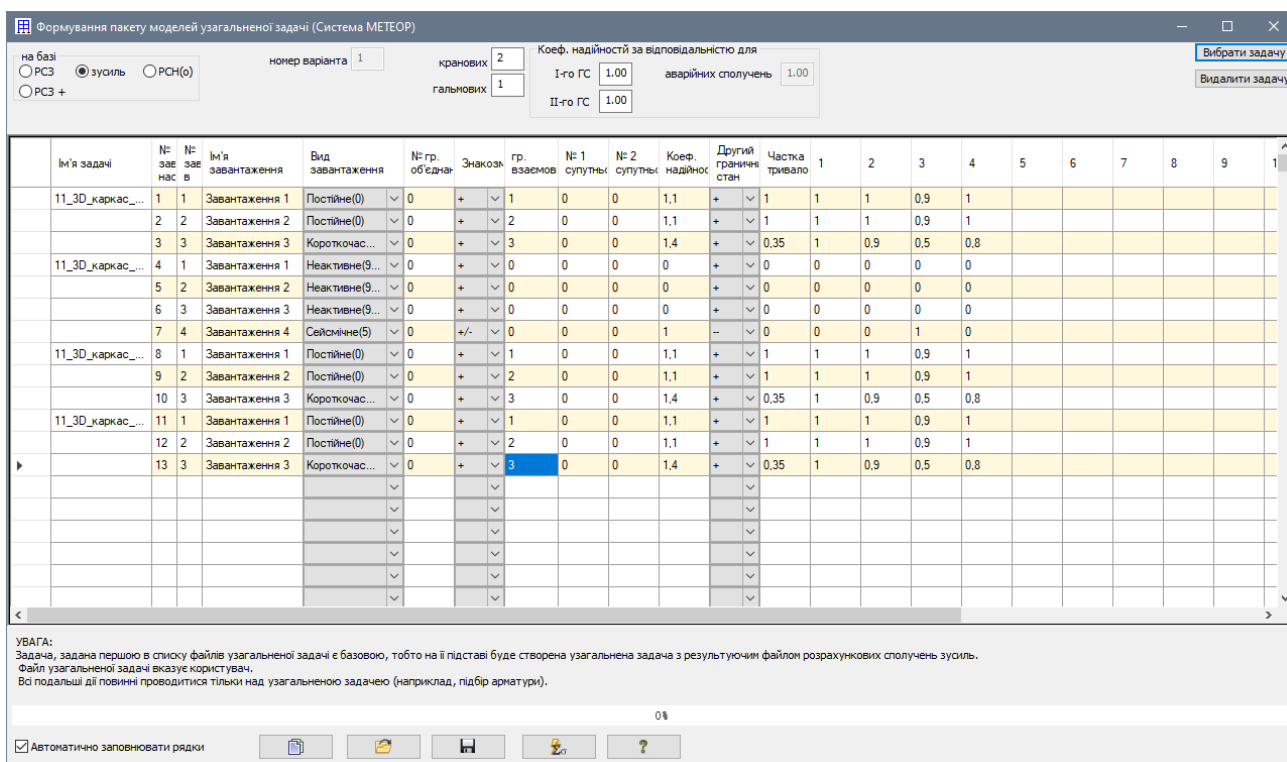


Рис. 11.29. Діалогове вікно **Формування пакету моделей узагальненої задачі (Система МЕТЕОР)**

- В новому вікні **Открытие** (рис. 11.30) відкрийте папку, в якій збережені розраховані задачі, (за умовчанням це папка **Data**), затиснувши клавішу **Shift**, в списку виділіть файли **11\_3D каркас\_M**, **11\_3D каркас\_M2**, **11\_3D каркас\_M3** та **11\_3D каркас\_M4** і натисніть на кнопку **Открыть**.

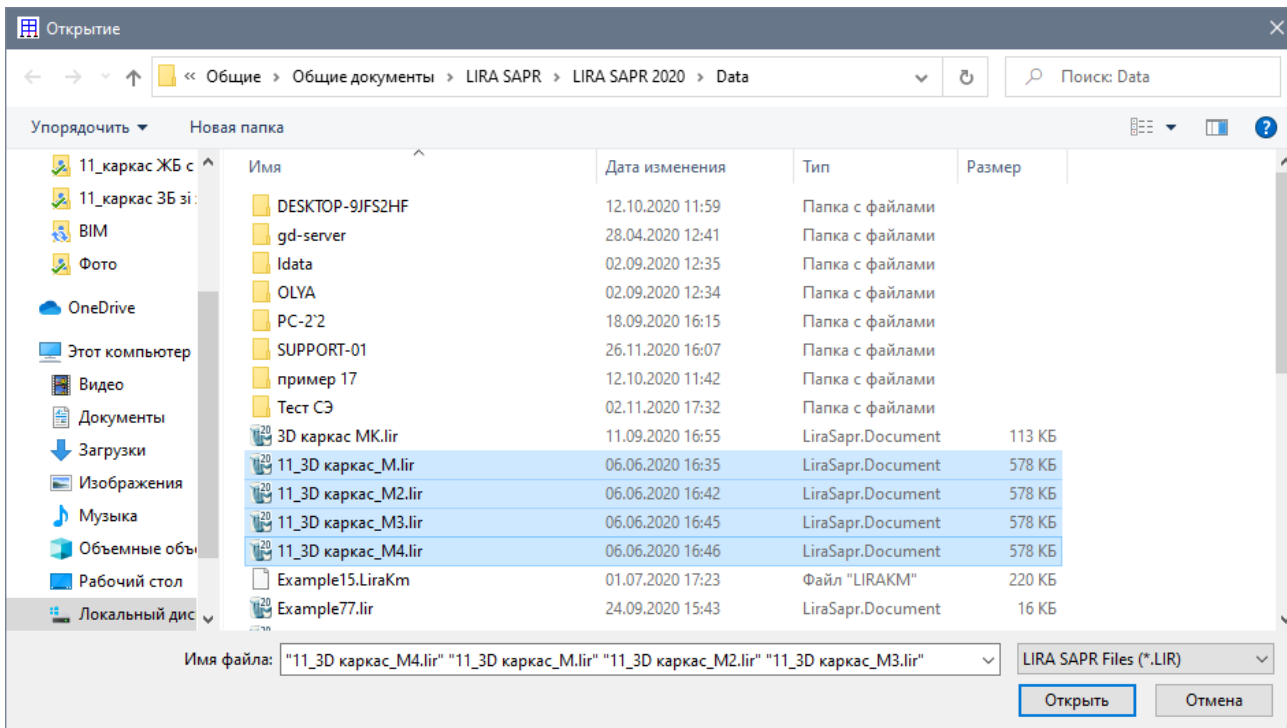



Рис. 11.30. Діалогове вікно **Відкриття**


## Редагування вихідної таблиці



Розрахунок узагальноної РСЗ буде проводитись на базі зусиль. Даний вид розрахунку встановлюється за умовчанням при запуску діалогового вікна **Формування пакету моделей узагальноної задачі (Система МЕТЕОР)**.

- В діалоговому вікні **Формування пакету моделей узагальноної задачі (Система МЕТЕОР)**, при увімкненій радіо-кнопці вибору варіанту розрахунку **на базі зусиль**, в розкривному списку **Вид завантаження** задайте для 4-го, 5-го і 6-го наскрізних завантажень (1-го, 2-го і 3-го завантажень другої задачі) після подвійного кліку миші по комірці таблиці наступні види завантажень:
  - для четвертого завантаження – **Неактивне (9)**;
  - для п'ятого завантаження – **Неактивне (9)**;
  - для шостого завантаження – **Неактивне (9)**.
- Далі для 1-го, 8-го і 11-го наскрізних завантажень в комірці **гр. взаємовиключення** задайте номер групи **1**.
- Після цього для 2-го, 9-го і 12-го наскрізних завантажень в комірці **гр. взаємовиключення** задайте номер групи **2**.
- Потім для 3-го, 10-го і 13-го наскрізних завантажень в комірці **гр. взаємовиключення** задайте номер групи **3**.
- Для збереження вихідної таблиці натисніть на кнопку  - **Зберегти файл узагальноної задачі**.
- В діалоговому вікні **Збереження**, що з'явилося, натисніть на кнопку **Зберегти**.
- Для виконання розрахунку РСЗ узагальноної задачі в діалоговому вікні **Формування пакету**

**моделей узагальноної задачі (Система МЕТЕОР)** натисніть на кнопку  - **Виконати розрахунок**.

- Щоб перейти до перегляду результатів розрахунку узагальноної задачі закрийте діалогове вікно **Формування пакету моделей узагальноної задачі (Система МЕТЕОР)** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.



Для розрахунку узагальноної РСЗ на базі РСЗ кожної із задач, що входять до складу пакету моделей, необхідно сформувавши список топологічно однакових розрахункових схем, як описано вище (в нашому випадку можна створити список із 1-ї, 3-ї і 4-ї задач). Далі треба увімкнути радіо-кнопку вибору варіанту розрахунку **на базі РСЗ** (можна увімкнути дану радіо-кнопку до формування списку задач). В результаті вихідна таблиця стане недоступною для редагування. Після цього необхідно буде виконати розрахунок, натиснувши на відповідну кнопку.

## Етап 22. Перегляд і аналіз результатів розрахунку узагальноної задачі



Після виконання розрахунку узагальноної РСЗ формується новий файл задачі з іменем, яке було присвоєно при збереженні вихідної таблиці системи **МЕТЕОР**. Для цього файлу стають недоступні всі функції редагування розрахункової схеми, доступні тільки функції зв'язані із заданням даних для конструювання елементів розрахункової схеми. При розрахунку узагальноної задачі на базі зусиль в сформованому за результатами розрахунку файлі доступні результати розрахунку по завантаженням всіх задач (переміщення, зусилля і напруження в елементах, результати динамічних розрахунків), які входять до складу узагальноної задачі, і результати узагальноної РСЗ.

При розрахунку узагальноної задачі на базі РСЗ кожної з вхідних до складу пакета моделей задач в сформованому за результатами розрахунку файлі доступні тільки результати узагальноної РСЗ. Виведення переміщень, зусиль і напружень в елементах, результатів динамічного розрахунку, а також створення таблиці РСЗ для узагальноної задачі здійснюється аналогічно звичайній задачі.

### Етап 23. Задання варіантів конструювання



Задання варіантів конструювання, матеріалів, а також інших необхідних даних для підбору арматури і розрахунку металевих перерізів здійснюється за допомогою відповідних кнопок, які знаходяться на панелі **Конструювання** вкладок **Створення та редагування** або **Залізобетон** і **Сталь** (для стандартного стилю стрічкового інтерфейсу). Для даного прикладу буде розглянуто варіант задання всіх необхідних даних для конструювання за допомогою кнопок, які знаходяться на панелі **Конструювання** вкладок **Залізобетон** і **Сталь**.







- Відкрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 11.31) натиснувши на кнопку  – **Варіанти конструювання схеми** (панель **Конструювання** на вкладці **Залізобетон** або **Сталь**).
- В цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання:
  - в полі **Розрахунок перерізів по:** увімкніть радіо-кнопку **РСЗ**;
  - справа від розкривного списку, натисніть на кнопку  - **Додати /Редагувати таблицю РСЗ**;
  - натисніть на кнопку  – **Підтвердити**;
  - інші параметри приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

Рис. 11.31. Діалогове вікно **Варіанти конструювання**

## Етап 24. Задання параметрів матеріалів елементам схеми

### Задання матеріалів для залізобетонних конструкцій

- Відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 11.32) на другій закладці **З/Б (Задання параметрів для залізобетонних конструкцій)** натиснувши на кнопку  – **Тип залізобетонних конструкцій** (панель **Конструювання** на вкладці **Залізобетон**).

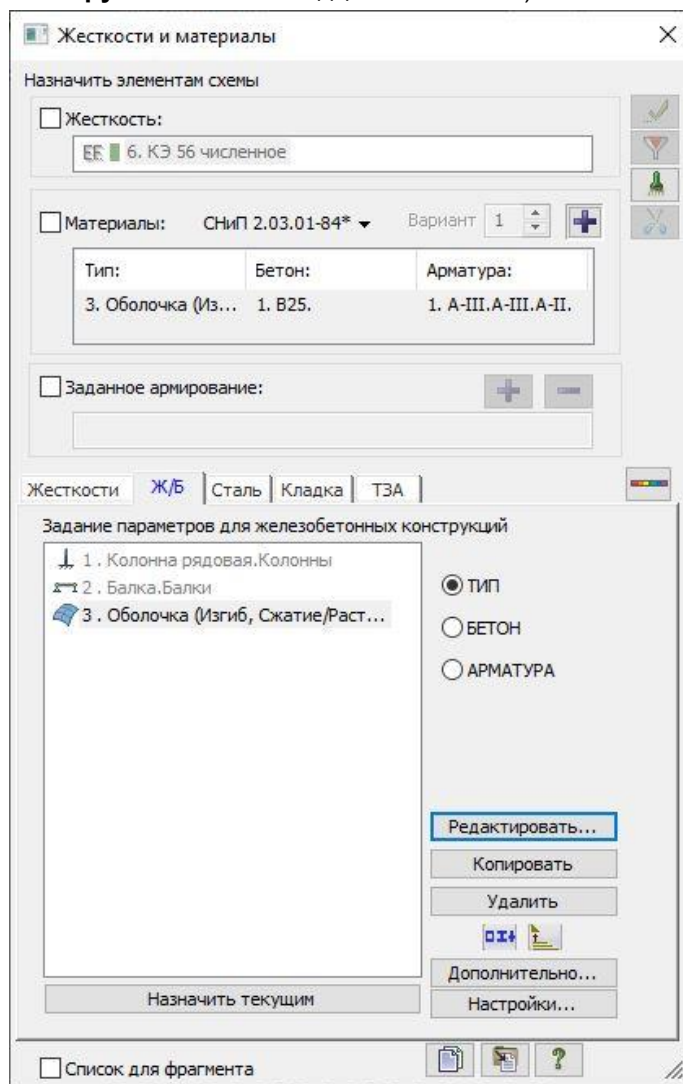


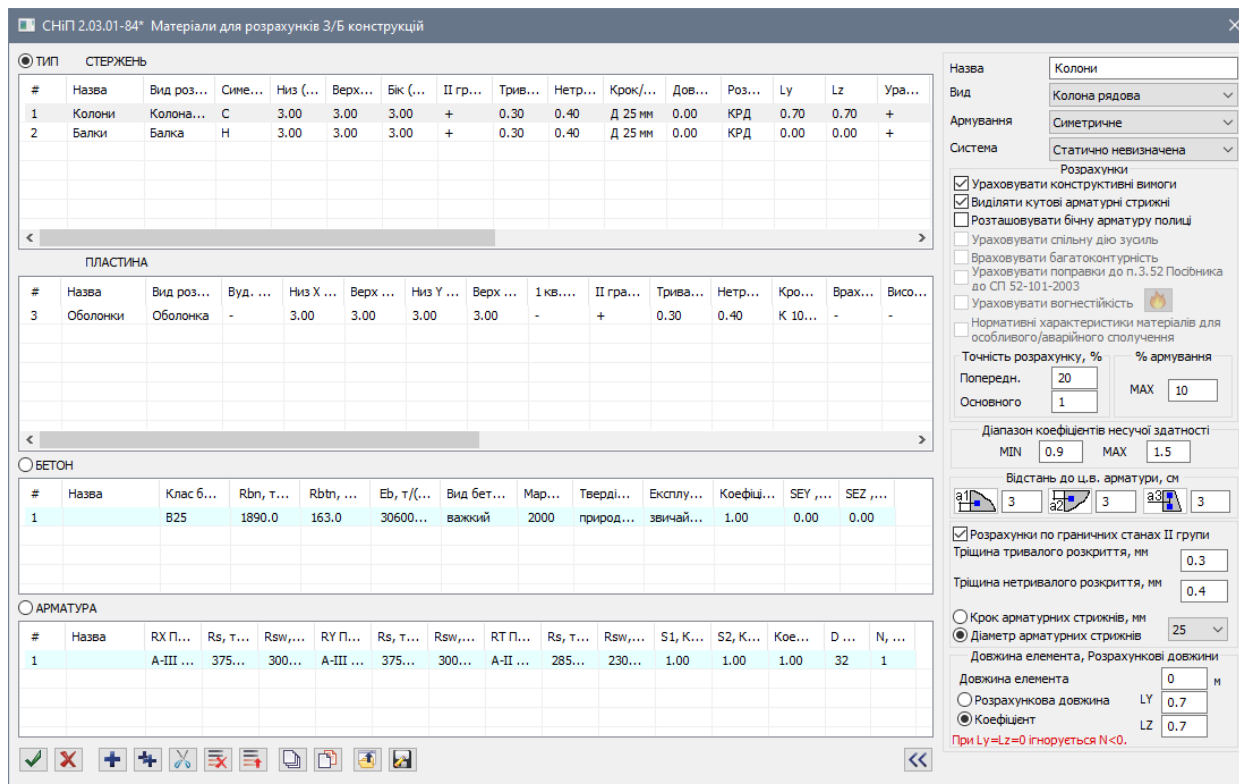


Рис. 11.32. Діалогове вікно **Жорсткості та матеріали (З/Б)**

- Після цього увімкніть радіо-кнопку **Тип** і натисніть на кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій** (рис. 11.33).
- В таблиці **Стержень** натисніть на пустий рядок. З'явився перший тип армування **Стержень**. В правій частині вікна необхідно задати параметри для колон:
  - в рядку **Назва** задайте **Колони**;
  - в розкритому списку **Вид** виберіть **Колона рядова** і в полі **Розрахунок** встановіть прапорець **Ураховувати конструктивні вимоги**;
  - в розкритому списку **Армування** виберіть тип армування **Симетричне**;
  - в полі **Розрахунки по граничних станах II-й групи** увімкніть радіо-кнопку **Діаметр арматурних стрижнів**;
  - в розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;
  - в полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** увімкніть радіо-кнопку **Коефіцієнт**;
  - задайте параметри **LY = 0.7, LZ = 0.7**;



- всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть на пустий рядок в таблиці **Стержень**.
- Все задані параметри для колон відображуються в першому рядку в таблиці **Стержень**. Натисніть на кнопку  - **Додати**, щоб створити другий тип армування **Стержень**. З'явився другий тип армування **Стержень**. В правій частині вікна необхідно задати параметри для балок:
  - в рядку **Назва** задайте **Балки**;
  - в розкритому списку **Вид** виберіть **Балка** і в полі **Розрахунок** встановіть прапорець **Ураховувати конструктивні вимоги**;
  - в розкритому списку **Армування** виберіть тип армування **Несиметричне**;
  - в полі **Розрахунки по граничних станах II-й групи** увімкніть радіо-кнопку **Діаметр арматурних стрижнів**;
  - в розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть на пустий рядок в таблиці **Пластина**. З'явився третій тип армування **Пластина**. В правій частині вікна необхідно задати параметри для пластин:
  - в рядку **Назва** задайте **Оболонки**;
  - в розкритому списку **Вид** виберіть рядок **Оболонка**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Натисніть на пустий рядок в таблиці **Бетон**. В правій частині вікна необхідно задати параметри бетону:
  - в розкритому списку **Клас бетону** виберіть **B25**.
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Натисніть на пустий рядок в таблиці **Арматура**. Всі параметри залишаємо заданими за умовчанням(за умовчанням приймається арматура класу А-III).
- В діалоговому вікні **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій** натисніть на кнопку  - **Підтвердити**.



**Стержень**

#	Назва	Вид роз...	Симе...	Низ (...)	Верх...	Бік (...)	II гр...	Трив...	Нетр...	Крок/...	Дов...	Роз...	Ly	Lz	Ура...
1	Колони	Колонна...	С	3.00	3.00	3.00	+	0.30	0.40	Д 25 мм	0.00	КРД	0.70	0.70	+
2	Балки	Балка	Н	3.00	3.00	3.00	+	0.30	0.40	Д 25 мм	0.00	КРД	0.00	0.00	+

**ПЛАСТИНА**

#	Назва	Вид роз...	Вуд. ...	Низ X ...	Верх ...	Низ Y ...	Верх ...	1 кв....	II гра...	Трива...	Нетр...	Кро...	Врах...	Висо...
3	Оболонки	Оболонка	-	3.00	3.00	3.00	3.00	-	+	0.30	0.40	К 10...	-	-

**БЕТОН**

#	Назва	Клас б...	Rbn, T...	Rbnt, ...	Eb, т/(...	Вид бет...	Мар...	Тверді...	Експлу...	Коефіці...	SEY, ...	SEZ, ...
1		B25	1890.0	163.0	30600...	важкий	2000	природ...	звичай...	1.00	0.00	0.00

**АРМАТУРА**



#	Назва	RX П...	Rs, T...	Rsw, ...	RY П...	Rs, T...	Rsw, ...	RT П...	Rs, T...	Rsw, ...	S1, K...	S2, K...	Кое...	D ...	N, ...
1	A-III ...	375...	300...	A-III ...	375...	300...	A-II ...	285...	230...	1.00	1.00	1.00	32	1	

**Параметри розрахунку:**

- Назва: Колони
- Вид: Колона рядова
- Армування: Симетричне
- Система: Статично невизначена
- Розрахунки:
  - Ураховувати конструктивні вимоги
  - Виділяти кутові арматурні стрижні
  - Розташовувати бічну арматуру полиці
  - Ураховувати спільну дію зусиль
  - Враховувати багатоконтурність
  - Ураховувати поправки до п.3.52 Посібника до СП 52-101-2003
  - Ураховувати вогнестійкість
  - Нормативні характеристики матеріалів для особливого/аварійного сполучення
- Точність розрахунку, %: Попередн. 20, Основного 1
- % армування: MAX 10
- Діапазон коефіцієнтів несучої здатності: MIN 0.9, MAX 1.5
- Відстань до ц.в. арматури, см: a1 3, a2 3, a3 3
- Розрахунки по граничних станах II групи
  - Тріщина тривалого розкриття, мм: 0.3
  - Тріщина нетривалого розкриття, мм: 0.4
- Крок арматурних стрижнів, мм
- Діаметр арматурних стрижнів: 25
- Довжина елемента, Розрахункові довжини:
  - Довжина елемента: 0 м
  - Розрахункова довжина LY: 0.7
  - Коефіцієнт LZ: 0.7
- При Ly=Lz=0 ігнорується N<0.

Рис. 11.33. Діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій**

### Призначення матеріалів елементам схеми

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** встановіть прапорець **Матеріали** і натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- В діалоговому вікні з попередженням (рис. 11.34) натисніть на кнопку **ОК**.

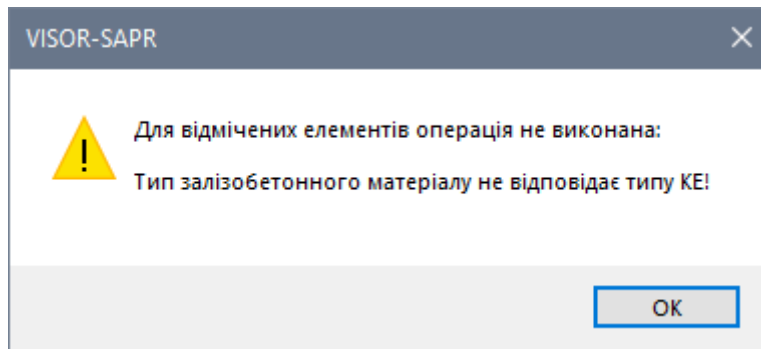






Рис. 11.34. Діалогове вікно VISOR-SAPR

- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій виділіть курсором рядок **2.Балка.Балки**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- В першому діалоговому вікні з попередженням, що з'явилося, натисніть на кнопку **ОК**, а в наступному діалоговому вікні з попередженням натисніть на кнопку **Ні**.
- Після цього в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій виділіть курсором рядок **1.Колона рядова.Колони**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи схеми.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.

### **Етап 25. Підбор арматури**

- Запуск задачі на підбор арматури проводиться після натискання на кнопку  - **Розрахунок арматури** (панель **Розрахунок** на вкладці **Залізобетон**).
- В діалоговому вікні **Розрахунок і конструювання залізобетонних елементів** (рис. 11.35) натисніть на кнопку **Підтвердити**.

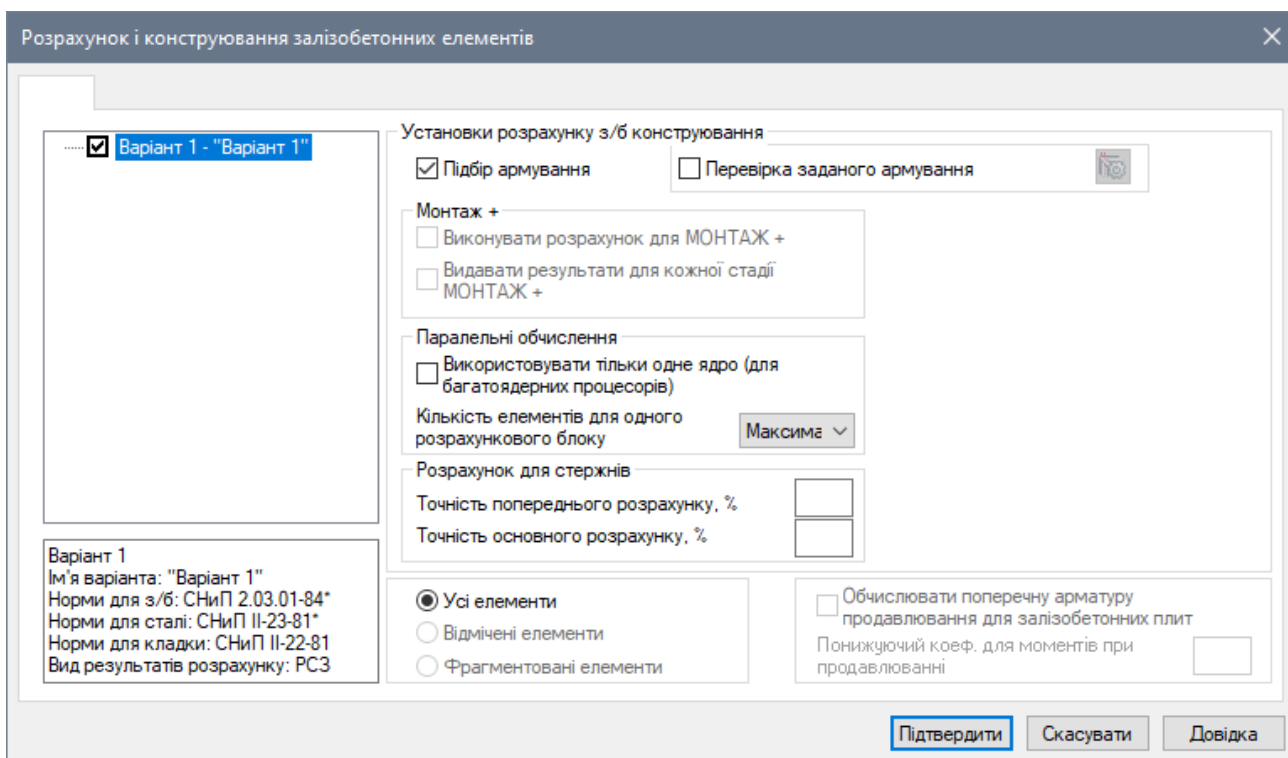










Рис. 11.35. Діалогове вікно **Розрахунок і конструювання залізобетонних елементів**




## Етап 26. Перегляд і аналіз результатів конструювання

### [Перегляд результатів армування](#)

- Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному з пластинчастих кінцевих елементів, натисніть на кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-який стержневий або пластинчатий елемент.
- В діалоговому вікні, що з'явилось, перейдіть на закладку **Інформація про підбрану арматуру** (в цьому вікні міститься повна інформація про вибраний елемент, в тому числі і з результатами підбору арматури).
- Закрийте діалогове вікно натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі X1, натисніть на кнопку  – **Нижня арматура в пластинах уздовж осі X1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі Y1, натисніть на кнопку  – **Нижня арматура в пластинах уздовж осі Y1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).
- Для встановлення режиму відображення симетричного армування в перерізах стержнів, виберіть команду  – **Симетричне армування** в розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі повздовжньої арматури в нижньому лівому куті перерізу стержня AU1, натисніть на кнопку  – **Кутова арматура AU1** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).

- Щоб подивитися мозаїку відображення площі повздовжньої арматури в нижньому лівому куті перерізу стержня AU2, натисніть на кнопку  – **Кутова арматура AU2** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Для встановлення режиму відображення несиметричного армування в перерізах стержнів, виберіть команду  – **Несиметричне армування** в розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).

Формування і перегляд таблиць результатів підбору арматури

- Відкрийте діалогове вікно **Таблиці**, вибрав команду  – **Таблиці результатів для ЗБ** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).
- В цьому вікні за умовчанням виділений рядок **Арматура в елементах**, а в полі **Арматура** включена радіо-кнопка **в стержнях**.
- Для створення таблиці результатів підбору арматури в стержневих елементах натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після аналіз закрийте таблицю натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

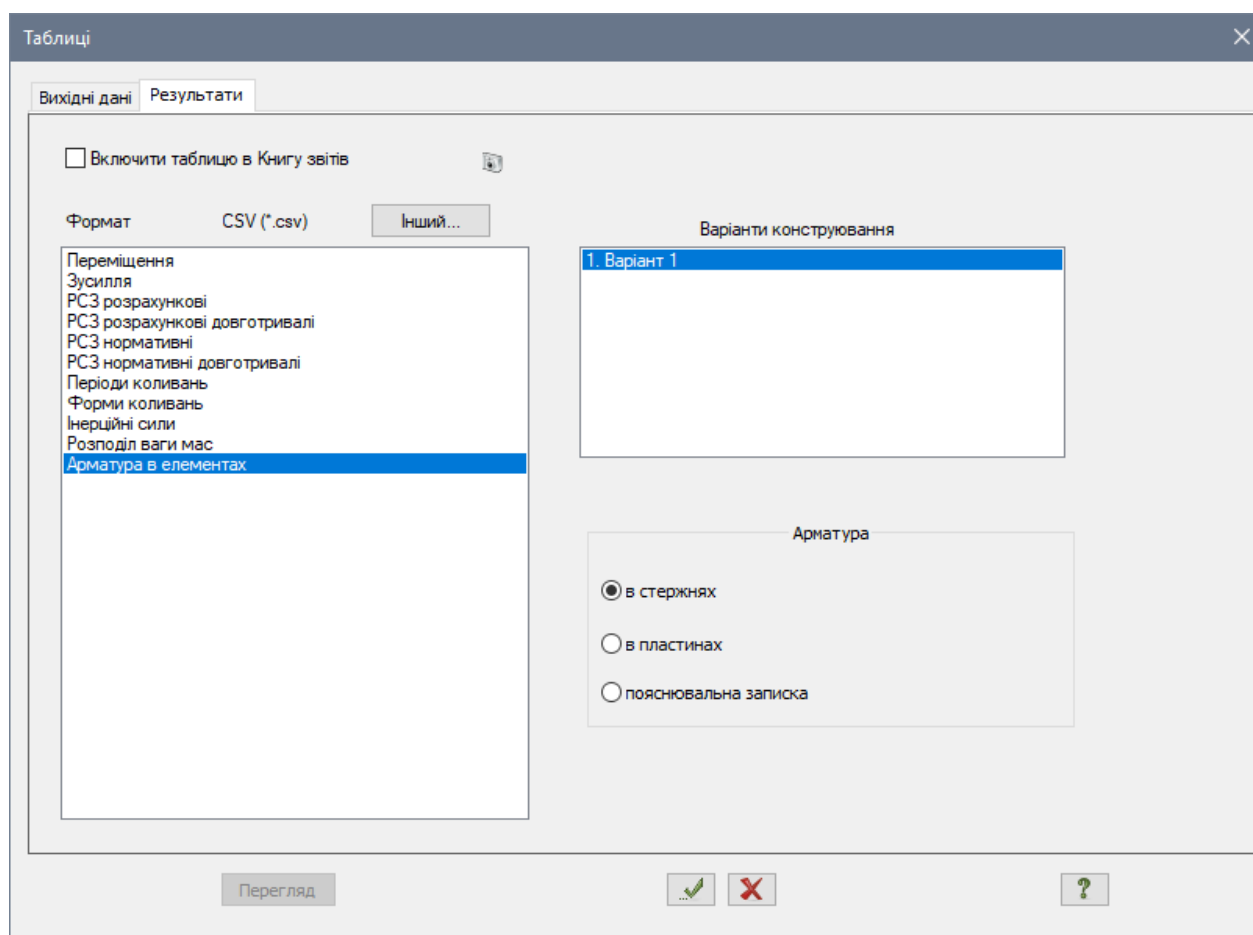


Рис. 11.36. Діалогове вікно **Таблиці**

## **Приклад 12. Розрахунок сталевого каркасу будівлі з підготовкою інформації для системи КМ-САПР**

### **Цілі та задачі:**

- провести статичний розрахунок просторової рами і провести розрахунок РСЗ;
- виконати підбір і перевірку сталевих перерізів елементів рами;
- показати процедуру розрахунку вузлів.

### **Вихідні дані:**

Схема рами та її закріплення показані на рис. 12.1.

Перерізи елементів:

- крайні та середні колони – двотавр № 35К1;
- балки повздовжні – двотавр № 30;
- балки поперечні – зварний двотавр;
- в'язі по колонах – два кутики 75 x 75 x 6.

Навантаження:

- завантаження 1 – навантаження від власної ваги елементів схеми
- завантаження 2 – рівномірне-розподілене навантаження на балки;
- завантаження 3 – вітрове навантаження вздовж осі X.

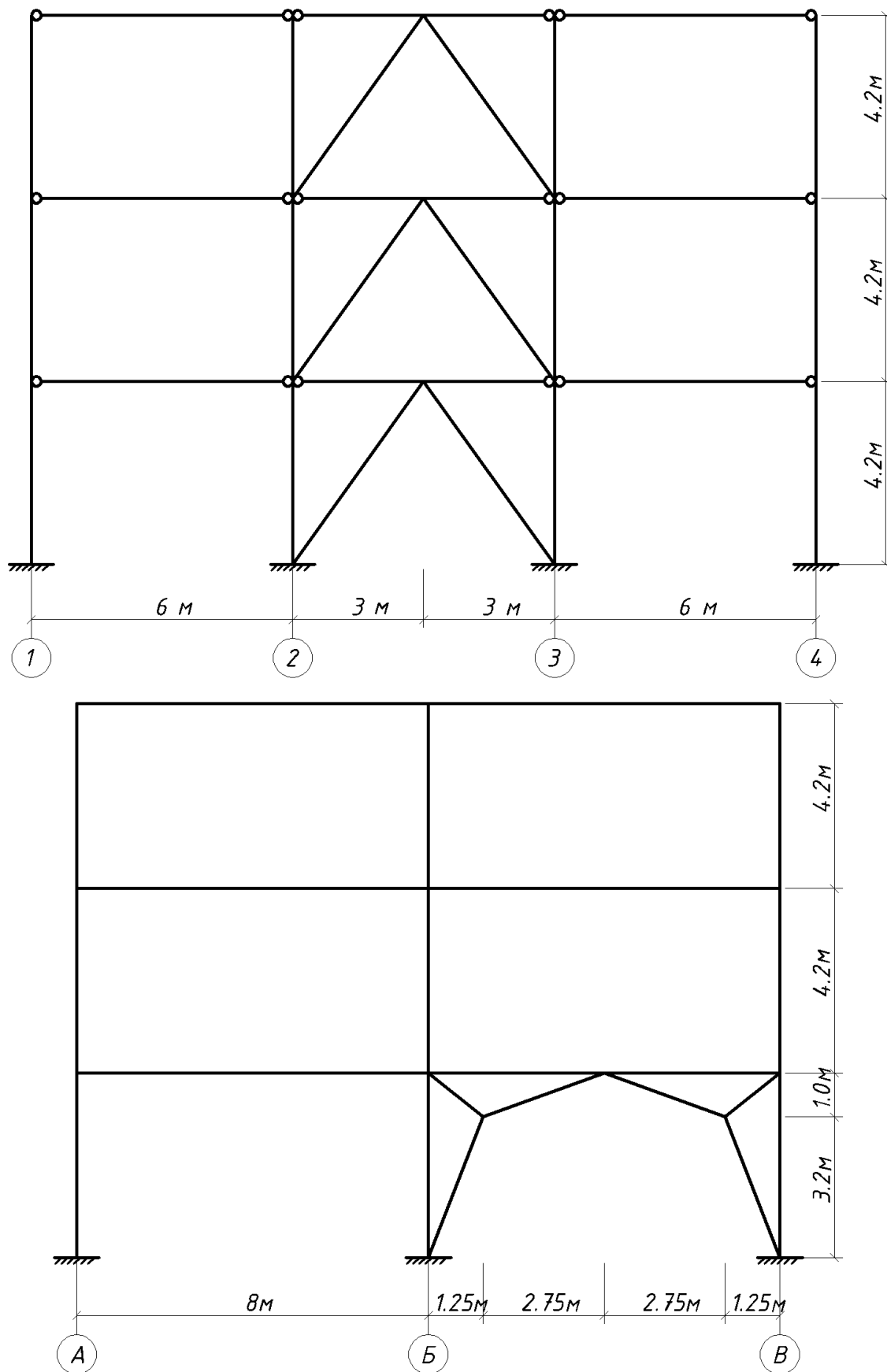




Рис. 12.1. Розрахункова схема поперечника будівлі

Для того щоб розпочати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:  
**Пуск** ⇒ **Програми (Всі програми)** ⇒ **LIRA SAPR** ⇒ **ЛІРА-САПР 2020** ⇒ **ЛІРА-САПР 2020**.

## Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 12.2) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **12\_3D каркас МК**;
  - в розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок 5 – Шість степенів вільності у вузлі.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

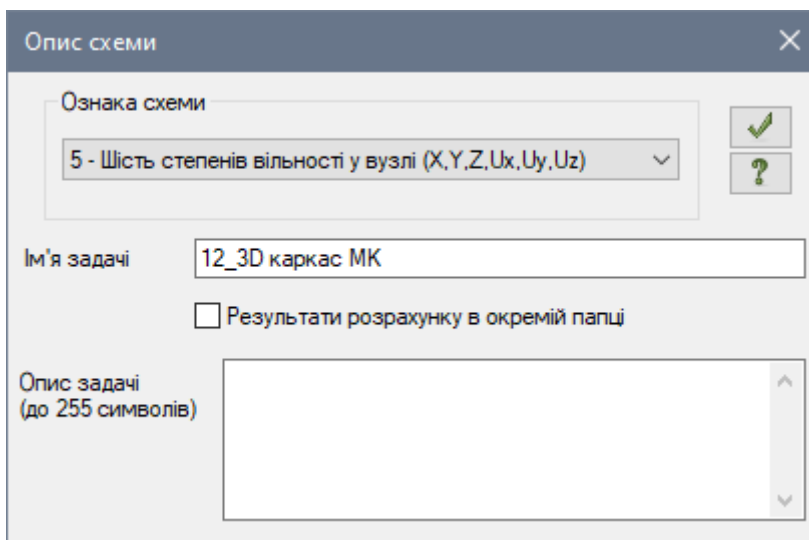




Рис. 12.2. Діалогове вікно **Опис схеми**



Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в


меню **Програми** в розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість степенів вільності у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкритому

списку **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість степенів вільності 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.

## Етап 2. Створення геометричної схеми

### Створення просторової рами

- Відкрийте діалогове вікно **Просторова рама** натиснувши на кнопку  – **Генерація просторових рам** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні спочатку зніміть прапорці **Створювати плити перекриття** і **розбивати стержні та Створити фундаментну плиту**.

➤ Після цього задайте наступні параметри просторової рами (рис. 12.3):

- Крок вздовж осі X: Крок вздовж осі Y: Крок вздовж осі Z:

L(м) N	L(м) N	L(м) N
8 2	6 3	4.2 3.

- В полі **Накладати закріплення** встановіть закріплення по всім напрямкам.

➤ Інші параметри приймаються за умовчанням.



➤ Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

Рис. 12.3. Діалогове вікно Просторова рама

### [Збереження інформації про розрахункову схему](#)

➤ Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт

**Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).

➤ У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:

- ім'я задачі – **12\_3D каркас МК**;
- папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка - **Data**).


➤ Натисніть на кнопку **Зберегти**.

### [Виведення на екран номерів вузлів та елементів](#)

➤ Натисніть на кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).

➤ В діалоговому вікні **Показати** (рис. 12.4) при активній закладці **Елементи** встановіть прапорці **Номери елементів**.



- Після цього перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

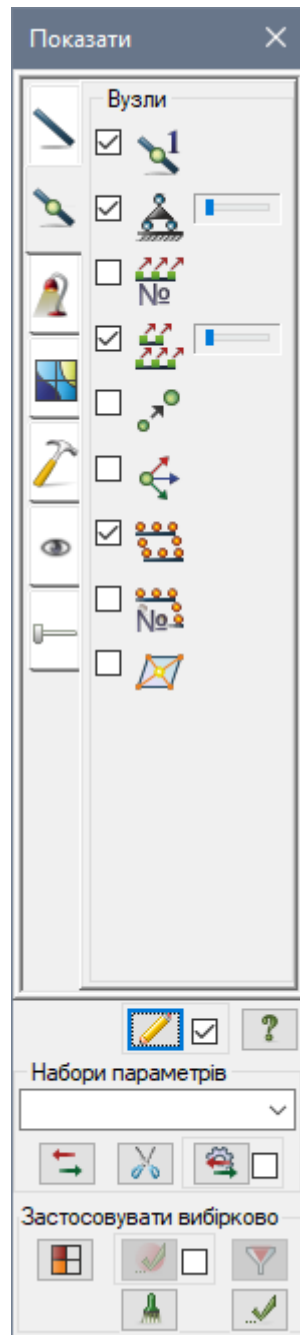




Рис. 12.4. Діалогове вікно Показати

#### Створення шарнірів у вузлах примикання балок до колон

- Натисніть на кнопку  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** відкрийте діалогове вікно **ПоліФільтр** (рис. 12.5).
- В цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**.
- Далі встановіть прапорець **За орієнтацією КЕ** і увімкніть радіо-кнопку **II Y**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

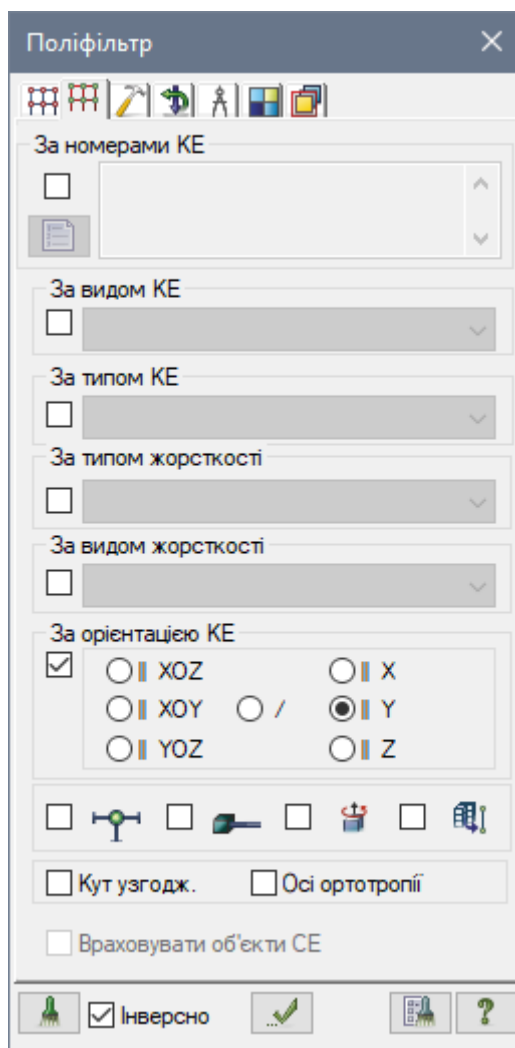




Рис. 12.5. Діалогове вікно Поліфільтр



Після виділення вузлів або елементів розрахункової схеми для стрічкового виду інтерфейсу виводяться контекстні вкладки стрічки. Кожна із контекстних вкладок містить операції, які відносяться до виділених об'єктів або вибраної команди. Контекстна вкладка закривається по завершенню роботи з командою або скасування вибору об'єктів. Контекстні вкладки, призначені для роботи з вузлами або елементами схеми, містять команди тільки по створенню і редагуванню схеми і не можуть бути викликані із вкладок **Аналіз**, **Розширений аналіз**, **Залізобетон**, **Сталь**.

- Натиснувши на кнопку  – **Шарніри** (панель **Редагування стержнів** на контекстній вкладці **Стержні**) відкрийте діалогове вікно **Шарніри** (рис. 12.6).
- В цьому вікні за допомогою встановлення відповідних прапорців вкажіть вузли і напрямки, за якими знімається жорсткість в'язі одного з кінців стержня з вузлом схеми:
  - 1-й вузол – **UY, UZ**;
  - 2-й вузол – **UY, UZ**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

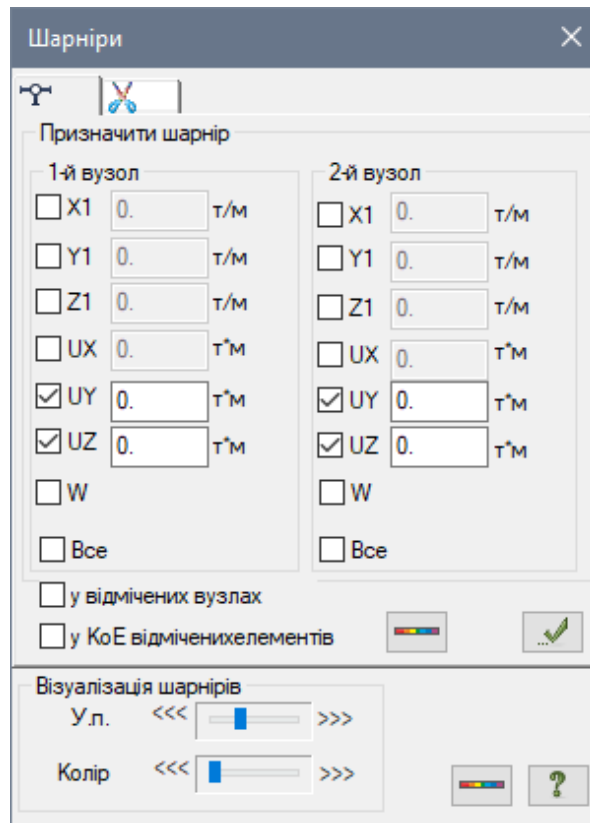





Рис. 12.6. Діалогове вікно Шарніри

- Закрийте діалогове вікно **Поліфільтр** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

Додавання в'язей по колонам між осями 2 і 3

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть елементів № 2, 8, 12, 13, 14, 41, 42, 43, 70, 71, 72 (виділені елементи забарвлюються в червоній колір).
- Відкрийте діалогове вікно **Додати елемент** на закладці **Розділити на N рівних частин** (рис. 12.7), вибрав команду  – **Розділити на N рівних частин** в розкритому списку **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В поле введення введіть значення **N = 2**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

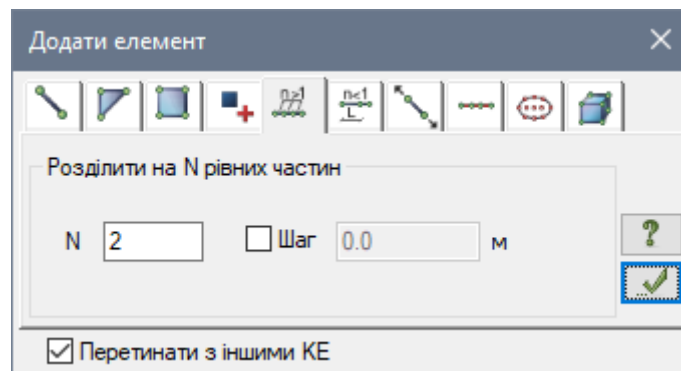




Рис. 12.7. Діалогове вікно Додати елемент

- Після цього в цьому самому вікні перейдіть на першу закладку **Додати стержень**.
- При встановлених прапорцях **Вказати вузли курсором** та **Враховувати проміжні вузли** для додавання елементів між вузлами № 7 і 51, 4 і 51, 19 і 54, 16 і 54, 31 і 57, 28 і 57 вкажіть послідовно курсором на ці пари вузлів (при цьому між ними протягається «резинова нитка»).

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть нові елементи № 110, 111, 112, 113, 114 і 115.
- Відкрийте діалогове вікно **Копіювання об'єктів** натиснувши на кнопку  – **Копіювання** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні перейдіть на другу закладку **Копіювання за одним вузлом** (рис. 12.8).

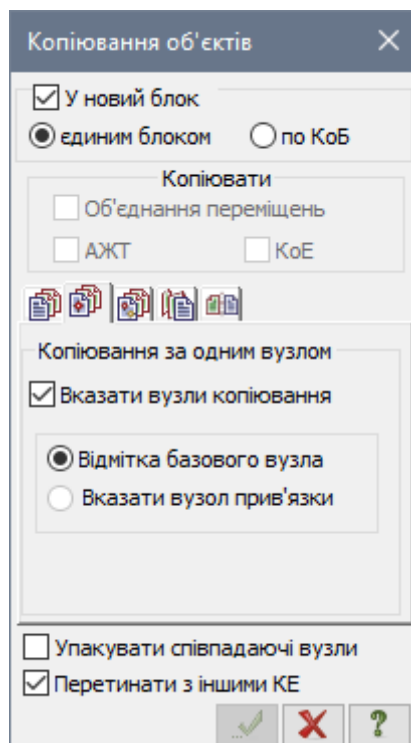




Рис. 12.8. Діалогове вікно **Копіювання об'єктів**

- Вкажіть курсором на розрахунковій схемі на вузол примикання в'язей до середини балки № 57 (вузол забарвлюється в малиновий колір і в діалоговому вікні **Копіювання об'єктів** автоматично вмикається радіо-кнопка **Вказати вузол прив'язки**).
- Після цього вкажіть курсором (натиснувши лівою кнопкою миші) в ті вузли, куди необхідно скопіювати фрагмент – вузли № 58 і 59.

#### Упаковка схеми

- Натиснувши на кнопку  – **Упаковка схеми** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Упаковка** (рис. 12.9).
- В цьому вікні натисніть на кнопку  – **Застосувати** (упаковка схеми проводиться для зшивання співпадаючих вузлів та елементів, а також для безповоротного виключення з розрахункової схеми видалених вузлів і елементів).

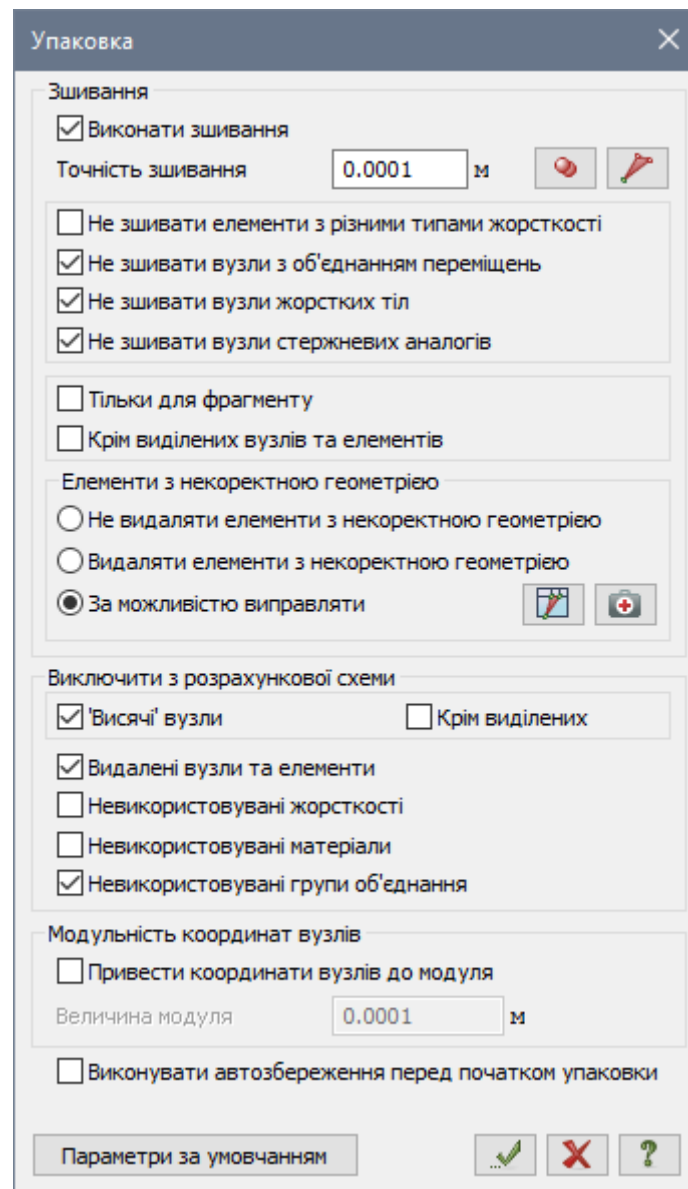




Рис. 12.9. Діалогове вікно Упаковка

Додавання в'язей по колонам між осями Б і В

- Відкрийте діалогове вікно **Додати вузол** натиснувши на кнопку  – **Додати вузол** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте наступні координати вузла (рис. 12.10):
  - **X(м) Y(м) Z(м)**  
9.25 0 3.2.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

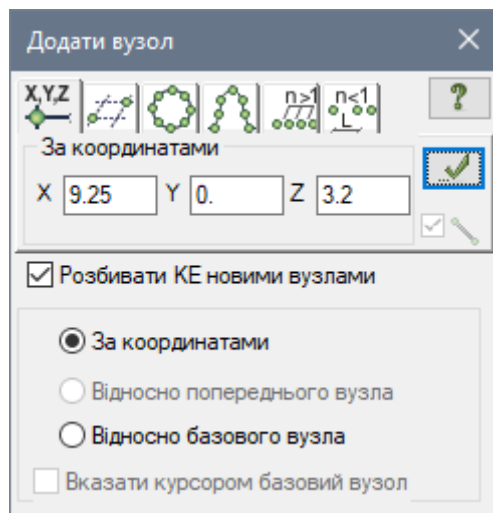









Рис. 12.10. Діалогове вікно Додати вузол

- Потім введіть нові координати вузла:
  - **X(м) Y(м) Z(м)**  
14.75 0 3.2.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Відкрийте діалогове вікно **Додати елемент** на закладці **Додати стержень**, вибрав команду **Додати стержень** в розкритому списку **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- При встановлених прапорцях **Вказати вузли курсором** і **Враховувати проміжні вузли** для додавання елементів між вузлами № 2 і 60, 14 і 60, 49 і 60, 49 і 61, 15 і 61, 3 і 61, вкажіть послідовно курсором на ці пари вузлів (при цьому між ними протягається «резинова нитка»).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть нові елементи № 117-122.
- Відкрийте діалогове вікно **Копіювання об'єктів** натиснувши на кнопку  – **Копіювання** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому вікні перейдіть на другу закладку **Копіювання за одним вузлом**.
- Вкажіть курсором на розрахунковій схемі на вузол примикання в'язей до середини балки № 49 (вузол забарвлюється в малиновий колір і в діалоговому вікні **Копіювання об'єктів** автоматично вмикається радіо-кнопка **Вказати вузол прив'язки**).
- Після цього вкажіть курсором (натиснувши лівою кнопкою миші) в той вузол, куди необхідно скопіювати фрагмент – вузол № 50.
- Знову упакуйте схему способом, який був описаний вище.

### Етап 3. Задання варіантів конструювання

- Відкрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 12.11) натиснувши на кнопку  – **Варіанти конструювання** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання:
  - в списку **Розрахунок перерізів по:** увімкніть радіо-кнопку **PC3**;
  - для вибору таблиці PC3 натисніть на кнопку  – **Додати/Редагувати таблицю PC3**;

- в діалоговому вікні **Розрахункові сполучення зусиль**, що з'явилося, натисніть на кнопку  – **Підтвердити**;
  - інші параметри діалогового вікна **Варіанти конструювання** приймаються за умовчанням.
- Після цього в діалоговому вікні **Варіанти конструювання** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

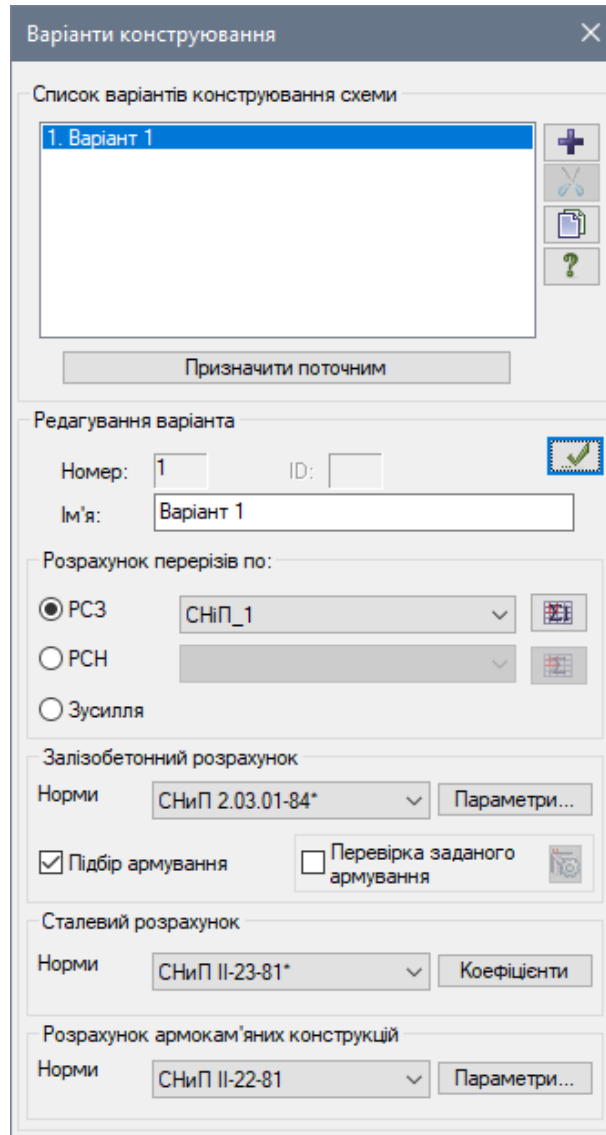



Рис. 12.11. Діалогове вікно **Варіанти конструювання**

- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

#### Етап 4. Задання жорсткісних характеристик і параметрів матеріалів елементам схеми

##### Формування типів жорсткості

- Натиснувши на кнопку  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 12.12,а).
- В цьому вікні натисніть на кнопку **Додати** і у вікні **Додати жорсткість** (бібліотеці жорсткісних характеристик), що з'явилося, перейдіть на другу закладку **База металевих перерізів** (рис. 12.12,б).
- Подвійним натисканням миші по елементу графічного списку виберіть тип перерізу **Двотавр**.

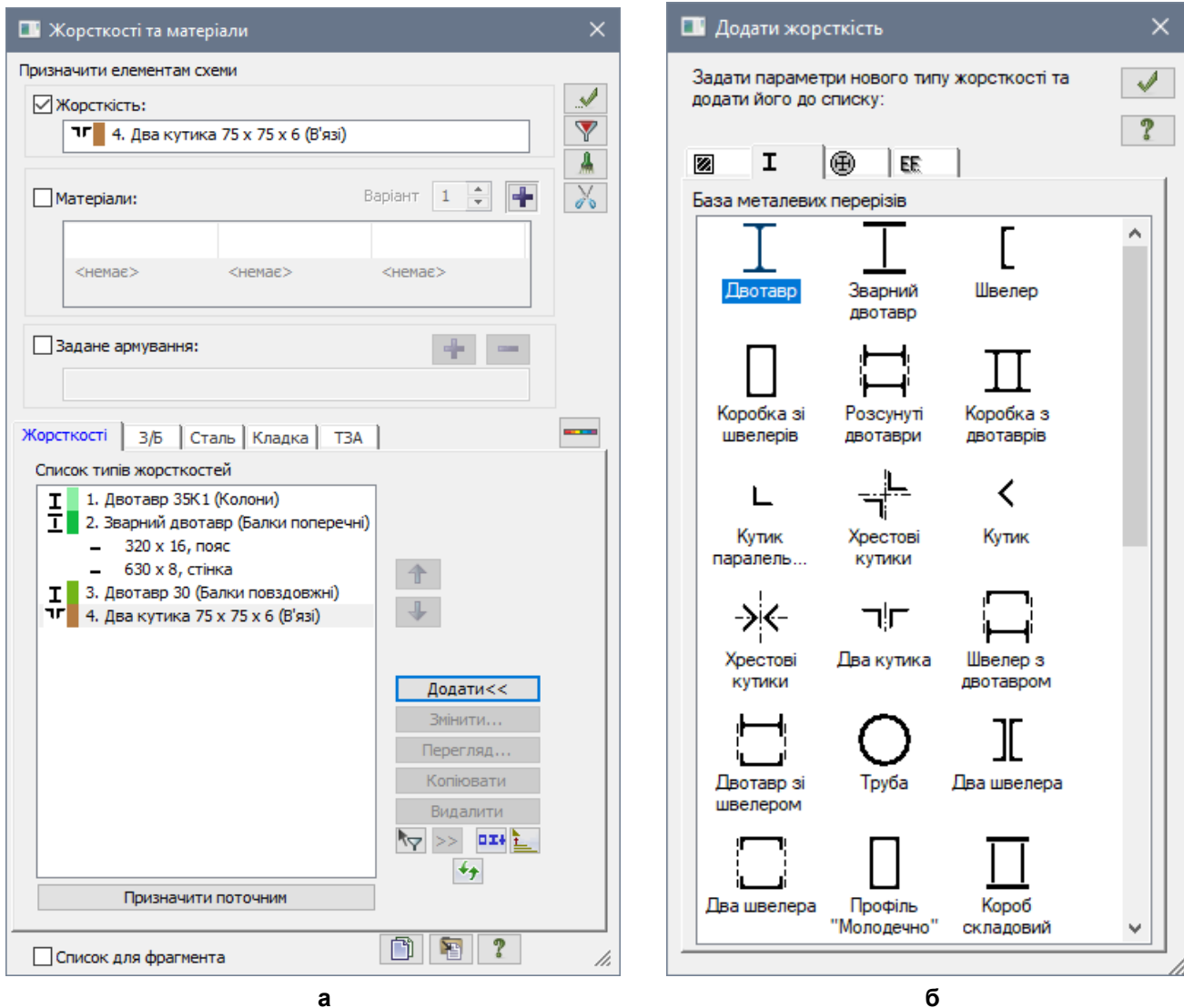


Рис. 12.12. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість

- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** (рис. 12.13) задайте параметри перерізу **Двотавр**:
  - в розкритивному списку – **Профіль** спочатку виберіть позицію – **Двотаври сталеві гарячекатані з паралельними гранями полиць. Тип К - Колонні двотаври**;
  - Після цього в наступному списку виберіть рядок профілю – **35К1**;
  - в рядку **Коментар** введіть **Колони**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.



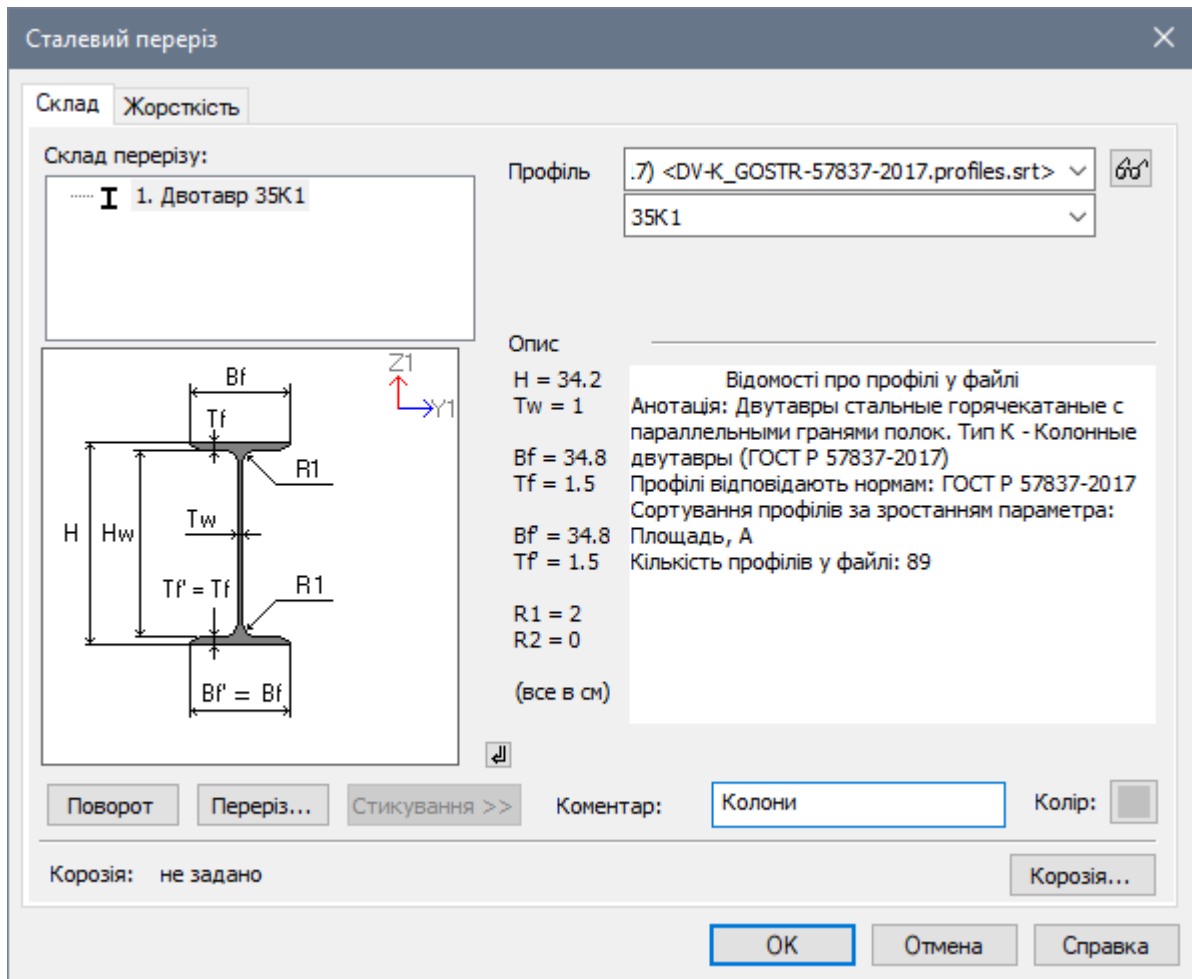


Рис. 12.13. Діалогове вікно Сталевий переріз

- В діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Зварний двотавр**.
- В новому вікні **Сталевий переріз** для полиць перерізу **Зварний двотавр** задайте:
  - в списку компонентів перерізу **Склад перерізу** виділіть рядок **пояс**;
  - в розкритому списку – **Профіль** спочатку виберіть позицію – **Прокат листовий гарячекатаний товщиною 2.5...25 мм**;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профілю – **320 x 16**.
- Для стінки перерізу **Зварний двотавр** задайте:
  - в списку компонентів перерізу **Склад перерізу** виділіть рядок **стінка**;
  - в розкритому списку – **Профіль** спочатку виберіть позицію – **Прокат листовий гарячекатаний товщиною 2.5...25 мм**;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профілю – **630 x 8**;
  - в рядку **Коментар** введіть **Балки поперечні**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.
  
- В діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Двотавр**.
- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** задайте параметри перерізу **Двотавр**:
  - Профіль – **Двотаври сталеві гарячекатані з ухилом внутрішніх граней полиць**;
  - Рядок профілю – **30**;
  - в рядку **Коментар** введіть **Балки повздовжні**.
- Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.

- В діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Два кутика**.
- В діалоговому вікні **Сталевий переріз** задайте параметри перерізу **Два кутика**:
  - Профіль – **Куточок рівнополочний**;
  - Рядок профілю – **75 x 75 x 6**;
  - в рядку **Коментар** введіть **В'язі**.
- Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.

#### Задання матеріалів для сталевих конструкцій

- Для задання матеріалів для сталевих конструкцій, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на третю закладку **Сталь (Задання параметрів для сталевих конструкцій)**.
- Далі увімкніть радіо-кнопку **Матеріал** і натисніть на кнопку **Додати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Параметри** (рис. 12.14), в якому задайте наступні параметри матеріалів для прокатних профілів:
  - в розкритому списку **Таблиця сталей** виберіть рядок **Сталі по СНиП II-23-81\*, фасон**;
  - в розкритому списку **Сталь** виберіть клас сталі **C235**;
  - в рядку **Коментар** введіть **Прокат**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

Номер	1
Коментар	Прокат
Набір параметрів	Точна відповідність
<b>Переріз</b>	
Таблиця сталей	Сталі по СНиП II-23-81*, фасон <...
Сталь	C235
Скорочений сортамент	Ні
<b>Коментар</b> Довільний текст, що характеризує цей набір матеріалів, що присвоюються елементам розрахункової схеми	

Рис. 12.14. Діалогове вікно **Параметри**

- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** увімкніть радіо-кнопку **Додаткові характеристики** і натисніть на кнопку **Додати**.
- В новому вікні **Параметри** (рис. 12.15) задайте параметри для колон:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Колона**;
  - в полі **Розрахункові довжини** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнти довжини відносно осі Z1 **Kz = 1**;
  - коефіцієнт довжини відносно осі Y1 **Ky = 1**;
  - коефіцієнт довжини для розрахунку Фб **Kb = 0.85**;
  - в рядку **Коментар** введіть **Колони**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.

Параметри	
Норми проектування	СНиП II-23-81*
Номер	1
Коментар	Колони
<b>Тип елемента</b>	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input checked="" type="radio"/>
Балка	<input type="radio"/>
<b>Коефіцієнти умов роботи та надійності</b>	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Уп*	1
<b>Гранична гнучкість</b>	
основна колона	<input checked="" type="radio"/>
неосновна колона	<input type="radio"/>
інша	<input type="radio"/>
На стиск	180-60a
На розтяг	300
<b>Розрахунок здійснюється</b>	
в межах пружності	<input checked="" type="radio"/>
з урахуванням пластичності	<input type="radio"/>
<b>Розрахункові довжини</b>	
Kz	1
Ky	1
Kb	0.85
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Коментар</b> Довільний текст, що характеризує цей набір додаткових характеристик	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Скасувати"/>	

Рис. 12.15. Діалогове вікно Параметри (для колон)

- Ще раз натисніть на кнопку **Додати** в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**.
- У вікні **Параметри** (рис. 12.16) задайте параметри для повздовжніх балок:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Балка**;
  - в полі **Дані для розрахунку на загальну стійкість** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини балки для перевірки загальної стійкості **Kb = 0.25**;
  - в розкривному списку **Розкріплення стиснутого поясу** виберіть рядок **два і більше, ділять проліт на рівні частини**;
  - в полі **Розрахунок за прогином** задайте максимально допустимий прогин – **1/250**;
  - в рядку **Коментар** введіть **Балки повздовжні**;
  - все інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **OK**.

Параметри	
Норми проектування	СНІП ІІ-23-81*
Номер	2
Коментар	Балки повздовжні
<b>Тип елемента</b>	
Фермовий	<input type="radio"/>
Колона	<input type="radio"/>
Балка	<input checked="" type="radio"/>
<b>Коефіцієнти умов роботи та надійності</b>	
Ус стійкості	0.95
Ус міцності	1
Уп*	1
<b>Розрахунок здійснюється</b>	
в межах пружності	<input checked="" type="radio"/>
з урахуванням пластичності	<input type="radio"/>
Чистий згин	<input type="checkbox"/>
<b>Ребра жорсткості</b>	
встановлювати ребра	<input type="checkbox"/>
крок ребер, м	0
<b>Розрахунок за прогином</b>	
Довжина прольоту L, м	Авто
Максимально допустимий прогин	1/250
Консоль	<input type="checkbox"/>
<b>Дані для розрахунку на загальну стійкість</b>	
Кб	0.25
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>
Консоль	<input type="checkbox"/>
Балка з однією віссю симетрії	<input type="checkbox"/>
Розкріплення стиснутого пояса	два і більше, ділять проліт на рівні частини
<b>Коментар</b>	
Довільний текст, що характеризує цей набір додаткових характеристик	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Скасувати"/>	

Рис. 12.16. Діалогове вікно **Параметри** (для повздовжніх балок)

- Ще раз натисніть на кнопку **Додати** в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**.
- У вікні **Параметри** (рис. 12.17) задайте параметри для в'язей:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Фермовий**;
  - в полі **Розрахункові довжини** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини відносно осі Z1  $K_z = 1$ ;
  - коефіцієнт довжини відносно осі Y1  $K_y = 1$ ;
  - в полі **Гранична гнучкість** увімкніть радіо-кнопку **неопірний елемент решітки ферми**;
  - в рядку **Коментар** введіть **В'язі**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **OK**.

Норми проектування	СНІП II-23-81*
Номер	3
Коментар	В'язі
<b>Тип елемента</b>	
Фермовий	<input checked="" type="radio"/>
Колона	<input type="radio"/>
Балка	<input type="radio"/>
<b>Коефіцієнти умов роботи та надійності</b>	
Ус стійкості	1
Ус міцності	1
Уп*	1
Додатковий Ус=0.8	<input type="checkbox"/>
<b>Гранична гнучкість</b>	
елемент поясу або опорний розкіс ферми	<input type="radio"/>
неопірний елемент решітки ферми	<input checked="" type="radio"/>
одиначний елемент структурної конструкції на болтах	<input type="radio"/>
інший	<input type="radio"/>
На стиск	210-60a
На розтяг	300
<b>Розрахункові довжини</b>	
Kz	1
Ky	1
використовувати коефіцієнти довжини	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Коментар</b> Довільний текст, що характеризує цей набір додаткових характеристик	

Рис. 12.17. Діалогове вікно Параметри (для в'язей)

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на першу закладку **Жорсткості** і в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткостей **2. Зварний двотавр** і натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип записується в рядку редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточний тип жорсткості подвійним натисканням по рядку списку).
- Після цього перейдіть на третю закладку **Сталь (Задання параметрів для сталевих конструкцій)** і при увімкненій радіо-кнопці **Додаткові характеристики** натисніть на кнопку **Додати**.
- У вікні **Параметри** задайте параметри для поперечних балок:
  - в полі **Тип елемента** увімкніть радіо-кнопку **Балка**;
  - в полі **Дані для розрахунку на загальну стійкість** встановіть прапорець **використовувати коефіцієнти довжини**;
  - задайте коефіцієнт довжини балки для перевірки загальної стійкості **Kb = 0.25**;
  - в розкривному списку **Розкріплення стиснутого поясу** виберіть рядок **два і більше, ділять проліт на рівні частини**;
  - в полі **Розрахунок за прогином** задайте максимально допустимий прогин – **1/250**;
  - в полі **Ребра жорсткості** встановіть прапорець **встановлювати ребра** і задайте крок ребер **1 м**;
  - в рядку **Коментар** введіть **Балки поперечні**;

- всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** увімкніть радіо-кнопку **Матеріал** і натисніть на кнопку **Додати**.
- У вікні **Параметри** (рис. 12.18) задайте параметри матеріалів для поперечних балок:
  - в полі **Переріз** в розкритому списку **Сталь** виберіть рядок **як у пояса**;
  - в полі **Пояс** в розкритому списку **Таблиця сталей** виберіть рядок **Стали по СНІП ІІ-23-81\*, лист**, а потім в розкритому списку **Сталь** виберіть клас сталі **С235**;
  - в полі **Стінка** в розкритому списку **Таблиця сталей** виберіть рядок **Стали по СНІП ІІ-23-81\*, лист**, а потім в розкритому списку **Сталь** виберіть клас сталі **С235**;
  - в рядку **Коментар** введіть **Балки поперечні**.
- Для введення даних натисніть на кнопку **ОК**.




Номер	2
Коментар	Балки поперечні
Набір параметрів	Точна відповідність
<b>Переріз</b>	
Сталь	як у пояса
<b>Пояс</b>	
Таблиця сталей	Stali po SNIP II-23-81*, list .
Сталь	S235
Скорочений сортамент	Hi
<b>Стінка</b>	
Таблиця сталей	Stali po SNIP II-23-81*, list ...
Сталь	S235
Скорочений сортамент	Hi

**Таблиця сталей**  
Ім'я файла сортаменту, що містить таблицю фізико-механічних властивостей матеріалу профілю








OK      Скасувати

Рис. 12.18. Діалогове вікно **Параметри**




#### [Призначення жорсткостей та матеріалів елементам схеми](#)

- Натиснувши на кнопку  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** відкрийте діалогове вікно **ПоліФільтр**.
- В цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**.
- Далі встановіть прапорець **За орієнтацією KE** і увімкніть радіо-кнопку **|| X**.
- Натисніть на кнопку  – **Застусувати**.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити** (при цьому в списку поточного типу жорсткості має бути встановлена жорсткість – **2. Зварний двотавр**; а в списку

поточних матеріалів мають бути встановлені в якості поточних: матеріал – **2. Балки поперечні**, додаткові характеристики – **4. Балки поперечні**).

- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть на кнопку **Ні** (з елементів знімається виділення. Це свідчення того, що виділеним елементам призначена поточна комбінація жорсткості та матеріалу).
- В діалоговому вікні **Поліфільтр** увімкніть радіо-кнопку **|| Y**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку матеріалів для сталевих конструкцій виділіть курсором рядок **1. Прокат**.
- Натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип матеріалів записується в рядку редагування **Матеріали** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточний тип матеріалів подвійним натисканням по рядку списку).
- Далі увімкніть радіо-кнопку **Додаткові характеристики**, виділіть курсором рядок **2. Балки повздожні** і натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Після цього в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** перейдіть на першу закладку **Жорсткості**, в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **3. Двотавр 30** і натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть на кнопку **Ні**.
- В діалоговому вікні **Поліфільтр** увімкніть радіо-кнопку **/** (для похилих елементів).
- Натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- Після цього в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткостей **4. Два кутика 75 x 75 x 6** і натисніть на кнопку **Призначити поточним**.
- Далі в цьому самому вікні перейдіть на третю закладку **Сталь (Задання параметрів для сталевих конструкцій)** і призначте поточними **Додаткові характеристики** для сталевих конструкцій **3. В'язі**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою «рамки вибору» виділіть всі вертикальні елементи.
- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** призначте поточними **Додаткові характеристики** для сталевих конструкцій **1. Колони** і тип жорсткості **1. Двотавр 35К1**.
- Потім в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Призначити**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вертикальних стержневих елементів.

#### Етап 5. Зміна типу скінченних елементів для елементів в'язей

- В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** зніміть прапорець **Матеріали** в полі **Призначити елементам схеми** і призначити поточним тип жорсткості **4. Два кутика 75 x 75 x 6**.
- В цьому самому діалоговому вікні для виділення елементів з даним типів жорсткості натисніть на кнопку  – **Відмітити на схемі**.
- Натисніть на кнопку  – **Зміна типу КЕ** (панель **Схема** на вкладці **Розширене редагування**) відкрийте діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента** (рис. 12.19).
- В цьому вікні в списку типів скінченних елементів виділіть рядок **Тип 4 – КЕ просторової ферми**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

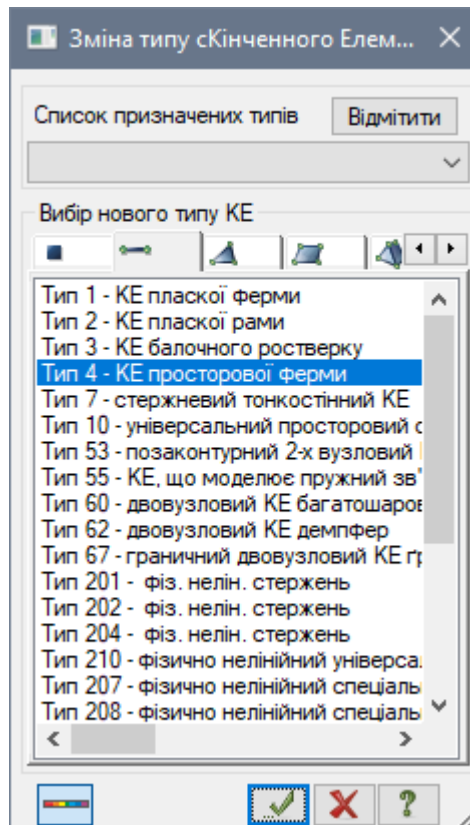




Рис. 12.19. Діалогове вікно **Змін типу скінченного елемента**

## Етап 6. Задання навантажень

### Формування завантаження № 1

- Натиснувши на кнопку  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 12.20).
- В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **усі**, в полі **Коеф. Надійності за навантаженням** задайте коефіцієнт рівний **1.05** (так як в системі **PC-САПР** погоня вага елементів задана нормативною, то її треба перетворити в розрахункову).
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати** (всім елементам конструкції автоматично призначається рівномірно-розподілене навантаження, рівна погонній вазі елементів).



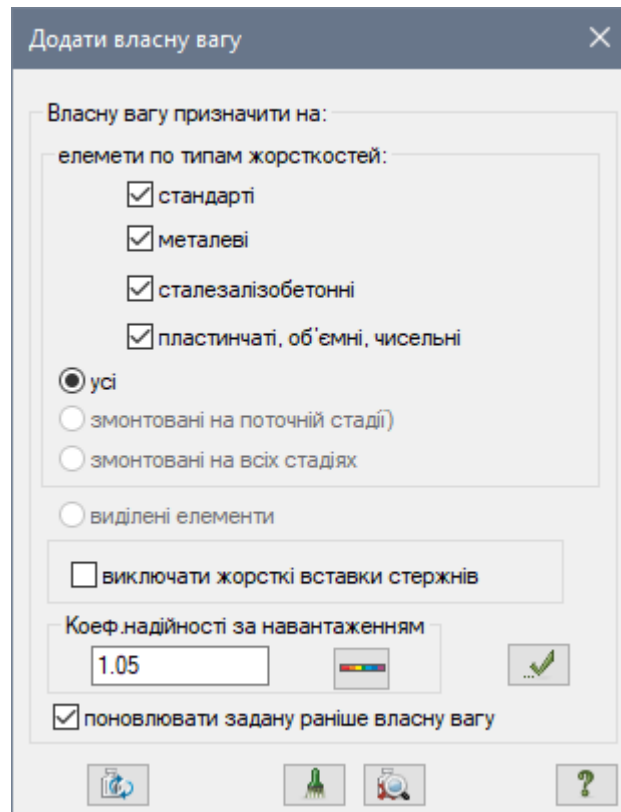






Рис. 12.20. Діалогове вікно **Додати власну вагу**

### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Перейдіть в проекцію на площину XOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть елементи центрального ряду колон розтягування «рамки вибору» зліва направо.
- Після цього відкрийте діалогове вікно **Задання навантажень** на закладці **Навантаження на стержні** (рис. 12.21), вибрав команду  – **Навантаження на стержні** в розкритому 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**.

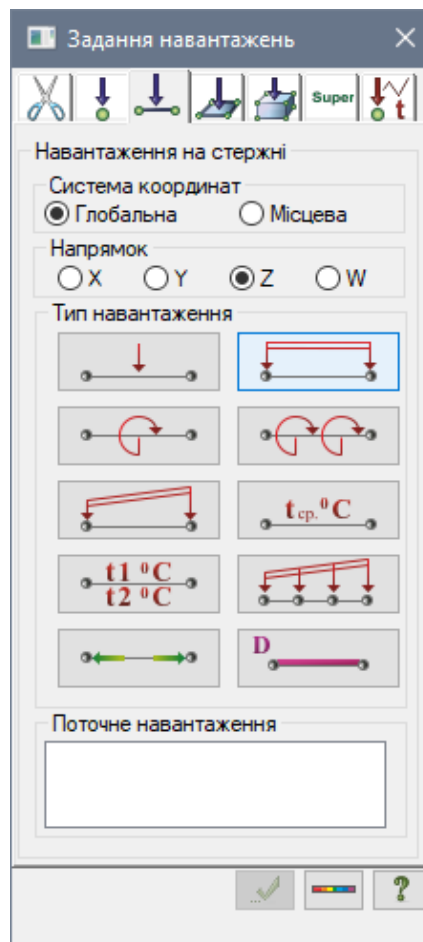



Рис. 12.21. Діалогове вікно **Задання навантажень**

- Натиснувши на кнопку **рівномірно-розподіленого навантаження** відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.9$  т/м (рис. 12.22).
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

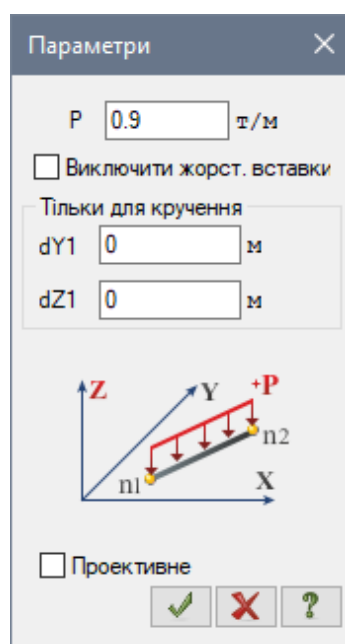









Рис. 12.22. Діалогове вікно **Параметри**

- Виділіть елементи крайніх рядів колон розтягуванням «рамки вибору» зліва направо.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку рівномірно-розподіленого навантаження ще раз відкрийте діалогове вікно **Параметри**.
- В цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.45$  т/м.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Перейдіть в проекцію на площину YOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на YOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- По черзі виділіть елементи середніх рядів колон розтягуванням «рамки вибору» зліва направо.
- Задайте на ці елементи рівномірно-розподілене навантаження інтенсивністю  $p = 1.44$  т/м.
- Після цього виділіть елементи крайніх рядів колон розтягуванням «рамки вибору» зліва направо.
- Задайте на ці елементи рівномірно розподілене навантаження інтенсивністю  $p = 0.72$  т/м.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення горизонтальних стержневих елементів.

### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натиснувши на кнопку  – **Наступне завантаження** в рядку стану.
- Перейдіть в проекцію на площину XOZ натиснувши на кнопку  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою «рамки вибору» виділіть елементи лівого ряду колон.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** для зміни напрямку увімкніть радіо-кнопку **X**.
- Натиснувши на кнопку трапецієвидного навантаження на групу стержнів відкрийте діалогове вікно **Нерівномірне навантаження**.
- В цьому вікні задайте наступні параметри навантаження (рис. 12.23):
  - увімкніть радіо-кнопку напрямку зміни величини навантаження – **Уздовж осі Z**;
  - значення навантаження в початку його прикладення  $p1 = -0.065$  т/м;
  - значення навантаження в кінці його прикладення  $p2 = -0.1$  т/м.
  - зніміть прапорець **Об'єднати в блок**.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

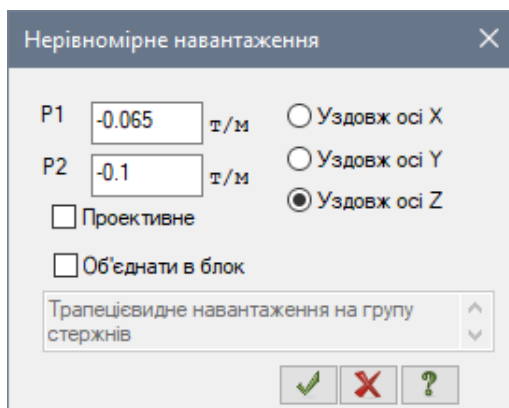









Рис. 12.23. Діалогове вікно **Нерівномірне навантаження**

- За допомогою «рамки вибору» виділіть елементи правого ряду колон.
- В діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку трапецієвидного навантаження на групу стержнів відкрийте діалогове вікно **Нерівномірне навантаження**.

- В цьому вікні задайте наступні параметри навантаження:
  - Увімкніть радіо-кнопку напрямку зміни величини навантаження – **Уздовж осі Z**;
  - значення навантаження в початку його прикладення **p1 = -0.05 т/м**;
  - значення навантаження в кінці його прикладення **p2 = -0.075 т/м**.
  - зніміть прапорець **Об'єднати в блок**.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вертикальних стержневих елементів.
- Перейдіть в симетричну проекцію представлення розрахункової схеми натиснувши на кнопку  – **Диметрична проекція** на панелі інструментів **Проекція**.

Задання розширеної інформації про завантаження

- Відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 12.24) натиснувши на кнопку  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- В цьому діалоговому вікні в списку завантажень виділіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Далі в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після цього в списку завантажень виділіть рядок відповідний другому завантаженню, а потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Тимчасове трив. / Тривале** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Далі в списку завантажень виділіть рядок відповідний третьому завантаженню, а потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть в розкритому списку **Вид** рядок **Миттєве** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

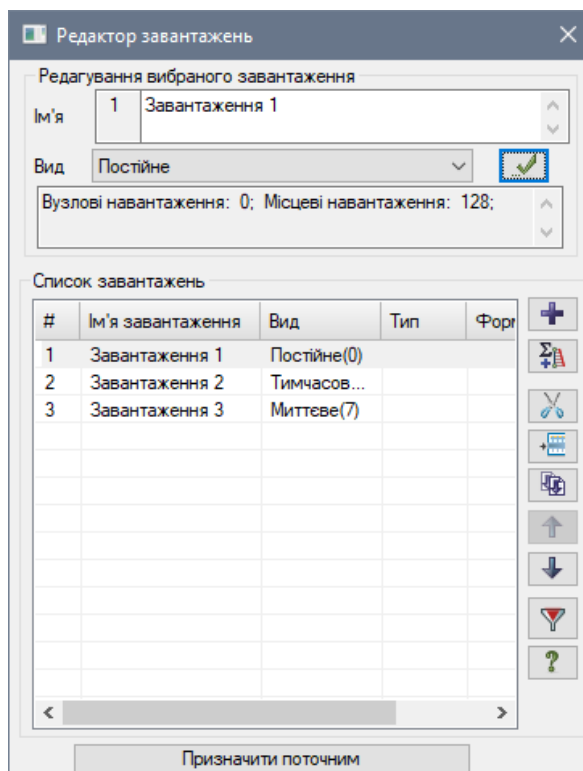




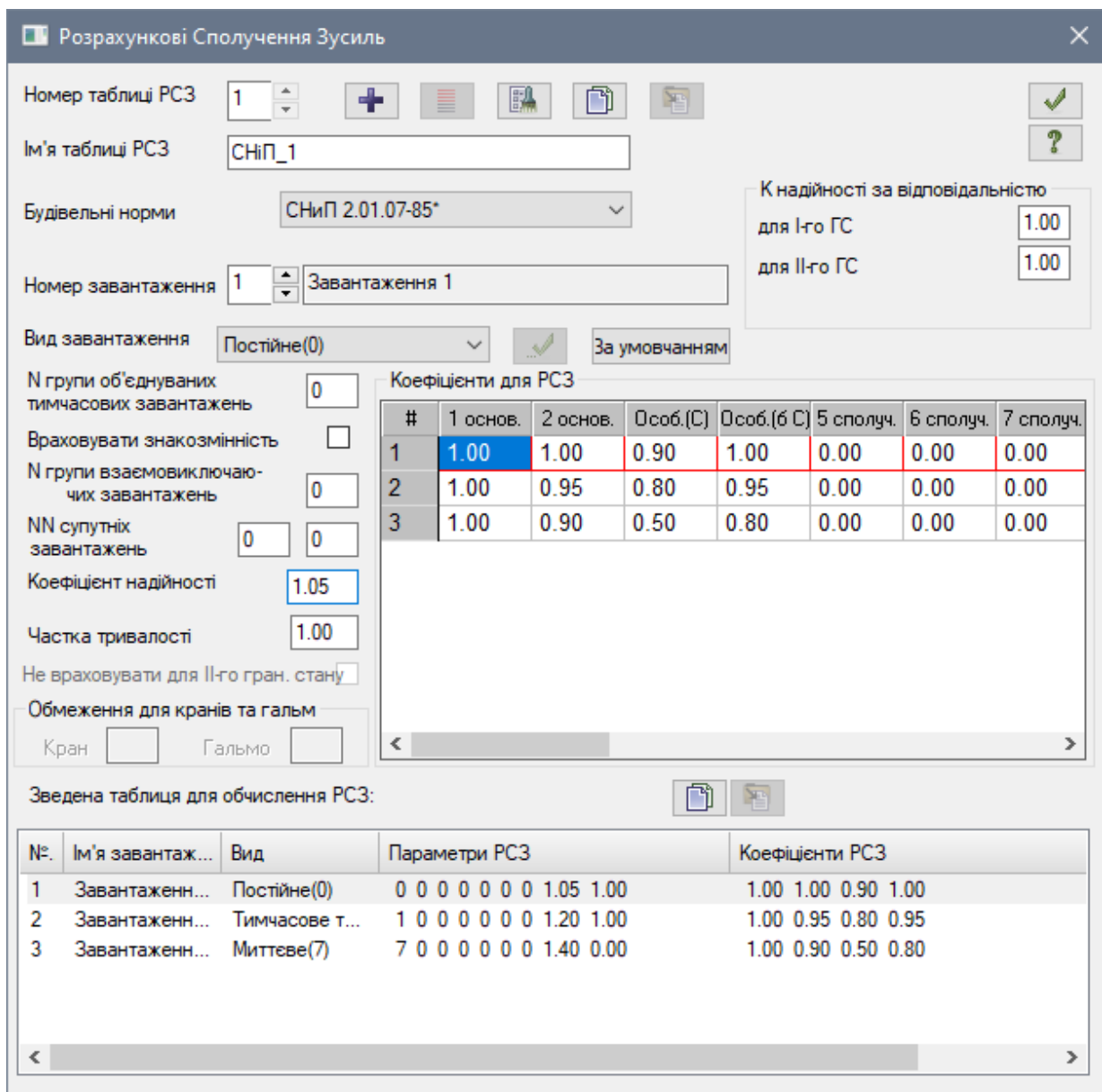


Рис. 12.24. Діалогове вікно **Редактор завантажень**

- Закрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

### Етап 7. Генерація таблиці РСЗ

- Натиснувши на кнопку  – **Таблиця РСЗ** (панель РСЗ на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль** (рис. 12.25).
- В цьому вікні, для формування таблиці РСЗ зі значеннями прийнятими за умовчанням для кожного завантаження, натисніть на кнопку  – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням**.
- Далі при вибраних будівельних нормах **СНИП 2.01.07-85\*** задайте наступні дані:
  - в зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідне 1-му завантаженню. Потім в текстовому полі **Коефіцієнт надійності** задайте величину **1.05** і після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Для закінчення формування таблиці РСЗ, Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.



Розрахункові Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ: 1

Ім'я таблиці РСЗ: СНіП\_1

Будівельні норми: СНіП 2.01.07-85\*

К надійності за відповідальністю:  
 для I-го ГС: 1.00  
 для II-го ГС: 1.00

Номер завантаження: 1 (Завантаження 1)

Вид завантаження: Постійне(0) (За умовчанням)

Коефіцієнти для РСЗ

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б С)	5 сполуч.	6 сполуч.	7 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00

Коефіцієнт надійності: 1.05

Частка тривалості: 1.00


Обмеження для кранів та гальм:  
 Кран:  Гальмо:

Зведена таблиця для обчислення РСЗ:

№	Ім'я завантаж...	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Завантаженн...	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 1.05 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Завантаженн...	Тимчасове т...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95
3	Завантаженн...	Миттєве(7)	7 0 0 0 0 0 1.40 0.00	1.00 0.90 0.50 0.80



Рис. 12.25. Діалогове вікно **Розрахункове сполучення зусиль**

## Етап 8. Задання розрахункових перерізів для ригелів

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть всі горизонтальні елементи розрахункової схеми.



Після виділення вузлів або елементів розрахункової схеми для стрічкового виду інтерфейсу виводяться контекстні вкладки стрічки. Кожна із контекстних вкладок містить операції, які відносяться до виділених об'єктів або вибраної команди. Контекстна вкладка закривається по завершенню роботи з командою або скасуванню вибору об'єктів. Контекстні вкладки, призначені для роботи з вузлами або елементами схеми, містять команди тільки по створенню та редагуванню схеми і не можуть бути викликані із вкладок **Аналіз**, **Розширений аналіз**, **Сталь та Залізобетон**.

- Натиснувши на кнопку  – **Розрахункові перерізи стержнів** (панель **Редагування стержнів** на контекстній вкладці **Стержні**) відкрийте діалогове вікно **Розрахункові перерізи** (рис. 12.26).
- В цьому вікні задайте кількість розрахункових перерізів **N = 5**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати** (для того щоб виконати розрахунок за другою групою граничних станів, треба задати не менше трьох розрахункових перерізів).

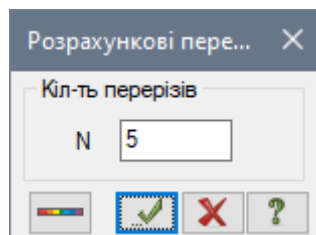



Рис. 12.26. Діалогове вікно **Розрахункові перерізи**

## Етап 9. Призначення конструктивних елементів



Скінченні елементи, об'єднані в конструктивний, при конструюванні розглядаються як єдине ціле. Між елементами, що входять в конструктивний елемент, не повинно бути розривів, вони повинні мати один тип жорсткості, не повинні входити в інші конструктивні елементи і уніфіковані групи, а також мати спільні вузли і лежати на одній прямій. У даній версії можна виділяти всі елементи схеми і об'єднувати їх в конструктивні.

### Створення конструктивних елементів БАЛКА

- За допомогою курсору виділіть горизонтальні елементи схеми, до яких примикають в'язи (№ 77 – 98).
- Для створення конструктивних елементів відкрийте діалогове вікно **Конструктивні елементи** (рис. 12.27) натиснувши на кнопку  – **Конструктивні елементи** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- В діалоговому вікні, що з'явилося, в полі **Редагування КоЕ** натисніть на кнопку **Створити КоЕ**.

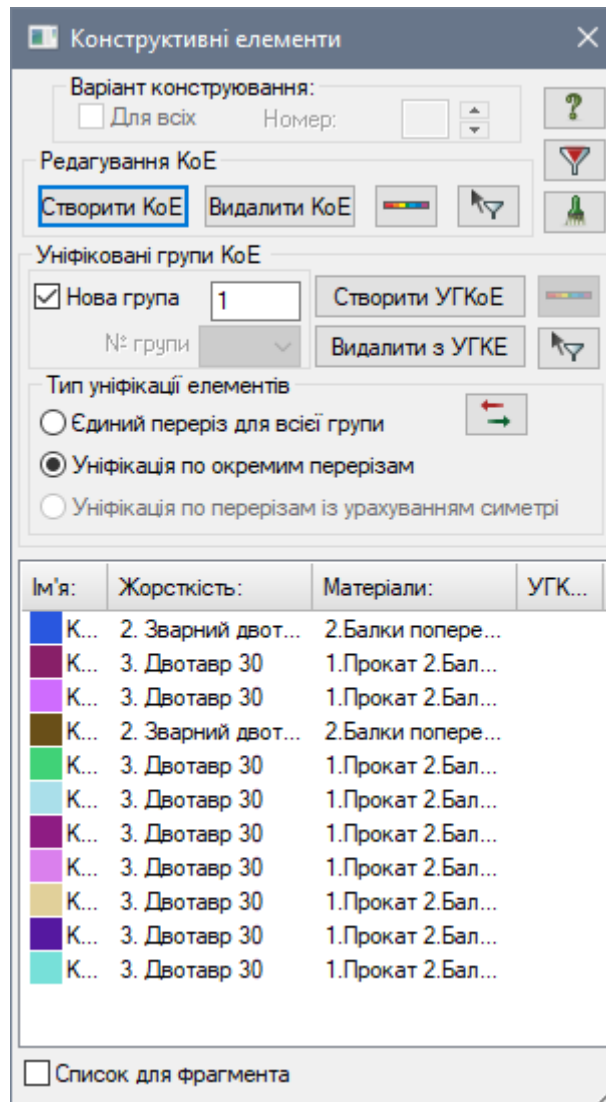






Рис. 12.27. Діалогове вікно **Конструктивні елементи**



- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення горизонтальних стержневих елементів.

#### Створення конструктивних елементів КОЛОНА

- Після натискання на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору** за допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи схеми.
- В діалоговому вікні **Конструктивні елементи** в полі **Редагування КоЕ** натисніть на кнопку **Створити КоЕ**.
- Натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вертикальних стержневих елементів.

#### Етап 10. Призначення розкріплень у вузлах згинальних елементів

- Натисніть на кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі горизонтальні елементи схеми.

- Натиснувши на кнопку  – **Розкріплення для прогинів** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Розкріплення для прогинів** (рис. 12.28).
- В цьому вікні виберіть в розкривному списку рядок **Створити на кінцях конструктивних елементів**.
- Далі, при встановлених прапорцях розкріплень – **Y1, Z1**, натисніть на кнопку  – **Створити** (прогин перерізів елемента визначається відносно лінії, що з'єднує розкріплення на його кінцях).

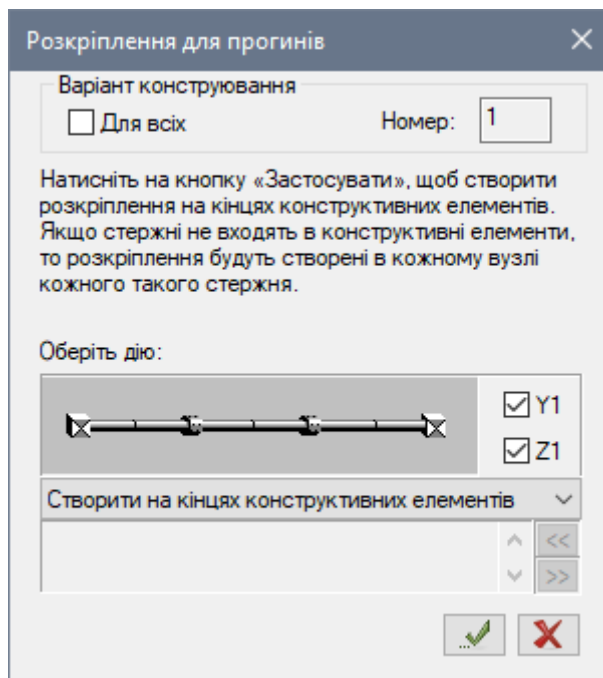



Рис. 12.28. Діалогове вікно **Розкріплення для прогинів**

- Закрийте діалогове вікно **Розкріплення для прогинів** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

### Етап 11. Повний розрахунок схеми

- Запустіть задачу на розрахунок натиснувши на кнопку  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).



### Етап 12. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку здійснюється на вкладці **Аналіз**.

- В режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображується з урахуванням переміщень вузлів.


#### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

- Виведіть на екран епюри **My** натиснувши на кнопку  – **Епюри My** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виводу епюри **Qz** натисніть на кнопку  – **Епюри поперечних сил Qz** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).





- Для виводу епюри **N** натисніть на кнопку  – **Епюри повздовжніх сил N** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля **N**, виберіть команду  – **Мозаїка зусиль в стержнях** в розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).

#### Зміна номеру поточного завантаження

- В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

#### Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями розрахункових зусиль в елементах схеми, виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 12.29) виділіть рядок **PC3 розрахункові**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



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 встановленні прапорця **Включити таблицю в Книгу звітів** таблиця буде створена тільки в форматі CSV і вставлена в «Книгу звітів». Таблицю, яка знаходиться в «Книзі звітів», можна в подальшому оновлювати у випадку необхідності і верстати в звіт засобами «Книги звітів».

Щоб змінити формат створюваної таблиці, треба в діалоговому вікні **Таблиці** натиснути на кнопку **Інший...** і в діалоговому вікні **Формат таблиць** вибрати необхідний формат і натиснути на кнопку **Підтвердити** (для створення таблиць в текстовому форматі потрібно увімкнути радіо-кнопку **Текстові**. Для створення таблиць у форматі HTML потрібно увімкнути радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний макетувальник» потрібно увімкнути радіо-кнопку **Звіт**).

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

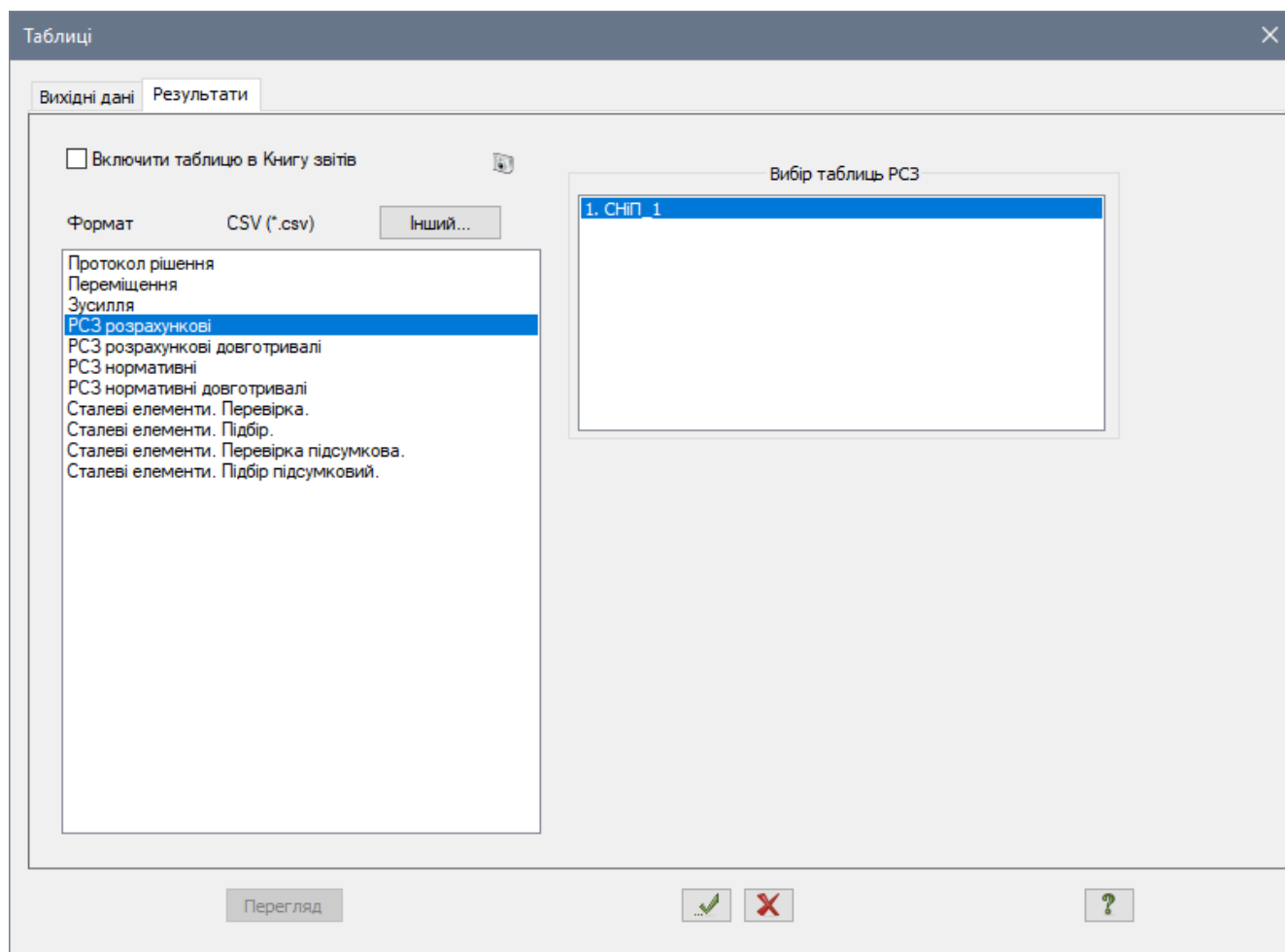



Рис. 12.29. Діалогове вікно Таблиці



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

### Етап 13. Перегляд і аналіз результатів конструювання






Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів конструювання здійснюється на вкладці **Залізобетон і Сталь** (для стандартного стиля стрічкового інтерфейсу).




#### Виведення на екран мозаїк результатів перевірки призначених перерізів сталевих стержнів

- За допомогою діалогового вікна **ПоліФільтр** виділіть всі стержневі елементи схеми.
- Виконайте фрагментацію виділених елементів.
- Щоб подивитися мозаїку результатів перевірки призначених перерізів сталевих стержнів за першим граничним станом, натисніть на кнопку  – **Перевірка, 1ГС** (панель **Максимальні результати по елементам** на вкладці **Сталь**).
- Щоб подивитися мозаїку результатів перевірки призначених перерізів сталевих стержнів за місцевою стійкістю, натисніть на кнопку  – **Перевірка, МС** (панель **Максимальні результати по елементам** на вкладці **Сталь**).

### Створення таблиці перевірки призначених перерізів сталевих стержнів


- Відкрийте діалогове вікно **Таблиці**, вибравши команду  – **Таблиці результатів для стали** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Сталь**).
- В цьому вікні виділіть рядок **Сталеві елементи. Перевірки**.
- Натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після аналізу закрийте таблицю натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

### Створення таблиці підбору перерізів сталевих стержнів

- В діалоговому вікні **Таблиці** виділіть рядок **Сталеві елементи. Підбір** і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Після аналізу закрийте таблицю натиснувши на кнопку  – **Закрити**.
- Закрийте діалогове вікно **Таблиці** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

## Етап 14. Розрахунок вузлів

### Розрахунок бази колони

- Відкрийте діалогове вікно **Вибір типу вузла**, вибрав команду  – **Розрахунок вузол схеми** в розкритому списку **Розрахунок сталевих вузла схеми** (панель **Розрахунок** на вкладці **Сталь**).
- В цьому діалоговому вікні в деревовидному вікні для **шарнірного** вузла **бази колон** виберіть пункт **Переріз колони двотавровий**.
- В правій частині вікна виберіть подвійним натисканням миші другу базу колони з траверсами, як показано на рис. 12.30.

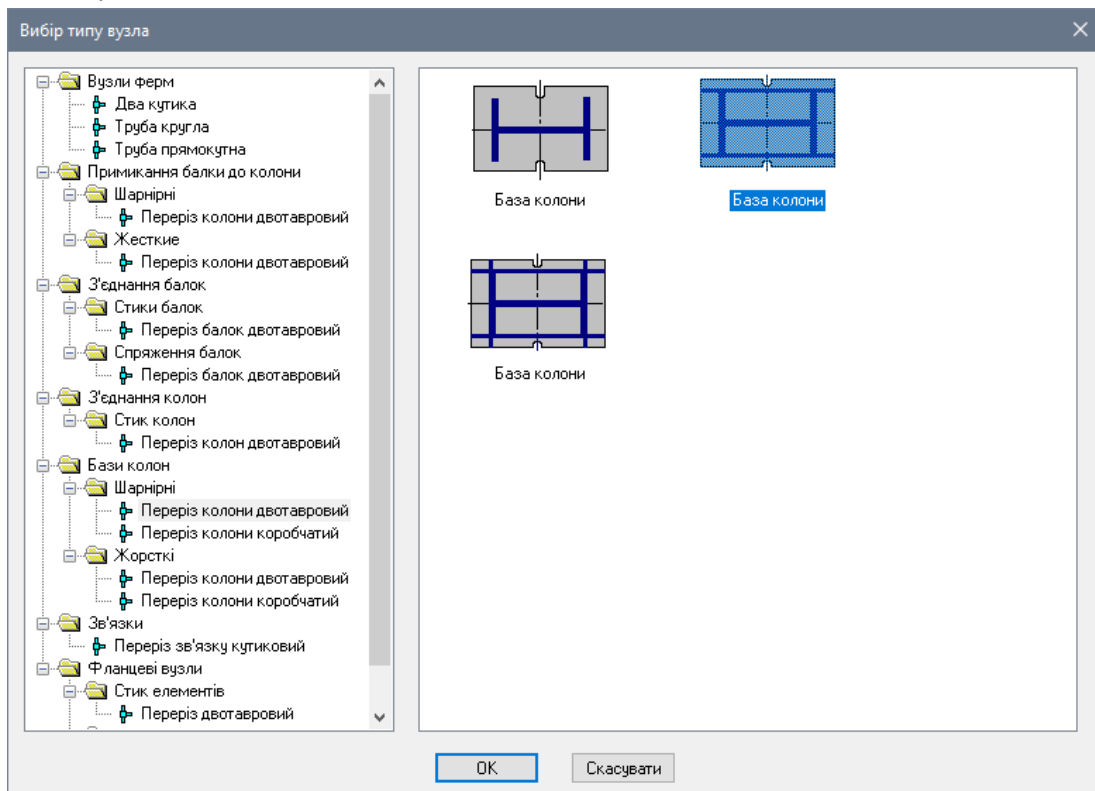


Рис. 12.30. Діалогове вікно **Вибір типу вузла**

- В новому вікні **Призначення елементів вузла** (рис. 12.31) увімкніть радіо-кнопку **Використовувати заданий поперечний переріз**.
- Для задання номеру колони натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Колона №** (при цьому з'являється нове вікно **Вибір елемента**).

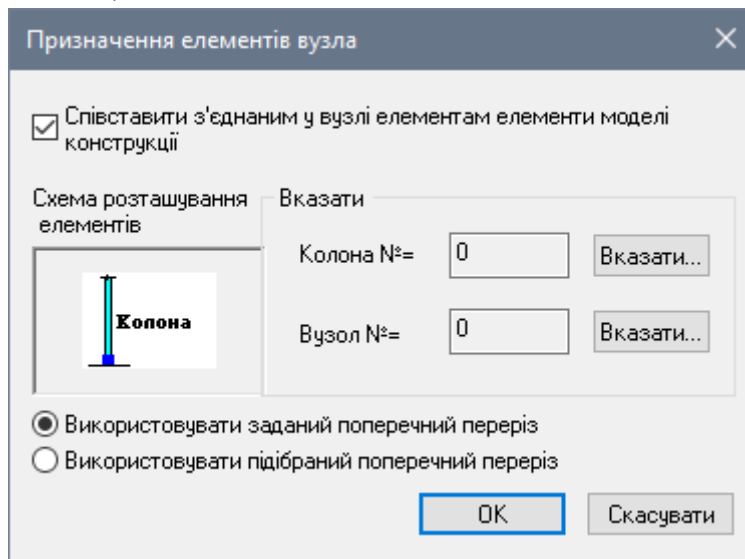



Рис. 12.31. Діалогове вікно **Призначення елементів вузла**

- При встановленому прапорці **вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір елемента** (рис. 12.32), вкажіть курсором на колонну № 13 (в діалоговому вікні відобразиться номер колони).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити** (при цьому програма повертається до діалоговому вікна **Призначення елементів вузла** і в рядку **Колона №** відображається номер колони).

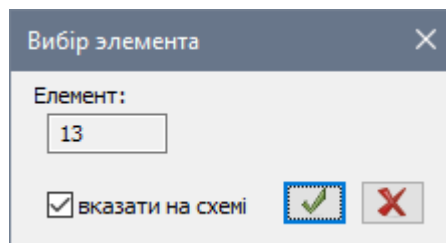



Рис. 12.32. Діалогове вікно **Вибір елемента**

- Для задання номера вузла в діалоговому вікні **Призначення елементів вузла** натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Вузол №** (при цьому з'являється нове вікно **Вибір вузла**).
- При встановленому прапорці **вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір вузла**, вкажіть курсором на вузол № 1 (в діалоговому вікні відобразиться номер вузла).
- Потім натисніть на кнопку  – **Підтвердити** (при цьому програма повертається до діалогового вікна **Призначення елементів вузла** і в рядку **Вузол №** відобразиться номер вузла).
- Для розрахунку вибраного вузла, в діалоговому вікні **Призначення елементів вузла** натисніть на кнопку **ОК**.
- В діалоговому вікні **Будівельні норми і правила** (рис. 12.33) увімкніть радіо-кнопку **СНІП II-23-81\*** і натисніть **ОК**.
- Після цього відкривається режим розрахунку вузла **СТК-САПР**, в якому після аналізу результатів розрахунку вузла бази колони збережить файл розрахунку вузла і закрийте режим розрахунку вузла.

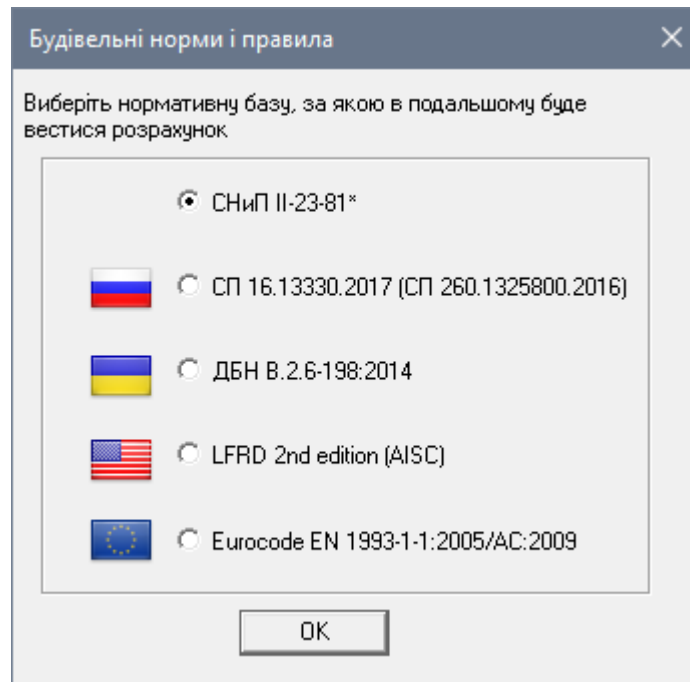





Рис. 12.33. Діалогове вікно **Будівельні норми і правила**

#### Конструювання і розрахунок зварних вузлів

- Для створення і розрахунку складених вузлів відкрийте діалогове вікно **Складені вузли** (рис. 12.34), вибрав команду  – **Складені вузли** в розкритому списку **Розрахунок сталевого вузла схеми** (панель **Розрахунок** на вкладці **Сталь**).
- В цьому вікні натисніть на кнопку **Додати вузол** (при цьому в списку з'являється перший рядок **Складений вузол I**).
- Для додавання першого примикання складеного вузла натисніть на кнопку **Додати**.
- В діалоговому вікні **Вибір типу вузла** в деревовидному списку для **шарнірного вузла примикання балки до колони** виберіть пункт **Переріз колони двотаврове**.
- В правій частині вікна виберіть подвійним натисканням миші примикання балки до колони з опорним столиком.
- В новому вікні **Призначення елементам вузла** увімкніть радіо-кнопку **Використовувати заданий поперечний переріз**.
- Для задання номера балки натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Балка №** (при цьому з'являється нове вікно **Вибір елемента**).
- При встановленому прапорці **вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір елемента**, вкажіть курсором на балку № 25 (в діалоговому вікні відобразиться номер балки).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити** (при цьому програма повертається до діалогового вікна **Призначення елементам вузла** і в рядку **Балка №** відобразиться номер балки).
- Для задання номеру колони в діалоговому вікні **Призначення елементам вузла** натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Колона №** (при цьому з'являється нове вікно **Вибір елемента**).
- При встановленому прапорці **вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір елемента**, вкажіть курсором на колону № 40 (в діалоговому вікні відобразиться номер колони).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити** (при цьому програма повертається до діалогового вікна **Призначення елементам вузла** і в рядку **Колона №** відобразиться номер колони).
- Для розрахунку вибраного вузла, в діалоговому вікні **Призначення елементам вузла** натисніть на кнопку **ОК** (при цьому програма повертається до діалогового вікна **Складені вузли**, в списку якого з'являється другий рядок **Примикання балки до колоне**).

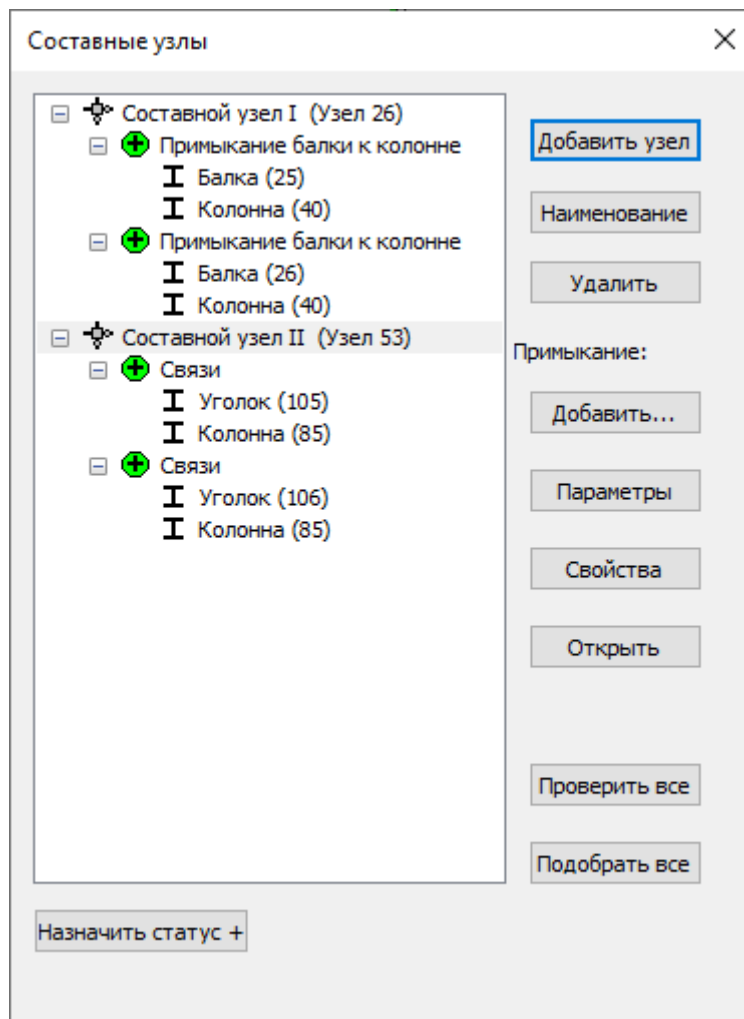










Рис. 12.34. Діалогове вікно **Складені вузли**

- Для додавання другого примикання складеного вузла, в діалоговому вікні **Складені вузли** натисніть на кнопку **Добавить**.
- В діалоговому вікні **Вибір типу вузла** в деревовидному списку для **шарнірного вузла примикання балки до колони** виберіть пункт **Переріз колони двотаврове**.
- В правій частині вікна виберіть подвійним натисканням миші вузол примикання балки до колони з опорним столиком.
- В новому вікні **Призначення елементам вузла** увімкніть радіо-кнопку **Використовувати заданий поперечний переріз**.
- Для задання номера балки натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Балка №**.
- При встановленому прапорці **Вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір елемента**, вкажіть курсором на балку № 26.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для задання номера колони в діалоговому вікні **Призначення елементам вузла** натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Колонна №**.
- При встановленому прапорці **Вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір елемента**, вкажіть курсором на колону № 40.
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для розрахунку вибраного вузла, в діалоговому вікні **Призначення елементам вузла** натисніть на кнопку **ОК**.
- В діалоговому вікні **Складені вузли** натисніть на кнопку **Додати вузол** (при цьому в списку з'являється новий рядок **Складений вузол II**).
- Для додавання першого примикання складеного вузла натисніть на кнопку **Додати**.

- В діалоговому вікні **Вибір типу вузла** в деревовидному списку для вузла зв'язку виберіть пункт **Переріз зв'язку кутиковий**.
- В правій частині вікна виберіть подвійним натисканням миші змішаний вузол примикання зв'язку.
- В новому вікні **Призначення елементам вузла** увімкніть радіо-кнопку **Використовувати заданий поперечний переріз**.
- Для задання номера першого елемента натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Елемент1 №**.
- При встановленому прапорці **Вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір елемента**, вкажіть курсором на елемент зв'язку № 105.
  
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для задання номера другого елемента в діалоговому вікні **Призначення елементам вузла** натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Елемент2 №**.
- При встановленому прапорці **Вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір елемента**, вкажіть курсором на балку № 83.
  
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для розрахунку вибраного вузла, в діалоговому вікні **Призначення елементам вузла** натисніть на кнопку **ОК**.
  
- Для додавання другого примикання складеного вузла, в діалоговому вікні **Складені вузли** натисніть на кнопку **Добавить**.
- В діалоговому вікні **Вибір типу вузла** в деревовидному списку для вузла зв'язку виберіть пункт **Переріз зв'язку кутиковий**.
- В правій частині вікна виберіть подвійним натисканням миші змішаний вузол примикання зв'язку.
- В новому вікні **Призначення елементам вузла** увімкніть радіо-кнопку **Використовувати заданий поперечний переріз**.
- Для задання номера першого елемента натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Елемент1 №**.
- При встановленому прапорці **Вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір елемента**, вкажіть курсором на елемент зв'язку № 106.
  
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для задання номера другого елемента в діалоговому вікні **Призначення елементам вузла** натисніть на кнопку **Вказати** в рядку **Елемент2 №**.
- При встановленому прапорці **Вказати на схемі** в діалоговому вікні **Вибір елемента**, вкажіть курсором на балку № 83.
  
- Натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.
- Для розрахунку вибраного вузла, в діалоговому вікні **Призначення елементам вузла** натисніть на кнопку **ОК**.
- Якщо кожне з примикань позначено знаком , то це означає що конструювання вузлів проведено правильно.
  
- Закрийте діалогове вікно **Складені вузли** натиснувши на кнопку  – **Закрити**.

## Приклад 14. Імпорт моделі з поверхових планів DXF AutoCAD

### Цілі та задачі:

- описати технологію створення файлів dxf для передачі даних про геометрію конструкції з програми AutoCAD;
- описати технологію імпорту DXF файлів в САПФІР і процедуру призначення бракуючих параметрів об'єктів шару;
- показати процедуру створення розрахункової схеми після імпорту з поверхових планів DXF



Після імпорту креслення з AutoCAD рекомендується використовувати зшивку співпадаючих вузлів і елементів (вкладка **Створення** ⇨ панель **Редагування** ⇨ **Упаковка схеми**) для усунення можливого дублювання елементів і вузлів схеми.

### Імпорт поверхових планів з файлів DXF у модель ПК САПФІР

#### 1. Загальні відомості

ПК САПФІР імпортує з текстових DXF файлів будівельні осі, палі, стіни, колони, балки, плити, отвори в плитах, вікна та двері, сходи. Навантаження, точки та лінії триангуляції. Для того, щоб ПК САПФІР імпортував ці об'єкти, в DXF вони повинні бути представлені певним об'єктом у AutoCAD і належати шару з визначеним ім'ям.

Наступна таблиця описує, як повинен бути заданий об'єкт у DXF файлі, та в який об'єкт моделі ПК САПФІР він перетворюється при імпорті.



Таблиця 1

Конструктивний елемент	Представлення в DXF	Об'єкт DXF	Шар DXF	Властивості	Опис
Будівельна ось		LINE	AXES або CO_AXE		
Колона	Центр або контур поперечного перерізу на плані	POINT або POLYLINE	COLUMNS або CO_POTEAU	(SEC- RC_RECT), (SEC- RC_BOX B- 800 B1- 140 H- 900 H1- 180)	Параметри перерізу: назва або назва і характеристики
Балка	Центральна ось	LINE	BEAMS або CO_POUTRE	(SEC- RC_T2)	Параметри перерізу: назва або назва і характеристики
Паля	Центр або контур поперечного перерізу на плані	POINT або POLYLINE	PILES	(SEC- RC_RING), (SEC- RC_RECT D- 800)	Параметри перерізу: назва або назва і характеристики
Стіна	Проекція серединної площини на плані	LINE або POLYLINE	WALLS або CO_VOILE	(H- 250)	Товщина
	Контур стіни на плані	POLYLINE	CONTOUR_WALLS		
Перегородка	Проекція серединної площини на плані	LINE	WALL_P або NON_STRUCTURAL_WALL	(H- 150)	Товщина
Плита перекриття	Контур серединної площини	POLYLINE	SLABS або CO_DALLE	(H- 200 LOAD- 1 P1- 250)	Товщина 200мм; навантаження на плиту 0.25тс/м <sup>2</sup> , приналежне завантаженню 1
Плита основи	Контур серединної площини	POLYLINE	FOUNDATION_SLABS	(H- 800 LOAD- 2 P1- 450)	Перекриття товщиною 800мм, навантаження на плиту 0.45тс/м <sup>2</sup> , приналежне завантаженню 2
Отвір у плиті перекриття	Контур	POLYLINE	SLAB_OPENINGS або CO_TREMIE		
Отвір у плиті основи	Контур	POLYLINE	FOUNDATION_SLAB_OPENINGS		
Віконний проріз	Проекція на плані	LINE	WALL_WINDOWS або CO_FENETRE	(H- 2100 B- 700)	Висота, нижній рівень
Дверний проріз	Проекція на плані	LINE	WALL_DOORS або CO_PORTE	(H- 2100)	Висота
Одномаршеві сходи	Прямокутний контур *	POLYLINE	STRAIGHT_STAIRS	(H- 1500 H1- 500)	Висота сходів, нижній рівень

Конструктивний елемент	Представлення в DXF	Об'єкт DXF	Шар DXF	Властивості	Опис
Лінійне навантаження	Проекція на плані	LINE або POLYLINE	LINE_LOADS	(LOAD- 1 P1- ^300 P2- 500)	Навантаження розподілене по лінії. Належить завантаженню 1. Значення: на початку – 0.3тс/м, у кінці 0.5тс/м
Точкове навантаження	Центр	POINT	POINT_LOADS	(LOAD- 2 P1- 100)	Зосереджене навантаження. Належить завантаженню 2. Значення навантаження 0.1тс
Штамп навантаження	Контур	POLYLINE	AREA_LOADS	(LOAD- 4 P1- 150 P2- 300)	Навантаження розподілене по площі. Належить завантаженню 4. Значення: на початку 0.15тс/м <sup>2</sup> , у кінці 0.3тс/м <sup>2</sup>
Точки для тріангуляції	Центр	POINT	POINT_TRIANGULATION		Представляється елементом; додаткові опорні точки для тріангуляції
Відрізки для тріангуляції	Проекція в плані	LINE або POLYLINE	LINE_TRIANGULATION		Представляється елементом; додаткові опорні відрізки для тріангуляції

**Примітки:**

Імена шарів стін і плит можуть мати суфікс (Н– число), де число – товщина стіни або плити, мм.

Імена шарів колон, балок, паль можуть мати суфікси, що визначають їх поперечний переріз (SEC\_ назва перерізу). Крім цього після назви можуть бути вказані додаткові параметри, які характеризують конкретний тип перерізу, наприклад (SEC\_RC\_BOX В–800 В1–140 Н–900 Н1–180). Якщо параметри не задані, то будуть підставлені значення параметрів контуру за умовчанням. Якщо переріз не вказано, вибирається переріз з параметрів за умовчанням.

Імена шарів віконних і дверних прорізів можуть мати суфікс (Н– число1 В– число2), де число1 – висота віконного прорізу від підлоги, мм; число2 – нижній рівень прорізу, мм.

Лінія стіни не повинна перериватися в дверних і віконних прорізах.

Розміри стін, плит, балок і прорізів обмежені допустимими параметрами. Змінити ці значення можна в налаштуваннях допустимих параметрів об'єктів. Значення не можуть приймати значення <= 0.

Імена шарів сходів можуть мати суфікс (Н–число1 Н1–число2), де число1 – висота сходів, мм; число2 – нижній рівень, мм.

Імена шарів навантажень можуть мати суфікс (LOAD–число1 P1–число2 P2–число3), де число1 – номер завантаження; число2 – значення навантаження на початку; число3 – значення навантаження в кінці (тільки для лінійного та штамп навантаження). Від'ємне значення навантаження задається символом "^" (LOAD–число1 P1–^число2 P2–^число3).

Якщо якісь параметри не задані, вони будуть підставлені значеннями за умовчанням (Параметри за умовчанням).

\* – Прямокутний контур задає габарит сходів. Напрямок сходів визначає окружність на тому боці прямокутника, від якої починається підйом. Окружність повинна належати шару STRAIGHT\_STAIRS.



Окружність

Інформація про план кожного поверху міститься в окремому dxf файлі, ім'я файлу відповідає найменуванню поверху (наприклад, 1.dxf – перший поверх, 2.dxf – другий і т.д.). Всі dxf плани поверхів для зручності роботи бажано помістити в одну папку.

Існує 2 можливих способи завдання властивостей об'єктів моделі при імпорті з dxf.

- 1) Ввести параметри об'єктів у назвах шарів згідно табл. 1:
  - а) Назви шарів вводяться вручну;
  - б) Використовується компонент імпорту поверхових планів з AutoCAD (він вбудовується в AutoCAD безпосередньо при установці ПК ЛІРА– САПР (рис. 14.1).
- 2) Ввести параметри об'єктів безпосередньо при імпорті в ПК САПФІР.



Для того, щоб скористатися способом б для завдання властивостей об'єктів необхідно при установці ПК ЛІРА– САПР встановити компонент Імпорт планів dxf (рис. 14.1), який вбудовує необхідні панелі інструментів у AutoCAD (рис. 14.2).

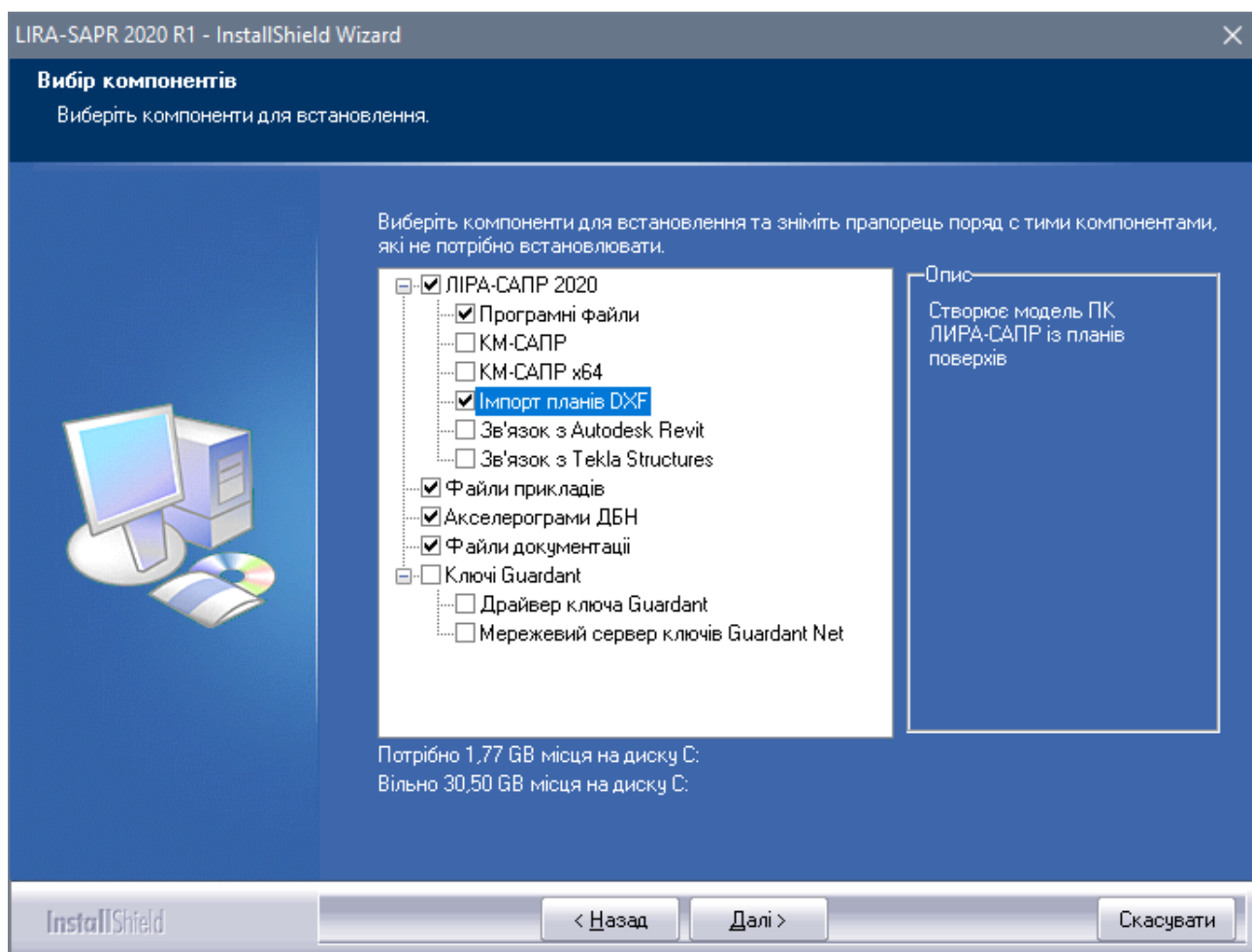


Рис. 14.1. Вибір компоненту Імпорт планів DXF при установці ПК ЛІРА– САПР

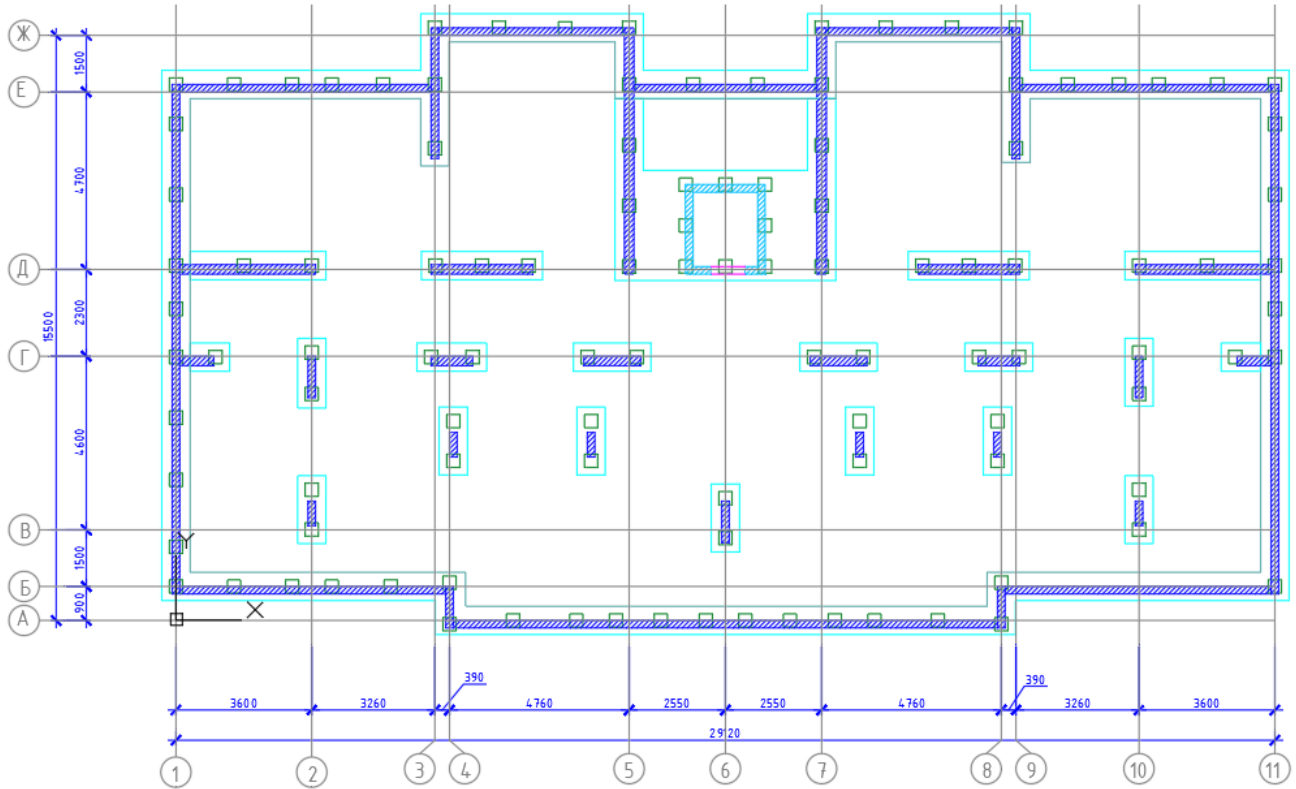


Рис. 14.2. Панель інструментів для AutoCAD

В даному прикладі ми розглянемо всі 3 способи завдання даних. Вони можуть використовуватися як в комбінації, так і кожен окремо.

**Вихідні дані:**

Для роботи з даним прикладом необхідно буде відкрити файл **14\_0\_підвал.dwg** з готовою геометрією моделі. При установці за умовчанням, всі файли прикладів встановлюються на жорсткий диск комп'ютера в [C:\Users\Public\Documents\LIRA\\_SAPR\LIRA\\_SAPR\\_2020\Manual\UK](C:\Users\Public\Documents\LIRA_SAPR\LIRA_SAPR_2020\Manual\UK). Для початку запустіть програму Autodesk AutoCAD і відкрийте приклад (рис. 14.3).



**Рис. 14.3. План підвалу в AutoCAD**

## Етап 1: Введення властивостей об'єктів 1а способом (введення імені шару вручну)

### Створення шарів для осей і отвори в плиті

- Викличте діалогове вікно **Диспетчер властивостей шарів** (рис. 14.4) натисканням по кнопці **Властивості шару** (панель **Шари** на вкладці **Головна**)

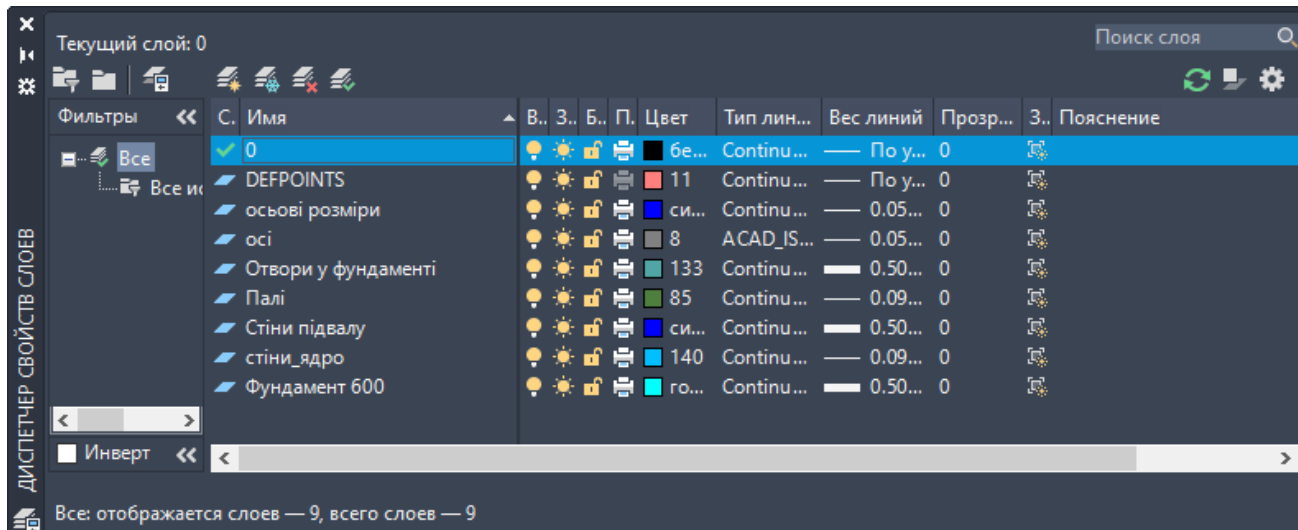



Рис. 14.4. Діалогове вікно **Диспетчер властивостей шарів**

- У діалоговому вікні, виконайте такі дії:
  - виділіть шар **осі** та виконайте по ньому натискання правою кнопкою миші;
  - виберіть з контекстного меню команду **Перейменувати шар**;
  - введіть нове ім'я шару – **AXES** (див. табл.1);
  - натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження;
  - виділіть шар **Отвори у фундаменті** і виконайте по ньому натискання правою кнопкою миші
  - виберіть з контекстного меню команду **Перейменувати шар**;
  - введіть нове ім'я шару – **FOUNDATION\_SLAB\_OPENINGS** (див. табл.1);
  - натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження.
- Натисніть кнопку **Закрити** для завершення роботи з діалоговим вікном.

## Етап 2: Введення властивостей об'єктів 1b способом (з використанням компонента імпорту поверхових планів, вбудованого в AutoCAD)

### Створення стін

- На вбудованій панелі інструментів для AutoCAD (рис. 14.2) натисніть та утримуйте першу команду **Шари**.
- У розкритому списку виберіть команду  – **Новий шар стін**. У **Диспетчері властивостей шарів AutoCAD** (рис. 14.5) створиться новий шар **WALLS** і автоматично призначиться поточним.

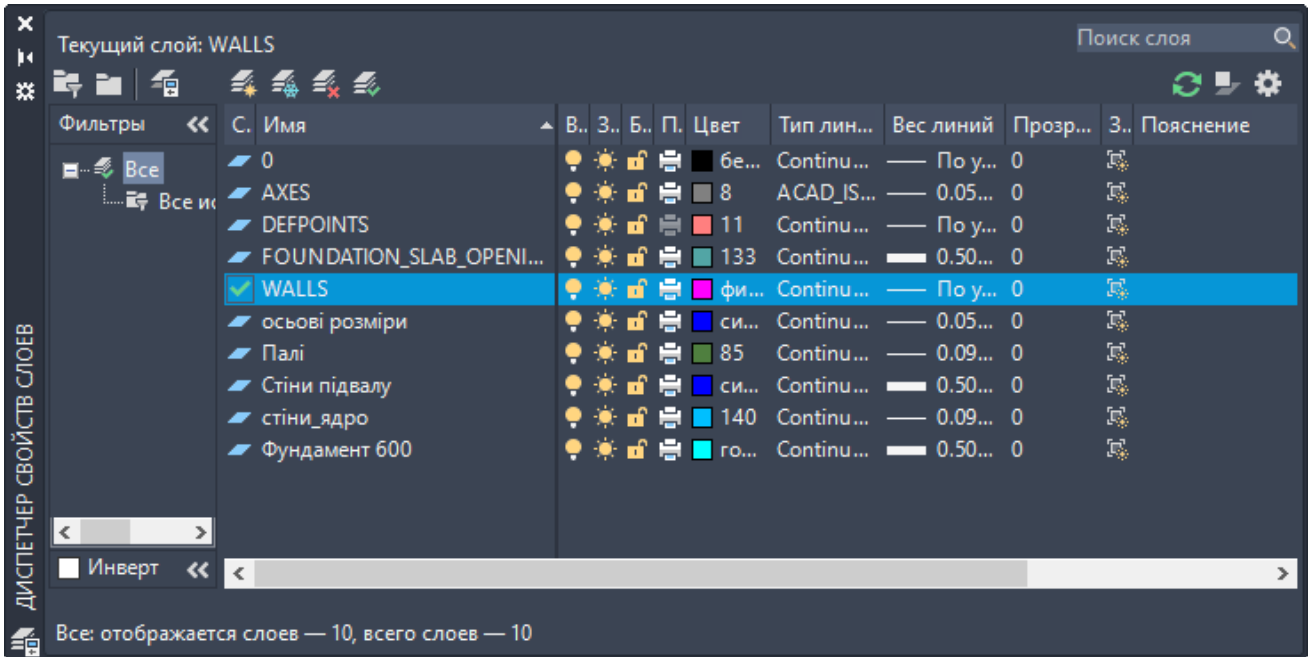



Рис. 14.5. Диспетчер властивостей шарів AutoCAD і новий шар WALLS.

- Викличте команду **Полілінія** натисканням по кнопці  (панель **Малювання** на вкладці **Головна**).



Згідно з вимогами до поповерхових планів (табл. 1.) стіна повинна бути створена за допомогою команд **Line** або **Polyline** однією лінією по серединній площині проекції стіни на плані.

- Наблизьтесь до дверного прорізу в ядрі жорсткості, розташованому вздовж осі **Д**.
- При активній команді **Полілінія** виконайте наступне:
  - прив'яжіть до середини лівої грані прорізу (рис. 14.6) та почніть звідси побудову полілінії;
  - задайте напрямок створення полілінії вліво, введіть значення **575мм** і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі;

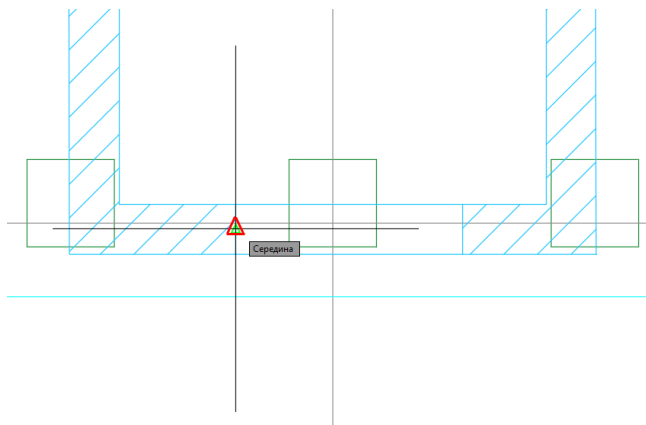


Рис. 14.6. Початкова точка полілінії для створення стіни

- змініть напрямок створення полілінії нагору, введіть значення **2170мм** і натисніть клавішу **Enter**;
- створіть ще ділянку довжиною **1920мм** вправо, **2170мм** вниз і закрийте полілінію. Кожен раз підтверджуйте введення значень натисканням клавіші **Enter**;
- виділіть щойно створену полілінію;
- натисніть точку на початку дверного прорізу та перенесіть її в кут стіни (рис. 14.7).

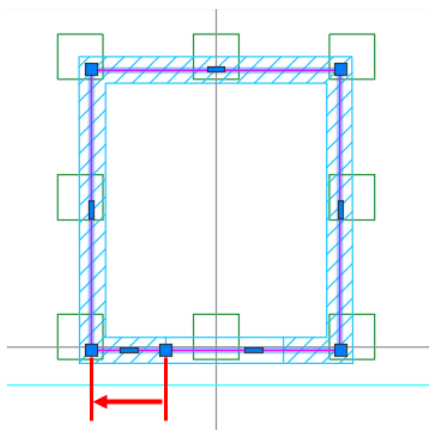


Рис. 14.7. Перенесення точки полілінії

- На вбудованій панелі інструментів для AutoCAD натисніть по 6-й команді – **Товщина плити або стіни**.
- Слідуючи підказкам у командному рядку виберіть тільки що створену полілінію стіни і натисніть клавішу **Enter**.
- Програма запитає **Наступні шари будуть змінені: WALLS. – Продовжити? <Enter>:**. Підтвердіть згоду натисканням клавіші **Enter**.
- Введіть товщину стін ядра, мм – **200** і натисніть клавішу **Enter**. В шарі WALLS з'явиться приписка **WALLS(H-200)**.



Назва шару для стін і товщину стін можна ввести і вручну, як у пункті Етап 1: Введення властивостей об'єктів 1а способом.

Створення дверей

- На вбудованій панелі інструментів для AutoCAD (рис. 14.2) натисніть і утримуйте першу команду **Шари**.
- У розкритому списку виберіть команду – **Новий шар дверних прорізів**. У **Диспетчері властивостей шарів AutoCAD** (рис. 14.8) створиться новий шар **WALL\_DOORS** і автоматично призначиться поточним.

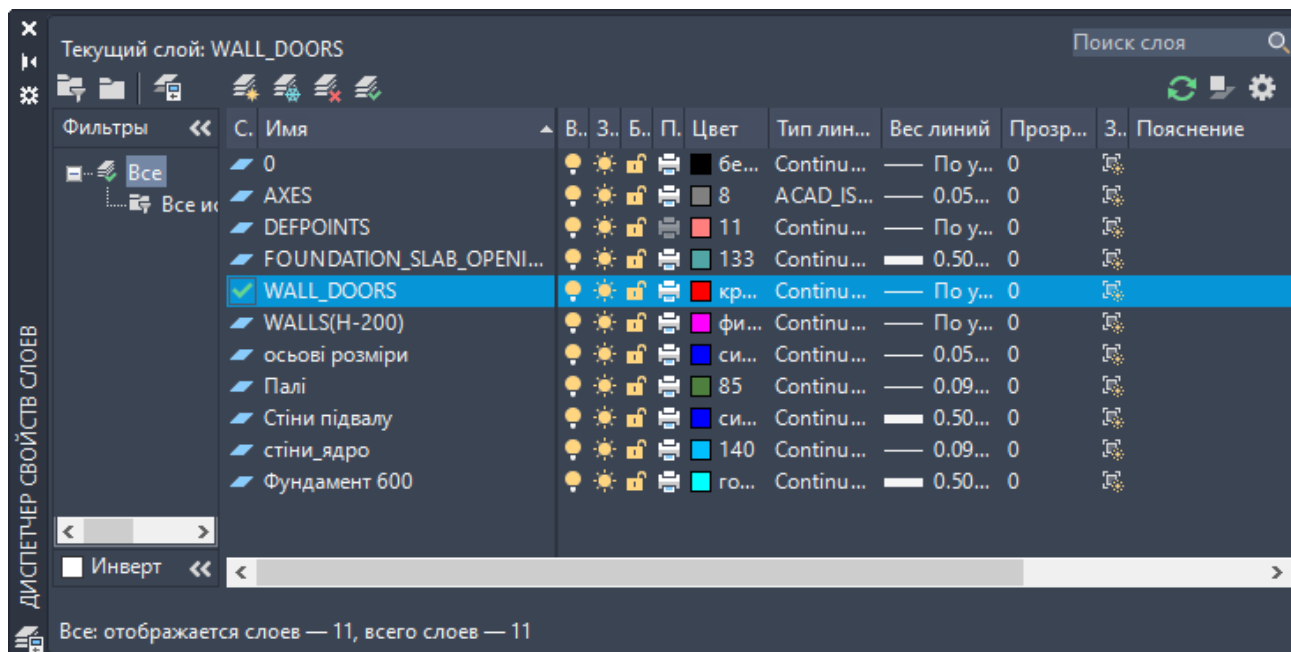


Рис. 14.8. Диспетчер властивостей шарів AutoCAD і новий шар WALL\_DOORS



- Викличте команду **Відрізок** натисканням по кнопці  (панель **Малювання** на вкладці **Головна**).



Згідно з вимогами до поверхових планів (табл. 1.) дверний проріз повинен бути створений відрізком у проекції на плані за допомогою команди **Line**.

- Створіть відрізок по габаритах прорізу (рис. 14.9)

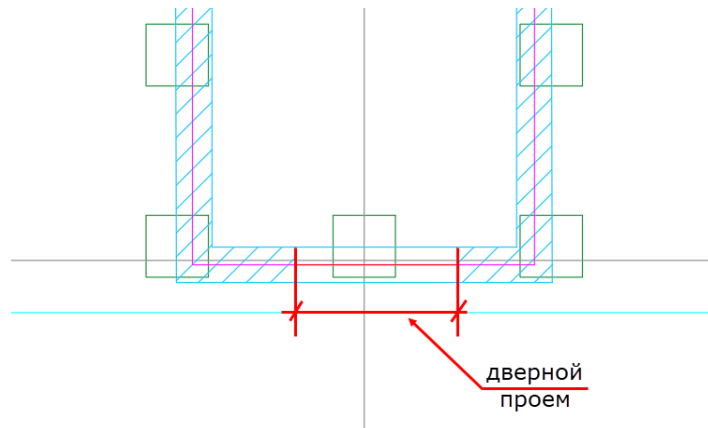



Рис. 14.9. Дверний проріз

- На вбудованій панелі інструментів для AutoCAD натисніть по 7-й команді  – **Прив'язка дверних і віконних прорізів**.
- Слідуючи підказкам в командному рядку виберіть тільки що створений відрізок дверного прорізу і натисніть клавішу **Enter**.
- Програма запитає **Наступні шари будуть змінені: WALL\_DOORS. – Продовжити? <Enter>:**. Підтвердіть згоду натисканням клавіші **Enter**.
- Введіть висоту дверних прорізів від центру перекриття, мм – **2100** і натисніть клавішу **Enter**. В шарі WALL\_DOORS з'явиться приписка **WALL\_DOORS(H- 2100)**.



Назва шару для дверних прорізів і висоту дверних прорізів стін можна ввести і вручну, як в пункті **Етап 1: Введення властивостей об'єктів 1а** способом згідно з вимогами до найменування шарів в табл. 1.




За такою ж аналогією як і зі стінами створюються і колони, і балки, і плити та ін. об'єкти. На початку у компоненті AutoCAD, яка вбудовується, з розкритого списку вибирається **Новий шар** колон/балок/стін/плит/отворів у плитах. Потім, для колон і балок використовується друга команда **Тип з/б перерізу** або четверта команда **Тип металевого перерізу**. Після цього задаються габарити обраного з/б перерізу за допомогою третьої команди **Розміри з/б перерізу**. Або металевий профіль за допомогою команди **Профіль сталевого перерізу**. Товщина плит задається також як і товщина стін у розглянутому прикладі.



Модель, створену способом 1 (b) можна також імпортувати безпосередньо у VIZOR-САПР. Відбудеться розпізнавання шарів-об'єктів і жорсткостей. А також безпосередньо при імпорті виконається триангуляція схеми. Всі об'єкти, створення яких виходить за рамки вбудованого компоненту AutoCAD, у VIZOR-САПР створюватимуться не будуть.

### Етап 3: Введення властивостей об'єктів 2– м способом (об'єкти по контуру)

#### Створення паль

- Викличте команду **Полілінія** натисканням по кнопці  (панель **Малювання** на вкладці **Головна**).
- При активній команді **Полілінія** виконайте наступне:
  - З розкритого списку шарів виберіть шар **Палі** (панель **Шари** на вкладці **Головна**) (рис. 14.10);

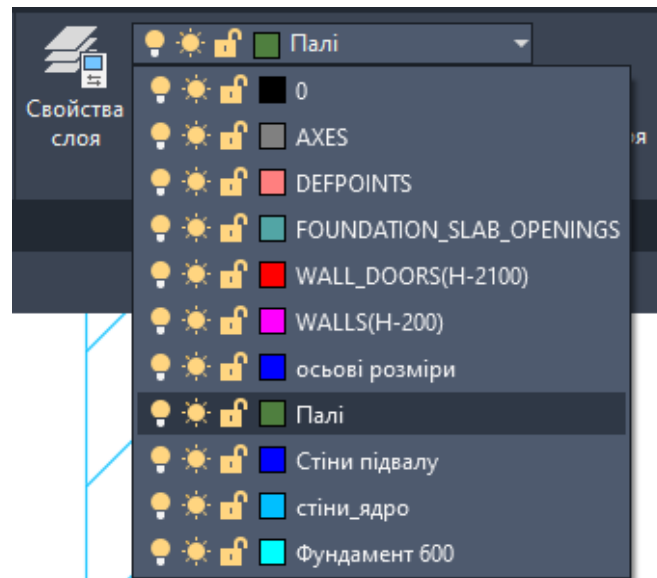




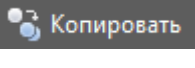


Рис. 14.10. Розкритий список шарів

- проконтролюйте, щоб були включені:  **Прив'язка курсору до опорних точок у 2D** (а саме ,  – **Відображення опорних ліній прив'язки** і  – **Ортогональне обмеження переміщень курсору**;
- наблизились до палі, розташованої на перетині осей Б і 11;
- прив'яжемося до лівої нижньої точки палі та почніть вести перехрестя вліво, задавши таким чином напрям відступу. За курсором потягнеться зелена пунктирна лінія;
- введіть з клавіатури значення відступу **1150** і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі;
- вкажіть напрям побудови вгору і введіть значення **350**, натисніть **Enter**;
- побудуйте таким же чином **350мм** вліво, **350мм** вниз і замкніть полілінію (повинен вийти квадрат 350x350). Кожен раз підтверджуйте натисканням клавішею **Enter**.
- Виділіть щойно створену палю.
- Викличте команду **Копіювати** натисканням по кнопці  (панель **Редагування** на вкладці **Головна**).
- При активній команді **Копіювати** виконайте наступне:
  - вкажіть праву верхню точку палі як базову точку прив'язки;
  - задайте напрям зміщення – вліво і відстані зсуву (3 копії) – **1540мм**, потім **2590мм** і **4150мм**.
- Натисніть клавішу **Esc**, щоб вийти з команди **Копіювати**.

#### Збереження файлу

- Викличте діалогове вікно **Збереження креслення** натисканням по кнопці **Зберегти як** (меню **Програми** – розкритий список **Зберегти як** –  **Креслення**).
- У розпочатому діалоговому вікні виконайте наступне:
  - у розкритому списку **Тип файлу** виберіть **AutoCAD 2007/LT2007 DXF (\*.dxf)**.
  - введіть ім'я файлу **0\_підвал.dxf** і натисніть кнопку **Зберегти**.

#### Етап 4: Робота з 1– м поверхом

Для продовження роботи з даним прикладом відкрийте файл **14\_1-й\_поверх.dwg** (рис. 14.11) з готовою геометрією моделі. При установці за умовчанням, всі файли прикладів установлюються на жорсткий диск комп'ютера в <C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2020\Manual\UK>.

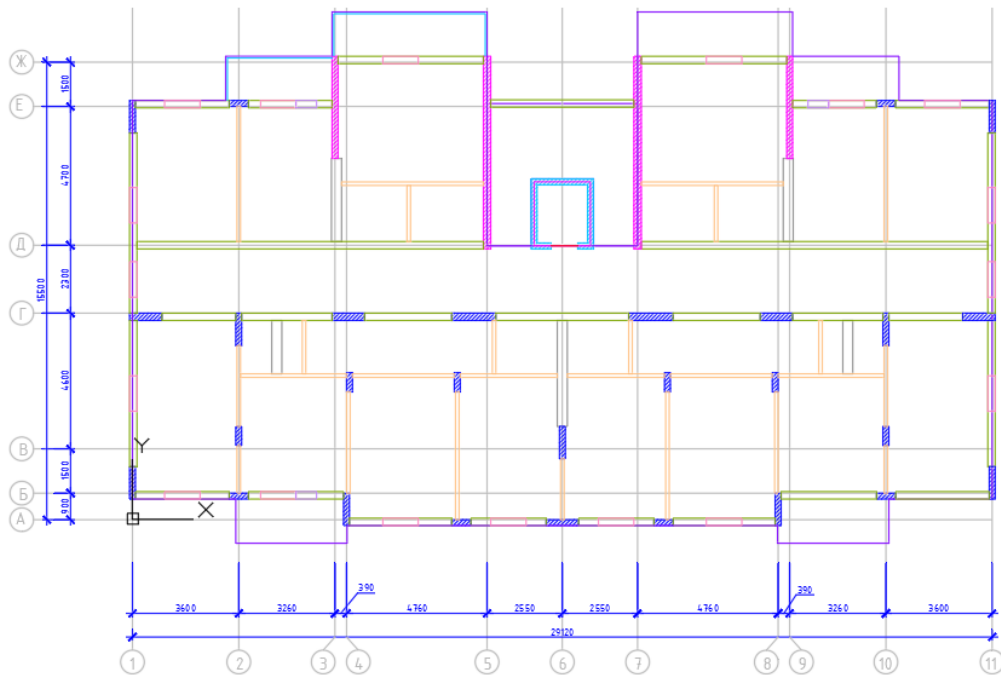


Рис. 14.11. План 1–го поверху в AutoCAD

#### Створення стін по контуру



- Викличте команду **Полілінія** натисканням по кнопці **Полілінія** (панель **Малювання** на вкладці **Головна**).
- При активній команді **Полілінія** виконайте наступне:
  - З розкривного списку шарів виберіть шар **перегородки\_250** (панель **Шари** на вкладці **Головна**) (рис. 14.12);

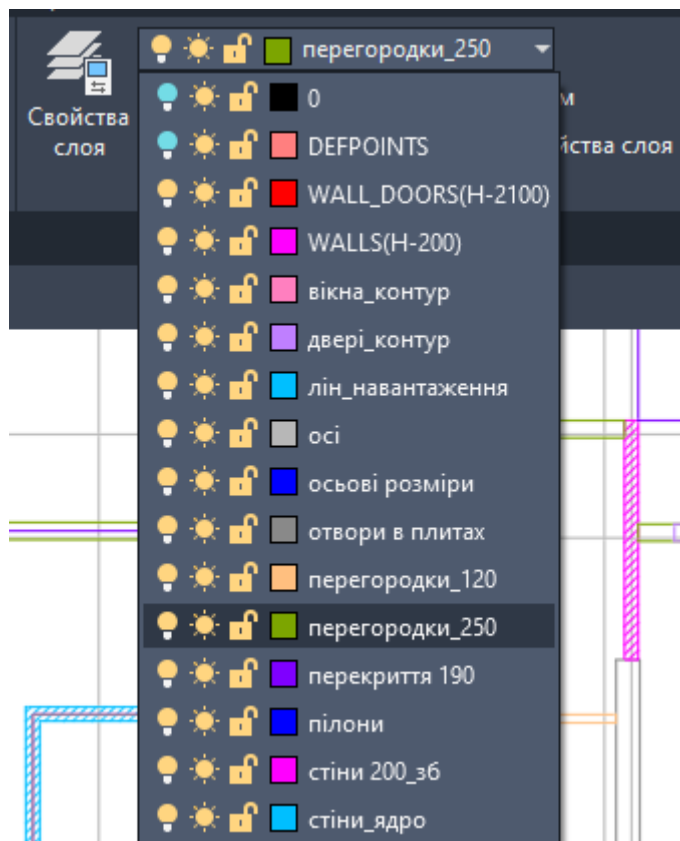







Рис. 14.12. Розкривний список шарів

- проконтролюйте, щоб була включена  **Прив'язка курсору до опорних точок у 2D** (а саме  **Конточка**),  – **Відображення опорних ліній прив'язки** і  – **Ортогональне обмеження переміщень курсору**;
- прив'яжемося до лівої нижньої точки пілону, розташованого на перетині осей **10– Б** і виконайте натискання лівою кнопкою миші;
- почніть вести перехрестя вліво, введіть з клавіатури значення **3230** і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі;
- вкажіть напрямок побудови вгору та введіть значення **250**, натисніть **Enter**;
- побудуйте таким же чином **3230**мм вправо і замкніть полілінію. Кожен раз підтверджуйте натисканням клавіші **Enter**.
- Ще раз виберіть команду **Полілінія** і виконайте наступне:
  - прив'яжемося до правої нижньої точки пілону, розташованого на перетині осей **10– Б** і виконайте натискання лівою кнопкою миші;
  - почніть вести перехрестя вправо, введіть з клавіатури значення **3170** і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі;
  - вкажіть напрямок побудови вгору та введіть значення **250**, натисніть **Enter**;
  - побудуйте таким же чином **3170**мм вліво і замкніть полілінію. Кожен раз підтверджуйте введення натисканням клавіші **Enter**.

#### Створення вікон по контуру

- Викличте команду **Полілінія** натисканням по кнопці  **Полілінія** (панель **Малювання** на вкладці **Головна**).
- При активній команді **Полілінія** виконайте наступне:
  - з розкривного списку шарів виберіть шар **вікна\_контур** (панель **Шари** на вкладці **Головна**) (рис. 14.13);

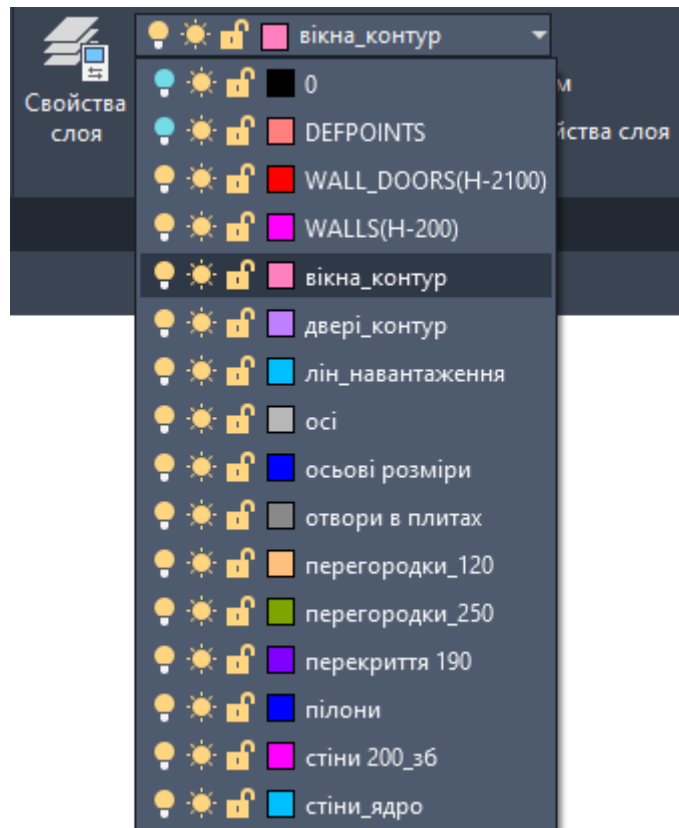


Рис. 14.13. Розкритий список шарів

- прив'яжемося до середини нижньої грані стіни уздовж осі **Б** (рис. 14.14), яка починається від осі **8** і натисніть лівою кнопкою миші;

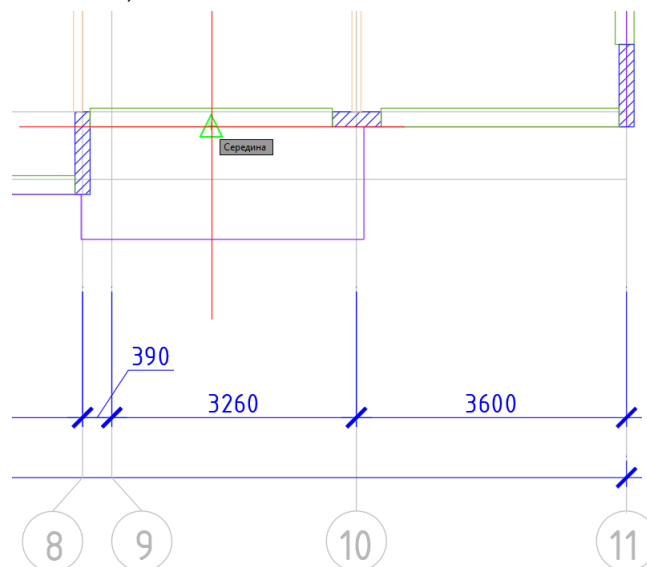




Рис. 14.14. Створення контуру вікна

- почніть вести перехрестя вправо, введіть з клавіатури значення **1200** і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі;
  - вкажіть напрямок побудови вгору та введіть значення **250**, натисніть **Enter**;
  - побудуйте таким же чином **1200мм** вліво і замкніть полілінію. Кожен раз підтверджуйте введення натисканням клавіші **Enter**.
- Виділіть щойно створений віконний проріз.
- Викличте команду **Копіювати** натисканням по кнопці  Копіювати (панель **Редагування** на вкладці **Головна**).

- При активній команді **Копіювати** виконайте наступне:
  - вкажіть середину на нижній грані віконного прорізу як базову точку прив'язки;
  - вкажіть середину стіни, розташованої вздовж осі **Б** між осями **10–11** як другу точку.
- Натисніть клавішу **Esc**, щоб вийти з команди **Копіювати**.

#### Створення дверей по контуру

- Викличте команду **Полілінія** натисканням по кнопці  (панель **Малювання** на вкладці **Головна**).
- При активній команді **Полілінія** виконайте наступне:
  - з розкривного списку шарів виберіть шар **двері\_контур** (панель **Шари** на вкладці **Головна**) (рис. 14.15);

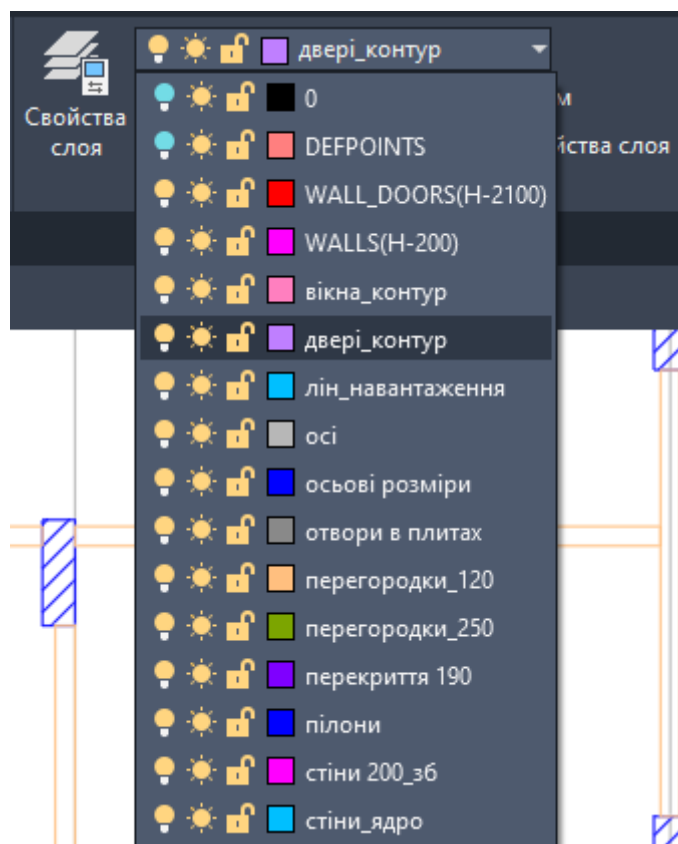



Рис. 14.15. Розкривний список шарів

- прив'яжіться до лівого нижнього кута вікна вздовж осі **Б** між осями **9–10** і натисніть лівою кнопкою миші;
- почніть вести перехрестя вліво, введіть з клавіатури значення **700** і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі;
- вкажіть напрямок побудови вгору та введіть значення **250**, натисніть **Enter**;
- побудуйте таким же чином **700**мм вправо і замкніть полілінію. Кожен раз підтверджуйте введення натисканням клавіші **Enter**.

## Етап 5: Навантаження

### Створення лінійного навантаження

- Викличте команду **Полілінія** натисканням по кнопці  (панель **Малювання** на вкладці **Головна**).
- При активній команді **Полілінія** виконайте наступне:
  - з розкритого списку шарів виберіть шар **лін\_навантаження** (панель **Шари** на вкладці **Головна**) (рис. 14.16);

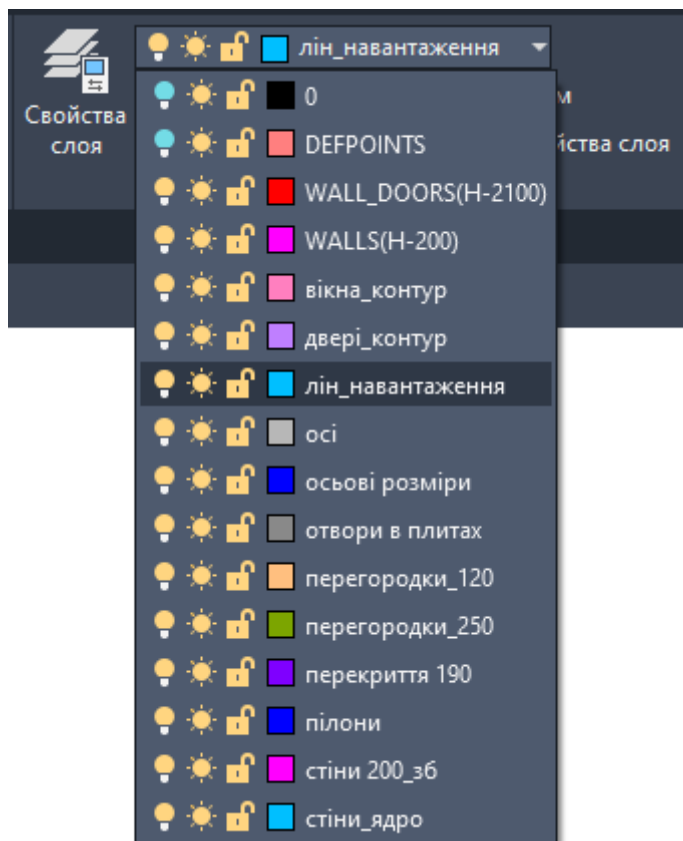



Рис. 14.16. Розкритий список шарів

- прив'яжемося до точки перетинання плити і пілону біля перетинання осей **Б– 2** і почніть вести перехрестя вправо, задавши таким чином напрямок відступу. За курсором потягнеться зелена пунктирна лінія;
- введіть з клавіатури значення відступу **60** і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі;
- вкажіть напрямок побудови вниз і введіть значення **1440**, натисніть **Enter**;
- побудуйте таким же чином **3650мм** вправо і **540мм** вгору. Кожен раз підтверджуйте введення натисканням клавіші **Enter**.
- Повторно натисніть **Enter**, щоб вийти з побудови полілінії.
- Викличте діалогове вікно **Швидкий вибір** (рис. 14.18) натисканням по команді  – **Швидкий вибір** (рис. 14.17) у вікні **Властивості**.

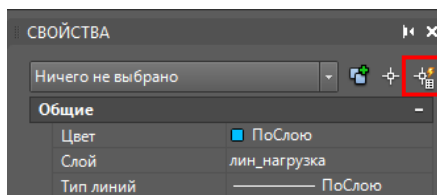


Рис. 14.17. Вікно Властивості

- У розпочатому діалоговому вікні **Швидкий вибір** виконайте наступне:
  - у розкритому списку **Тип об'єктів** виберіть **Полілінія**;
  - у блоці **Властивості** вкажіть **Шар**;
  - у розкритому списку **Значення** виберіть шар **лін\_навантаження**;
  - підтвердіть введені дані натисканням по кнопці **ОК**.

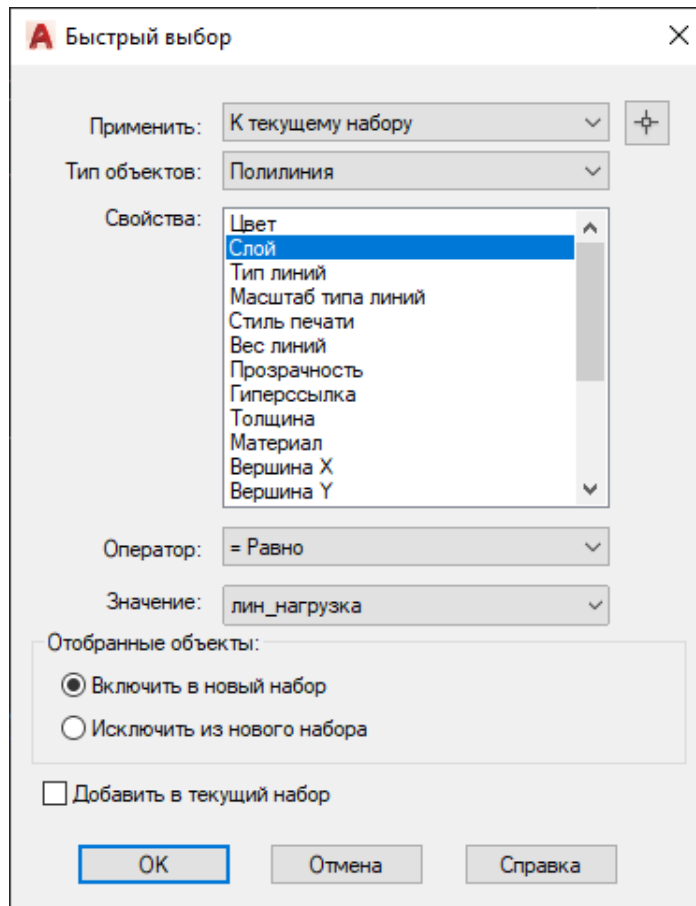



Рис. 14.18. Діалогове вікно **Швидкий вибір**

- На кресленні виділяться всі елементи, які належать шару **лін\_навантаження**.
- Викличте команду **Відобразити дзеркально** натисканням по кнопці  **Отразить зеркально** (панель **Редагування** на вкладці **Головна**).
- При активній команді **Відобразити дзеркально** виконайте наступне:
  - вкажіть 2 точки на осі 6, щоб задати вісь симетрії;
  - на питання **Видалити вихідні об'єкти? [Так Ні]** дайте відповідь **Ні** – натискання **Enter**;



*Принцип створення колон такий же як і для паль. Задається контур колони по габариту її перерізу з використанням об'єкту Polyline (наприклад див. шар Пілони). Для створення балок використовується об'єкт Polyline. Балки задаються в проекції на плані по габариту перерізу (по ширині).*

#### Збереження файлу

- Викличте діалогове вікно **Збереження креслення** натисканням по кнопці **Зберегти як** (меню



**Програми** – розкритий список **Зберегти як** –  **Креслення**).

- У розпочатому діалоговому вікні виконайте наступне:
  - у розкритому списку **Тип файлу** виберіть **AutoCAD 2007/LT2007 DXF (\*.dxf)**.
  - введіть ім'я файлу **1-й\_поверх.dxf** і натисніть кнопку **Зберегти**.



**Етап 6: Імпорт у САПФІР****Відкрити ПК САПФІР**

Для того щоб почати роботу з ПК САПФІР виконайте наступну команду Windows: **Пуск** ⇒ **Всі програми** ⇒ **ЛІРА– САПР 2020** ⇒ **САПФІР– 3D 2020**.

- Для створення нового проекту відкрийте меню програми та виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі інструментів).
- Викличте діалогове вікно **Параметри** (рис. 14.19) натисканням по кнопці  – **Властивості проекту** (панель **Проект** на вкладці **Створення**).
- У розпочатому діалоговому вікні проконтролюйте наступне:
  - **Поточний норматив ЗБК** – СП 63.13330.2012/2018;
  - **Норматив по навантаженнях** – СП 20.13330.2011/2016;
  - у рядку **Опис** введіть – **Навчальний приклад 14 – імпорт моделі з поверхових планів DXF**.
- Натисніть кнопку **Застосувати** і **Вихід**.



Описання, яке вводиться у властивостях проекту, можна побачити в провіднику Windows, якщо включити для нього **Область перегляду**. В області перегляду відображається останній ракурс моделі на момент збереження файлу, а також введена інформація про файл. Таким чином можна ще на етапі провідника зрозуміти чим відрізняються два однакових файли (наприклад, модель з АЖТ і модель без АЖТ з капітелями)

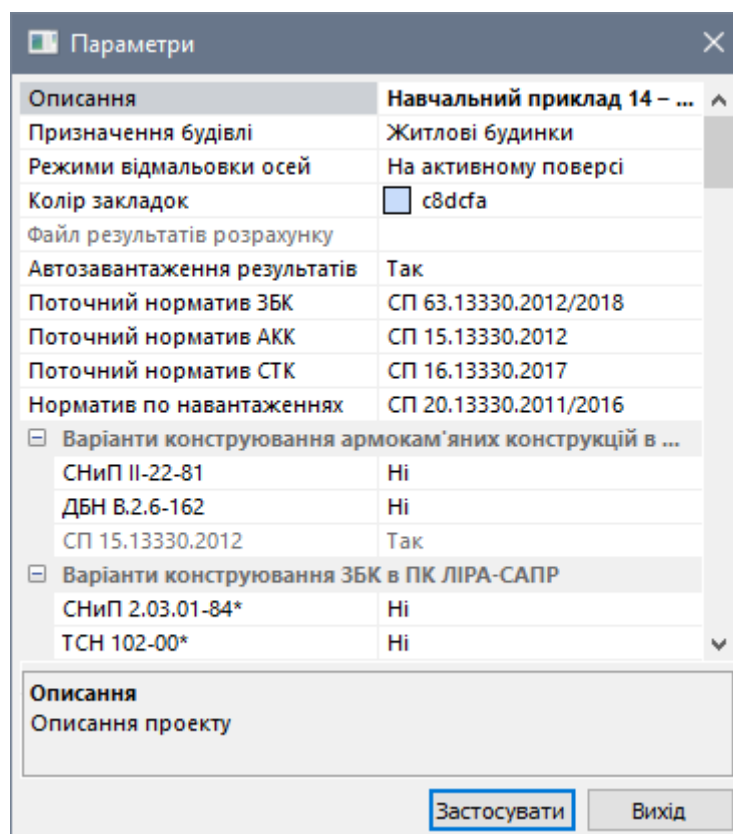



Рис. 14.19. Діалогове вікно **Властивості проекту**

- Викличте діалогове вікно **Імпорт поверхових планів** (рис. 14.20) натисканням по кнопці  – **Імпорт поверхових планів DXF** (меню Програми – Імпорт моделі... – Поверхові плани DXF).

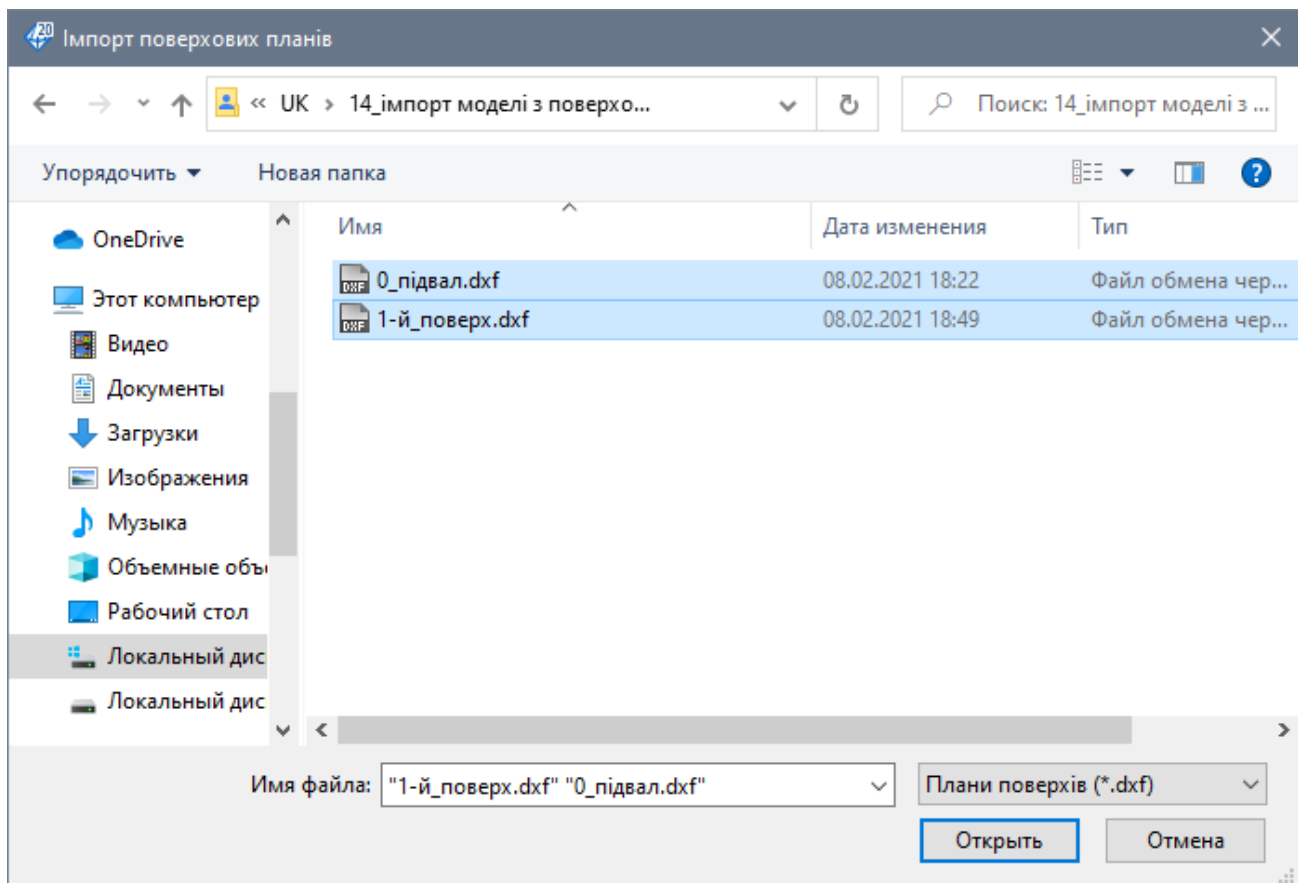


Рис. 14.20. Діалогове вікно **Імпорт поверхових планів**

- У розпочатому діалоговому вікні **Імпорт поверхових планів** виберіть файли **0\_підвал.dxf** і **1-й\_поверх.dxf** (утримуючи натиснутою клавішу **Shift**) і натисніть кнопку **Відкрити**. Плани завантажаться в модель і стане доступним діалог призначення параметрів **Імпорт DXF** (рис. 14.21).

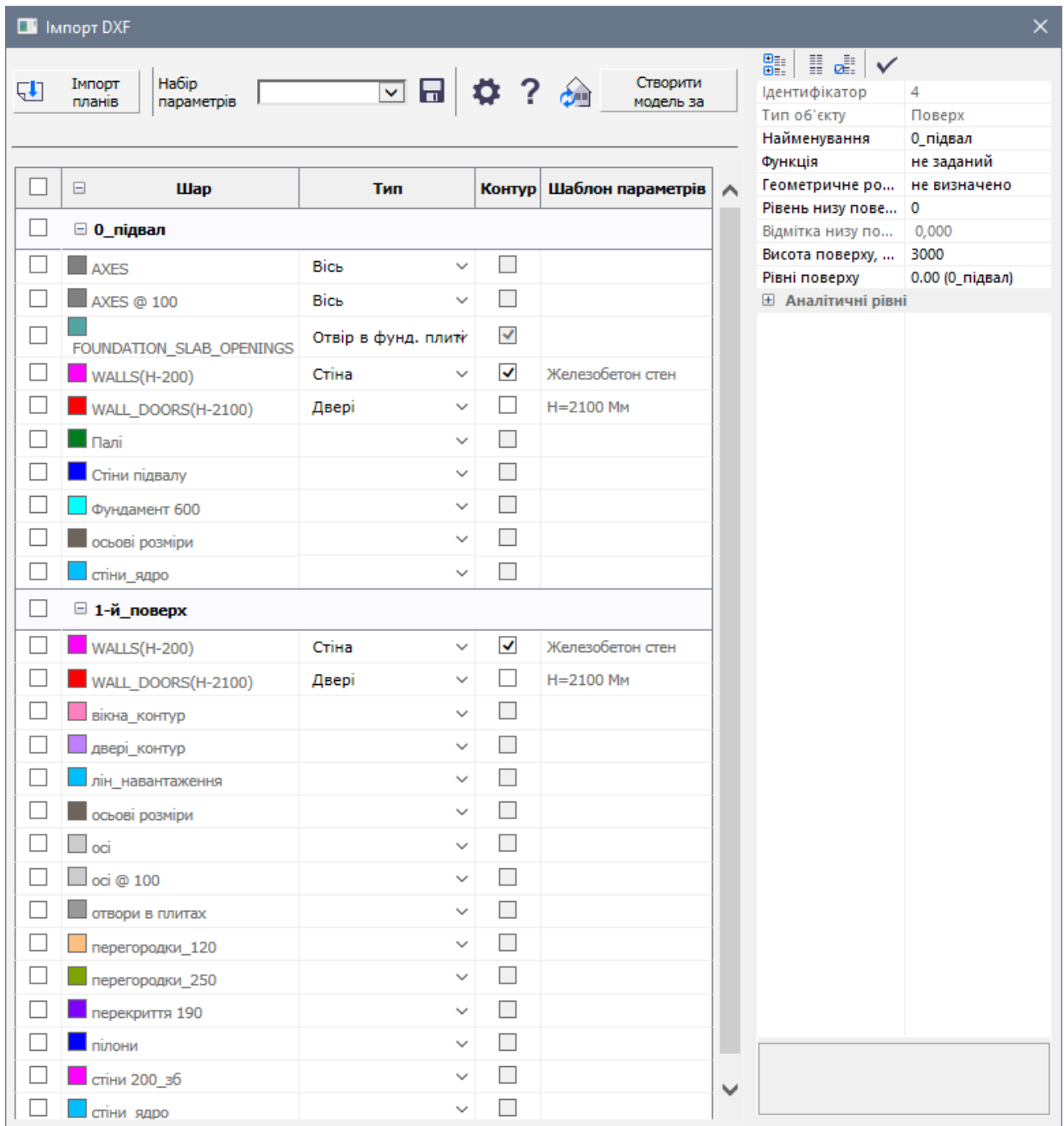



Рис. 14.21. Діалогове вікно Імпорт DXF



У діалоговому вікні **Імпорт DXF** першим у списку завжди йде самий нижній поверх. Поверхи в діалоговому вікні упорядковано наступним чином: спочатку цифри, потім латинські літери в алфавітному порядку, після цього кириличні літери в алфавітному порядку. Тому для того щоб підвальний поверх був у нас першим у списку ми додали перед ним цифру 0.

#### Призначення параметрів поверхам




- Натисніть по найменуванню поверху **0\_підвал** – у правій області діалогового вікна відобразяться властивості поверху:
  - вкажіть **Рівень низу поверху, мм** – (– 3000);
  - натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Натисніть по найменуванню поверху **1-й поверх** – у правій області діалогового вікна відобразяться властивості поверху:

- Бачимо, що рівень низу першого поверху автоматично призначився **0 мм**.



Для шарів, у найменуванні яких були прописані властивості об'єктів (наприклад, WALLS (H-200)) відбулося розпізнавання об'єктів і у стовпці **Шаблон параметрів** з'явилася коротка інформація про призначені властивості: товщина для плит і стін, переріз для колон і балок, матеріал, висота і рівень для дверей і вікон, завантаження та значення навантажень. При активації даних шарів на одному поверсі – вони автоматично активуються на всіх інших.

Призначення параметрів шарам для поверху 0\_підвал

- Встановіть прапорці навпроти шарів: **AXES, FOUNDATION\_SLAB\_OPENINGS, WALLS(H- 200) і WALL\_DOORS(H- 2100)** (прапорець означає «створювати шар»).
- Для шару **Палі**:
  - встановіть прапорець навпроти шару **Палі** (прапорець означає «створювати шар»);
  - у розкритому списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Паля**;
  - установіть прапорець **Контур**;
  - в області властивостей напроти параметру **Тип обпирання плити на палю** задайте **Шарнірне**;
- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Для шару **Стіни підвалу**:
  - установіть прапорець створювати шар **Стіни підвалу**;
  - у розкритому списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Стіна**;
  - установіть прапорець **Контур**;
- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Для шару **Фундамент 600**:
  - установіть прапорець створювати шар **Фундамент 600**;
  - у розкритому списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Фунд. плита**;
  - в області властивостей двічі натисніть по рядку **Граничні умови** і викличте діалогове вікно **В'язі** натисканням по  навпроти параметру **В'язі**;
  - у розпочатому діалоговому вікні встановіть прапорці **X, Y** і натисніть кнопку **ОК**;

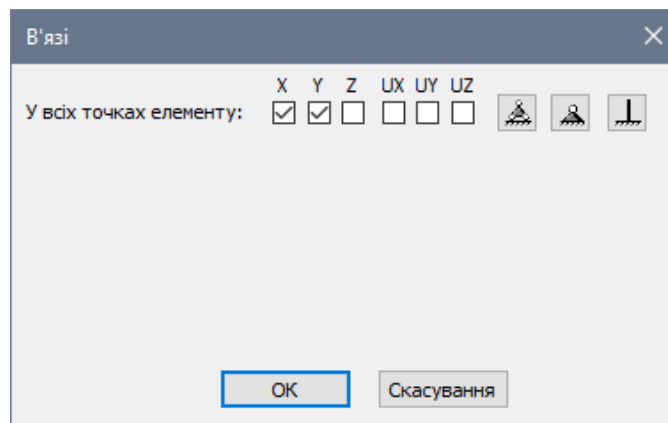





Рис. 14.22. Діалогове вікно **В'язі**

- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).

Призначення параметрів шарам для поверху 1-й\_поверх

- Для шару **двері\_контур**:
  - установіть прапорець створювати шар **двері\_контур**;
  - у розкритому списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Двері**;
  - установіть прапорець **Контур**.

- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Для шару **лін\_навантаження**:
  - установіть прапорець створювати шар **лін\_навантаження**;
  - у розкритому списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Лінійне навантаження**;
  - в області властивостей проконтролюйте, щоб для параметру **Завантаження** стояло **Завантаження інше**;
  - задайте **Значення, тс/м – 0.24**;
  - **Друге значення, тс/м – 0.24**;
- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Для шару **вікна\_контур**:
  - установіть прапорець створювати шар **вікна\_контур**;
  - у розкритому списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Вікно**;
  - установіть прапорець **Контур**.
  - в області властивостей викличте діалогове вікно **Параметри вікон** натисканням по  навпроти параметру **Параметри прорізу**;
  - у розпочатому діалоговому вікні задайте **Висота (Н), мм – 1300** і натисніть кнопку **ОК**;

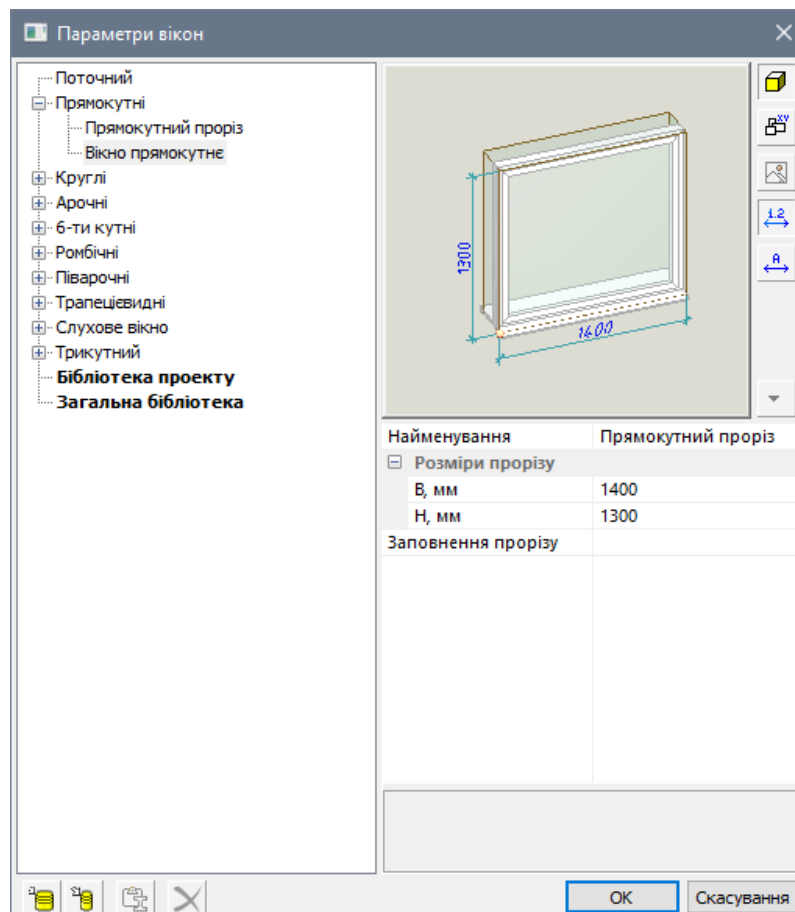






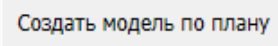





Рис. 14.23. Діалогове вікно **Параметри прорізу**

- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Для шарів **осьові розміри**, **осі** та **осі@100** не буде відповідних об'єктів, тому ці шари ми просто пропускаємо.
- Для шару **отвори у плитах**:


- установіть прапорець створювати шар **отвори у плитах**;
- у розкривному списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Отвір у плиті** (для замкнутих об'єктів прапорець **Контур** встановлюється автоматично).
- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- 
- Утримуючи натиснутою клавішу **Shift** на клавіатурі виділіть шари **перегородки\_120** і **перегородки\_250**:
  - встановіть прапорці створювати шари **перегородки\_120** і **перегородки\_250**;
  - у розкривному списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Перегородка**;
  - установіть прапорець **Контур**.
- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Для шару **перекриття\_190**:
  - установіть прапорець створювати шар **перекриття\_190**;
  - у розкривному списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Плита**;
  - в області властивостей задайте **Товщина, мм** – **190**;
  - Двічі натисніть по рядку **Навантаження на плиту** і задайте значення: **Постійне навантаження на плиту, тс/м** – **0.2**, **Короткочасне навантаження на плиту, тс/м** – **0.1**;
- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Для шару **пілони**:
  - установіть прапорець створювати шар **пілони**;
  - у розкривному списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Колона**;
  - установіть прапорець **Контур**.
- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Для шару **стіни\_200\_зб**:
  - установіть прапорець створювати шар **стіни\_200\_зб**;
  - у розкривному списку **Тип** виберіть тип об'єкту **Стіна**;
  - установіть прапорець **Контур**.
- натисніть кнопку  – **Застосувати властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Натисніть кнопку , щоб створити 3D модель.
- Закрийте діалогове вікно натисканням по кнопці  – **Закрити**.



Задані параметри для об'єктів шару можуть бути збережені для подальшого використання. Наприклад, якщо Ви все ще редагуєте схему в AutoCAD і постійно довантажуйте поверхні плани в САПФІР. У набір параметрів зберігаються всі задані параметри об'єктів, крім прапорця **Контур**. Набір параметрів підвантажується в інший проект і підключається до шарів по імені. Для збереження набору параметрів натисніть кнопку  – **Зберегти набір** у верхній частині діалогового вікна. Відкриється діалогове вікно в яке необхідно буде ввести ім'я набору параметрів і натиснути на кнопку  – **Застосувати**. Для того, щоб завантажити набір параметрів, необхідно вибрати його з розкривного списку.

## Етап 7: Копіювання поверхів

Контроль коректності моделі

- Для того, щоб переключитися в аналітичне представлення, натисніть кнопку  – **Аналітична модель** (рис. 14.24) на панелі інструментів **Візуалізація**.

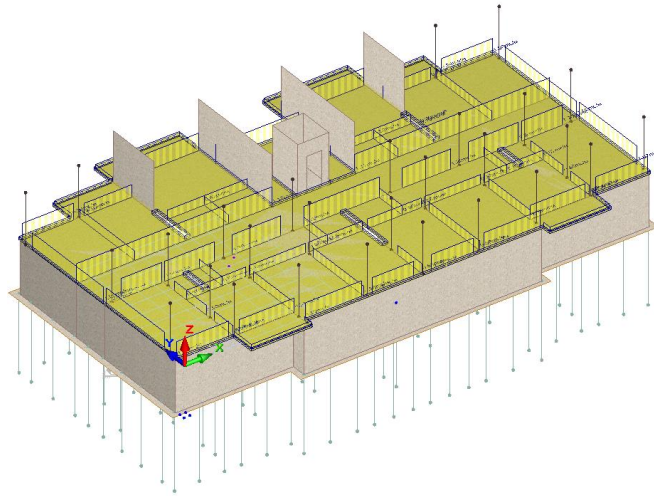




Рис. 14.24. Аналітичне представлення моделі

- Проконтролюйте, щоб модель вийшла коректною та відключіть аналітичне представлення натисканням по кнопці  – **Аналітична модель** на панелі інструментів **Візуалізація**.
- У діалоговому вікні **Структура** проконтролюйте, щоб активним був  **1-й\_поверх**.
- Викличте діалогове вікно **Створити новий поверх** (рис. 14.25) натисканням по кнопці  – **Поверх** (панель **Проект** на вкладці **Головна**).

**Створити новий поверх** ✕

Найменування:

Кількість :

Висота поверху

Рівень :  (відмітка низу поверху)

Розміщення нового поверху  
У будівлі "Будівля 1"

додати верхній поверх  
 вставити над поточним поверхом  
 вставити під поточним поверхом  
 додати нижній поверх


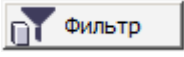
вставити елементи з буфера обміну  
 копіювати елементи  Фільтр  
 перевірити коректність елементів  
 призначити новий поверх в якості поточного  
 показати план нового поверху  
 службовий (ігнорований)

Рис. 14.25. Діалогове вікно **Створити новий поверх**

- У розпочатому діалоговому вікні задайте наступне:
  - найменування – **2- й поверх**;

- кількість поверхів – 8;
- установіть прапорець **копіювати елементи**;
- натисканням по кнопці  викличе діалогове вікно **Фільтр об'єктів** (рис. 14.26);
- у розпочатому діалоговому вікні зніміть прапорець **Блок** і натисніть кнопку **ОК**;

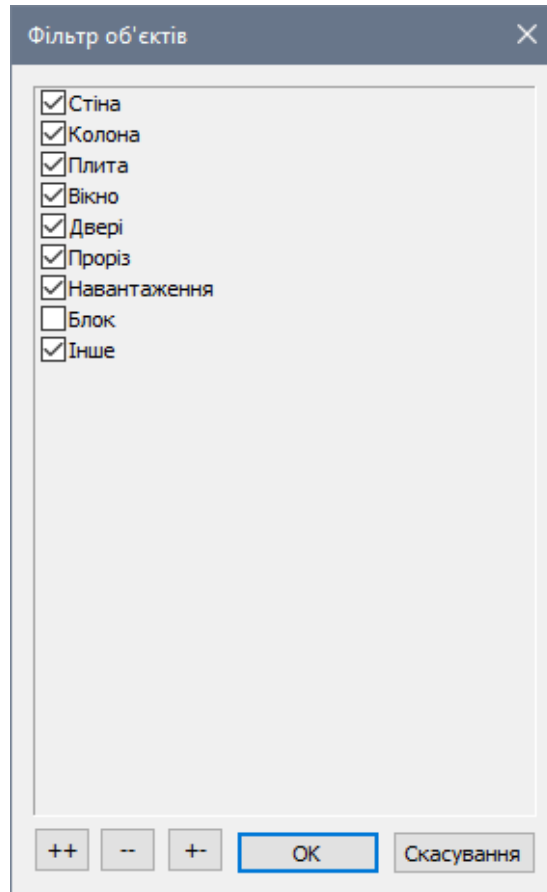






Рис. 14.26. Діалогове вікно **Фільтр об'єктів**

- натисніть кнопку **ОК**, щоб підтвердити копіювання поверхів.

#### Коригування останнього поверху

- Виділіть плиту останнього поверху і натисніть кнопку  – **Копіювати** (розкритий список **Копіювати** панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).
- Натисніть кнопку  – **Вставити** (розкритий список **Вставити** панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).
- У рядку властивостей інструменту **Плита** натисніть кнопку  – **Від верху поверху** у розкритому списку **Висотна прив'язка**.
- Викличте діалогове вікно **Еквідистанта** (рис. 14.27) натисканням по кнопці  – **Еквідистанта** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).
- У розпочатому діалоговому вікні задайте наступне:
  - **Відступ, мм** – 300;
  - натисніть кнопку **ОК**.



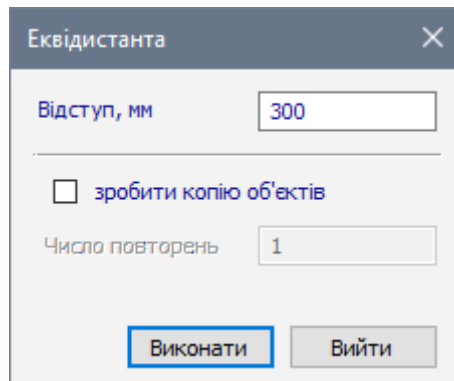




Рис. 14.27. Діалогове вікно **Еквідистанта**

- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з плити.
- Натисніть кнопку  – **Вид спереду** на панелі інструментів **Проекції та види**.
- Викличте діалогове вікно **Фільтр указування об'єктів** (рис. 14.28) натисканням по кнопці  **Фільтр указування об'єктів** на панелі інструментів **Візуалізація**.

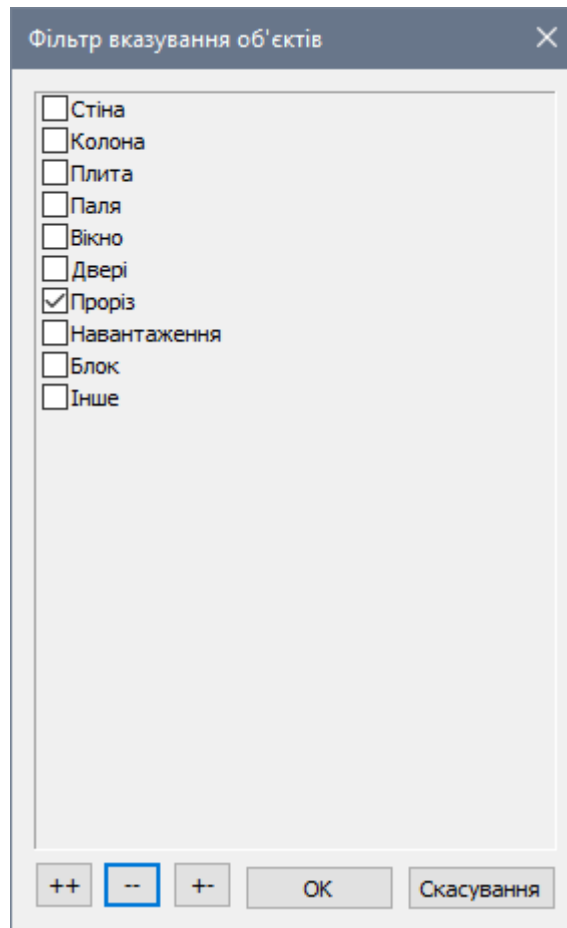







Рис. 14.28. Діалогове вікно **Фільтр указування об'єктів**

- У розпочатому діалоговому вікні виконайте наступне:
  - відключіть указування всіх об'єктів натисканням по кнопці ;
  - установіть прапорець навпроти об'єкту **Проріз**;
  - натисніть кнопку **ОК** для підтвердження.
- Виділіть рамкою зліва направо плиту перекриття верхнього поверху (виділяться тільки прорізи, розташовані в плиті).

- Натисніть кнопку  – **Видалити** у розкритому списку **Видалити** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).
- Викличте діалогове вікно **Фільтр указування об'єктів** (рис. 14.28) натисканням по кнопці  – **Фільтр указування об'єктів** на панелі інструментів **Візуалізація**.
- У розпочатому діалоговому вікні виконайте наступне:
  - включіть указування всіх об'єктів натисканням по кнопці ;
  - натисніть кнопку **ОК**, щоб вийти з діалогового вікна.

## Етап 8: Редагування списку завантажень

### Редактор завантажень

- Викличте діалогове вікно **Завантаження** (рис. 14.29) натисканням по кнопці  – **Завантаження** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення**).

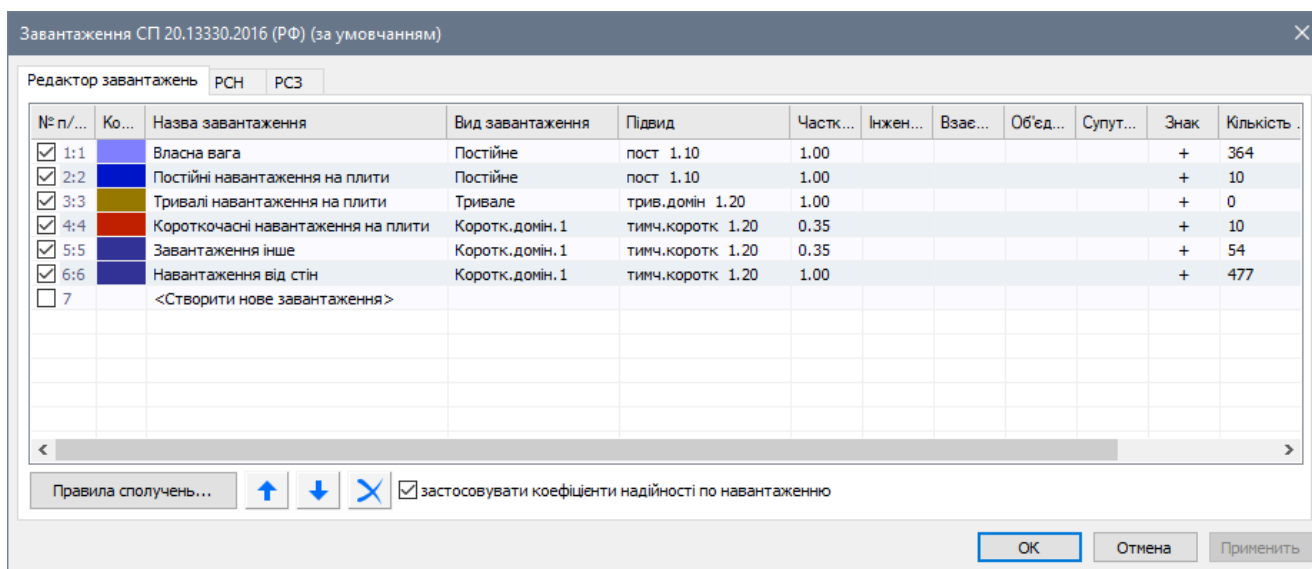



Рис. 14.29. Діалогове вікно **Завантаження**

- У розпочатому діалоговому вікні задайте наступне:
  - виділіть рядок **Завантаження інше** і натисніть кнопку  – **Опустити**;
  - виконайте натискання по назві **Завантаження інше**, щоб воно стало доступним для редагування і введіть найменування **Балкони**;
  - у стовпцях **Вид завантаження** і **Підвид** встановіть для завантажень наступні види та підвиди:
    - Власна вага – **Постійне, пост 1.10**;
    - Постійне навантаження на плити – **Постійне, пост.1.10**;
    - Тривалі навантаження на плити – **Тривало, трив. домін. 1.20**;
    - Тимчасові навантаження на плити – **Коротк.домін.1, тимч.кор 1.20**;
    - Навантаження від стін – **Постійне, пост.1.10**;
    - Балкони – **Постійне, пост.1.10**.
  - перейдіть на закладку **РСЗ** і натисніть кнопку **Згенерувати**, у діалоговому вікні сформується розрахункові сполучення зусиль;
  - виконайте натискання по кнопці **ОК**, щоб підтвердити внесені зміни та закрити діалогове вікно.



У діалоговому вікні **Завантаження** призначаються види завантажень і генеруються таблиці РСЗ, РСН згідно Нормативу по навантаженнях, заданому в діалоговому вікні **Властивості проекту**.

## Етап 9: Створення розрахункової моделі


### Формування розрахункової моделі

- Викличте діалогове вікно **Створити нову розрахункову модель** (рис. 14.30) натисканням по кнопці



– **Розрахункова модель** на вкладці **Аналітика**.

Рис. 14.30. Діалогове вікно **Створити нову розрахункову модель**

- У розпочатому діалоговому вікні натисніть кнопку **ОК**.
- Викличте діалогове вікно **Параметри** (рис. 14.31) натисканням по кнопці  – **Властивості розрахункової моделі**.

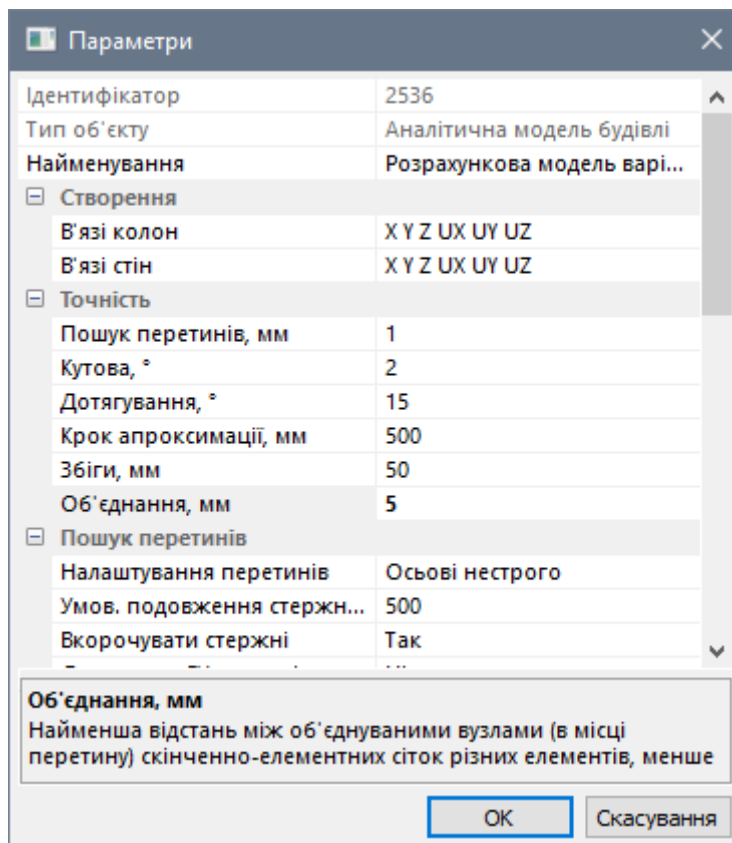



Рис. 14.31. Діалогове вікно **Властивості розрахункової моделі**

- У розпочатому діалоговому вікні задайте наступне:
  - **Точність об'єднання, мм – 5;**
  - **Налаштування перетинів – Осьові нестрого;**
  - натисніть кнопку **ОК**, щоб підтвердити внесені зміни.
- Натисніть кнопку  – **Знайти перетини елементів** у розкритому списку **Перетнути** (панель **Розрахункова модель: триангуляція** на вкладці **Аналітика**).
- У діалоговому вікні **САПФІР** (рис. 14.32) натисніть кнопку **Так**.

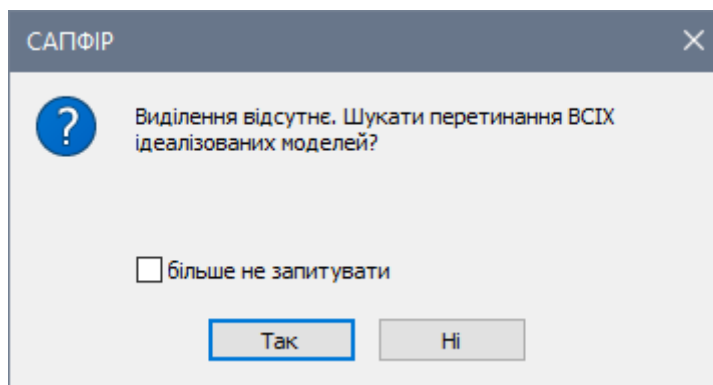



Рис. 14.32. Діалогове вікно **САПФІР**

- Викличте діалогове вікно **Налаштування триангуляційної сіті** (рис. 14.33) натисканням по кнопці  – **Налаштування** (панель **Розрахункова модель: триангуляція** на вкладці **Аналітика**).

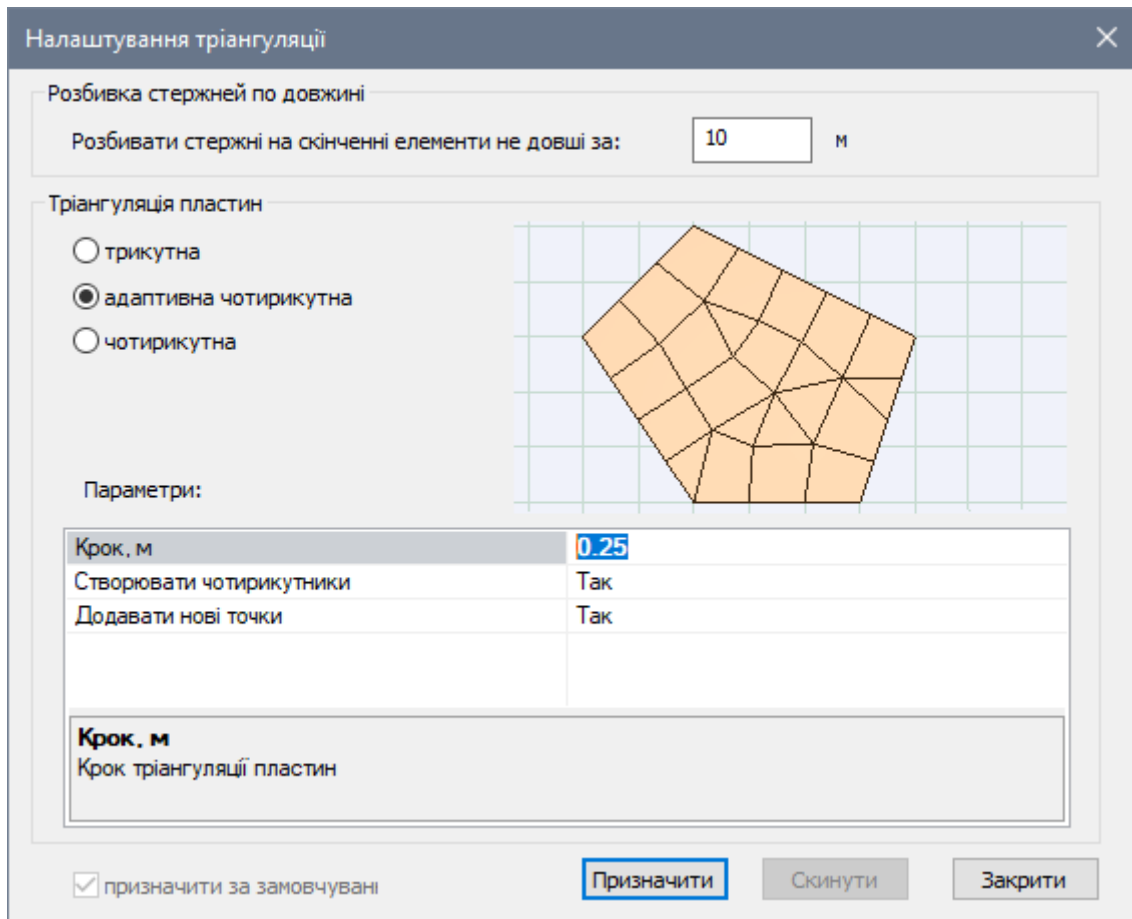



Рис. 14.33. Діалогове вікно **Налаштування тріангуляції**

- У розпочатому діалоговому вікні задайте наступне:
  - Проконтролюйте, щоб тип тріангуляції був вибраний – **адаптивна чотирикутна**;
  - крок, м – **0.25**;
  - натисніть кнопку **Призначити**.
- Натисніть кнопку  – **Створити тріангуляційну сіть** у розкритому списку **Сіть** (панель **Розрахункова модель: тріангуляція** на вкладці **Аналітика**).
- У діалоговому вікні **САПФІР** (рис. 14.34) натисніть кнопку **Так**.

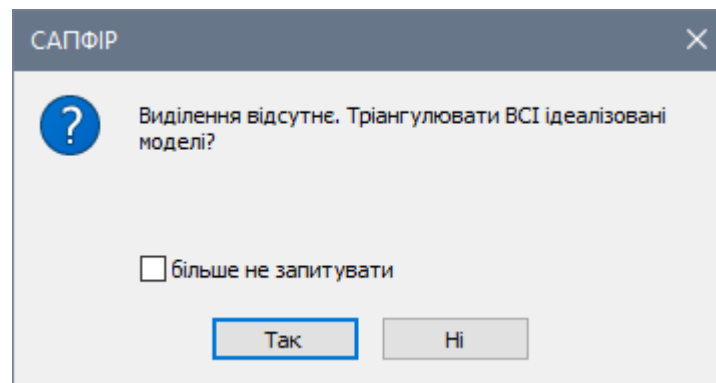


Рис. 14.34. Діалогове вікно **САПФІР**

- Розрахункова модель з тріангуляцією виглядає наступним чином (рис. 14.35).

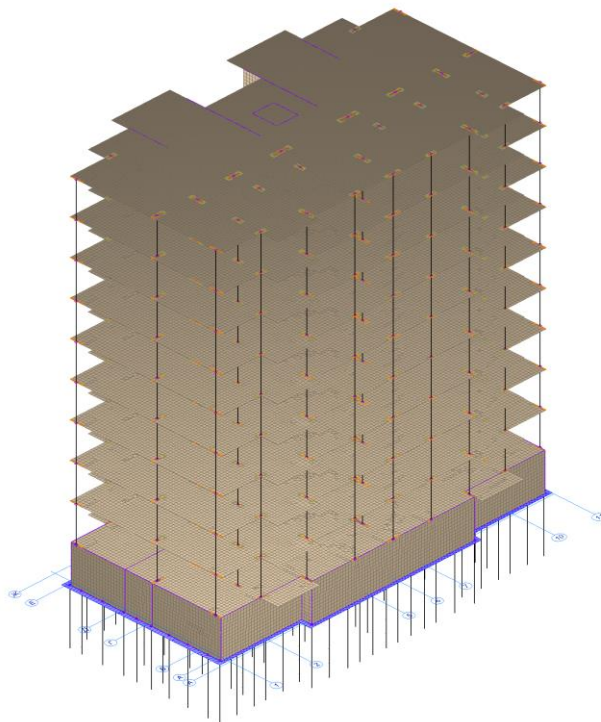




Рис. 14.35. Розрахункова модель з перетинаннями та триангуляцією

#### Збереження файлу САПФІР

- Для збереження інформації про проект відкрийте меню програми та виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).

#### Відкриття файлу у ВІЗОР-САПР


- Щоб відкрити скінченно-елементну схему у ВІЗОР-САПР натисніть кнопку  – **Відкрити** у розкритому списку **Відкрити** (панель **Розрахунок** у ЛІРА–САПР на вкладці **Аналітика**).



Програма створить файл у форматі \*.s2l в каталозі C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2017\Data і відкриє цей файл у системі **ВІЗОР-САПР**.

- Запуститься ВІЗОР-САПР з відкритим файлом задачі.

#### **Етап 10. Повний розрахунок схеми**

- Запустіть задачу на розрахунок натисканням по кнопці  – **Повний розрахунок** у розкритому списку **Виконати розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного та динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

## Приклад 17. Технологія використання системи ГРУНТ для створення плоского і тривимірного ґрунтових масивів

### Цілі та задачі:

- продемонструвати процедуру створення плоскої задачі на основі просторової моделі ґрунтової основи майданчика будівництва з автоматичною триангуляцією та призначенням фізико-механічних характеристик скінчених елементів ґрунту;
- продемонструвати процедуру створення тривимірного ґрунтового масиву з автоматичною триангуляцією та призначенням фізико-механічних характеристик скінчених елементів ґрунту.

### Вихідні дані:

При створенні плоского та тривимірного ґрунтових масивів використовується модель ґрунту з прикладу 9. Для варіанту тривимірного ґрунтового масиву – залізобетонна фундаментна плита розміром 6 x 6 м, товщиною 600 мм.

Навантаження (варіант тривимірного ґрунтового масиву):

- завантаження 1 – навантаження від власної ваги.

### Етап 1. Коригування моделі ґрунту



Для створення плоского і тривимірного ґрунтових масивів буде використана модель ґрунту з прикладу 9 (знаходиться в папці *Samples\rus* з навчальними прикладами).

- Відкрийте файл **09\_модель ґрунту.sld** з вищезгаданої папки.
- Для збереження моделі ґрунту під іншим ім'ям виконайте пункт меню **Файл ⇒ Зберегти як**.
- У діалоговому вікні **Зберегти як** (рис. 17.1) задайте:
  - ім'я файлу – **17\_модель ґрунту**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (потрібно вказати каталог зберігання файлів вихідних даних, за умовчанням вибирається папка – **Data**).
- Натисніть кнопку **Зберегти**.

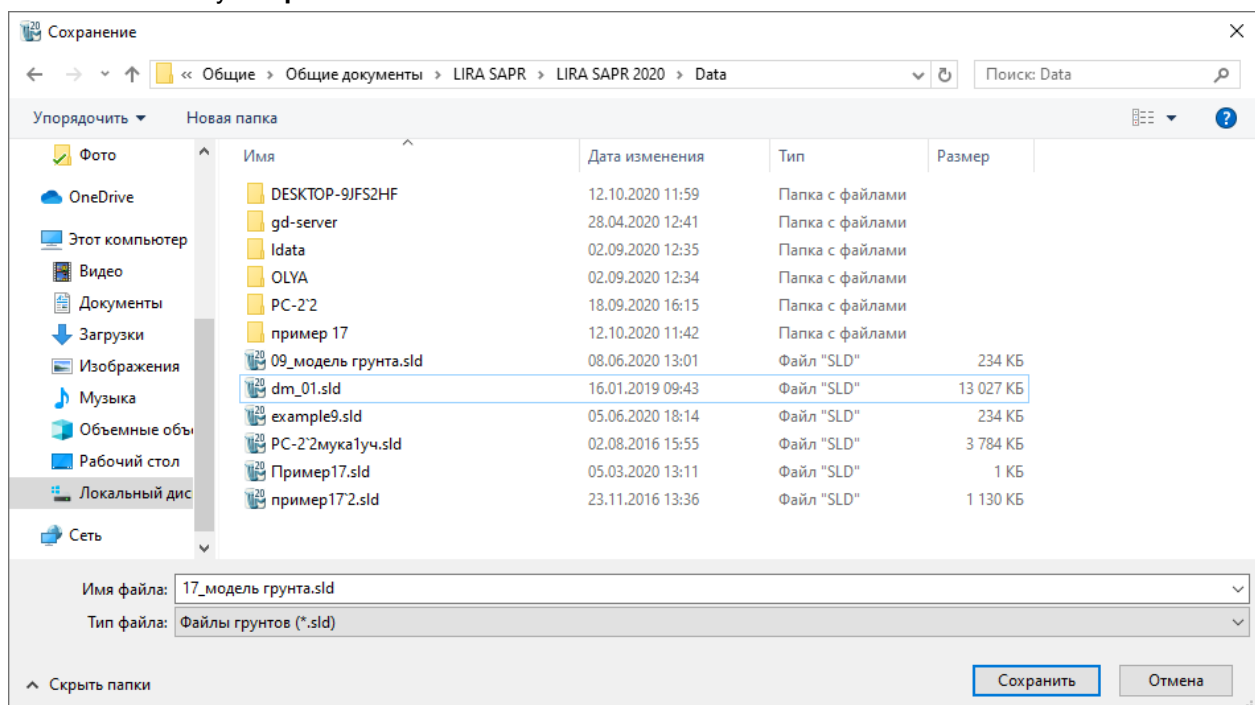





Рис. 17.1. Діалогове вікно **Зберегти як**

- Для того щоб закрити файл моделі ґрунту, натисніть на кнопку  – **Закрити**.

Для того щоб почати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows: **Пуск** ⇒ **Всі програми (Всі додатки)** ⇒ **LIRA SAPR** ⇒ **ЛІРА-САПР 2020** ⇒ **ЛІРА-САПР 2020**.

## Етап 2. Створення нової задачі (плоский ґрунтовий масив)

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 17.2) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **17\_2D ґрунт\_масив**;
  - у розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок 2 – Три ступені свободи у вузлі (переміщення X,Z,Uy) X0Z.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

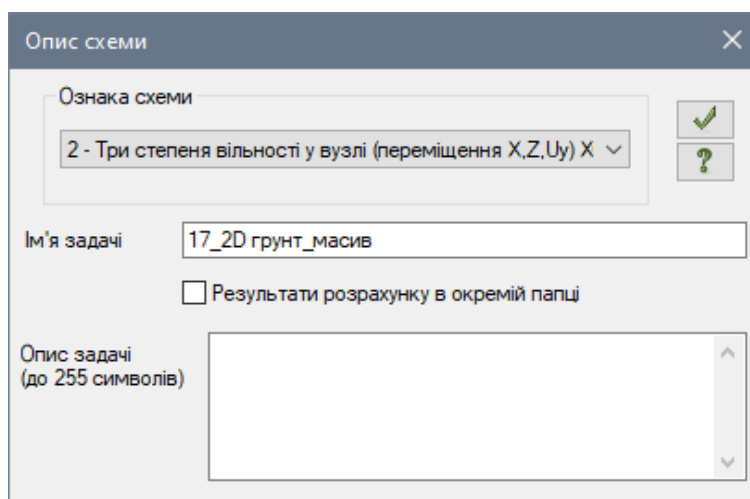




Рис. 17.2. Діалогове вікно **Опис схеми**



Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в меню **Програми** у розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  **2** – **Друга ознака схеми (Три ступені свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу у розкритому списку

**Новий** виберіть команду  **2** – **Друга ознака схеми (Три ступені свободи у вузлі)**. Після цього потрібно задати тільки ім'я задачі.

Установка 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 та подальшої передачі файлів результатів розрахунку або перегляду і аналізу цих файлів за допомогою провідника або інших файлових менеджерів.


## Етап 3. Створення плоского ґрунтового масиву



Створення плоскої розрахункової схеми ґрунтового масиву допускається при пустому робочому полі **ВІЗОР-САПР**.

### [Запуск системи ҐРУНТ](#)



- Викличте діалогове вікно **Створення плоских KE ґрунтового масиву** (рис. 17.3) натисканням по кнопці  – **Плоский ґрунтовий масив** (панель **Ґрунт** на вкладці **Розширене редагування**).
- У цьому діалоговому вікні натисніть на кнопку **Підключити модель ґрунту**.

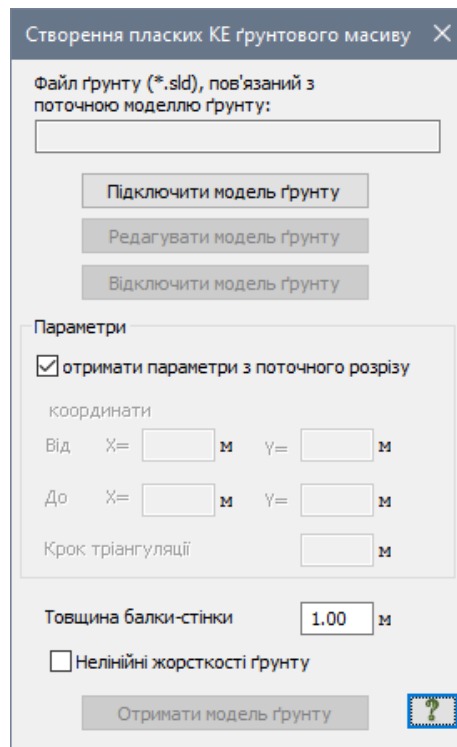


Рис. 17.3. Діалогове вікно **Створення плоских KE ґрунтового масиву**

- У діалоговому вікні **Відкрити файл моделі ґрунту** (рис. 17.4) виділіть файл **17\_модель ґрунту.sld**.
- Натисніть кнопку **Відкрити**.

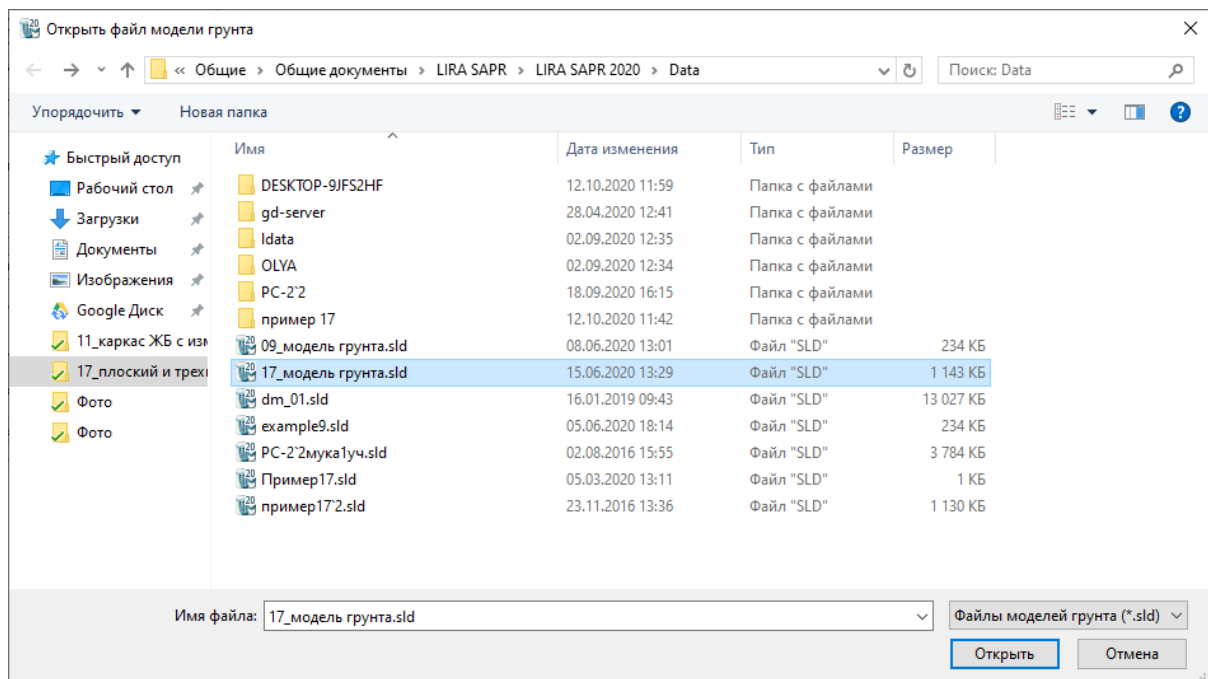




Рис. 17.4. Діалогове вікно **Відкрити файл моделі ґрунту**



Робоче вікно системи **ГРУНТ**, викликане натисканням по кнопці  – **Плоский ґрунтовий масив** (панель **Ґрунт** на вкладці **Розширене редагування**), і робоче вікно системи **ГРУНТ**,

викликане натисканням по кнопці  – **Модель ґрунту** (панель **Ґрунт** на вкладці **Розширене редагування**), – це не одне і те ж.

### Завдання та триангуляція плоского вертикального розрізу



У плаваючому вікні **Довільний розріз** відображається плоский вертикальний розріз, який за умовчанням проводиться через координати перших двох свердловин, а також навантаження.

- Для того щоб задати довільний плоский розріз ґрунтового масиву, в плаваючому вікні **Довільний**

**розріз** натисніть кнопку  – **Вказати точки на плані**.

- Послідовно вкажіть на плані початок і кінець лінії розрізу, як це показано на рис. 17.5.

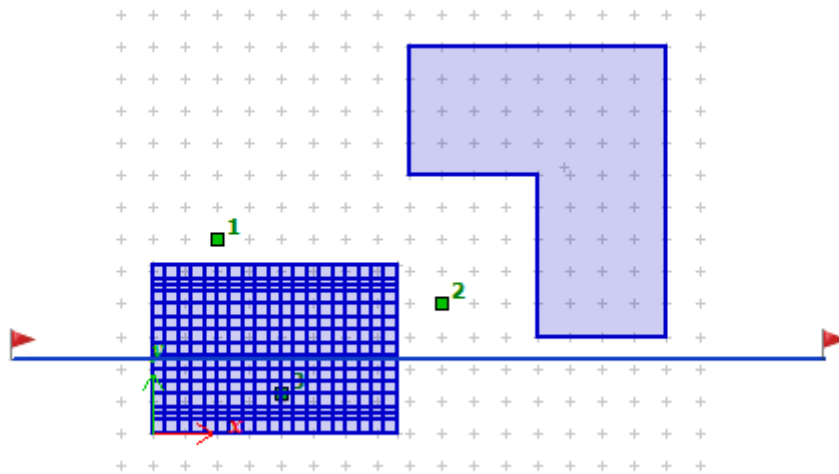


Рис. 17.5. Завдання лінії розрізу ґрунтового масиву

- Після цього, для того щоб збільшити розміри плаваючого вікна, потягніть верхній край вікна **Довільний розріз** до потрібного розміру вгору.
- Далі, в цьому ж вікні, у клітинці **Крок** задайте величину кроку триангуляції заданого розрізу, що дорівнює **0.8** (м).

- Натисніть кнопку  – **Триангулювати**.

- Залиште інформацію за допомогою меню **Файл** ⇒ **Зберегти** (кнопка  на панелі інструментів).

### Імпорт даних у ВІЗОР-САПР

- Щоб перейти в режим формування розрахункової схеми, натисніть по значку ПК ЛІРА-САПР на панелі задач операційної системи (за умовчанням знаходиться в нижній частині екрану).
- Після цього, для автоматичного формування жорсткісних характеристик ґрунтових КЕ як нелінійних, у діалоговому вікні **Створення плоских КЕ ґрунтового масиву** (рис. 17.6) встановіть прапорець **Нелінійні жорсткості ґрунту** (за умовчанням товщина плоских КЕ ґрунту прийнята рівною **1 м**).
- Для відображення розрахункової схеми, що містить трикутні КЕ ґрунту з типами жорсткості, відповідними заданим характеристикам ґрунтів, натисніть кнопку **Отримати модель ґрунту**.

- Закрийте діалогове вікно **Створення плоских КЕ ґрунтового масиву** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

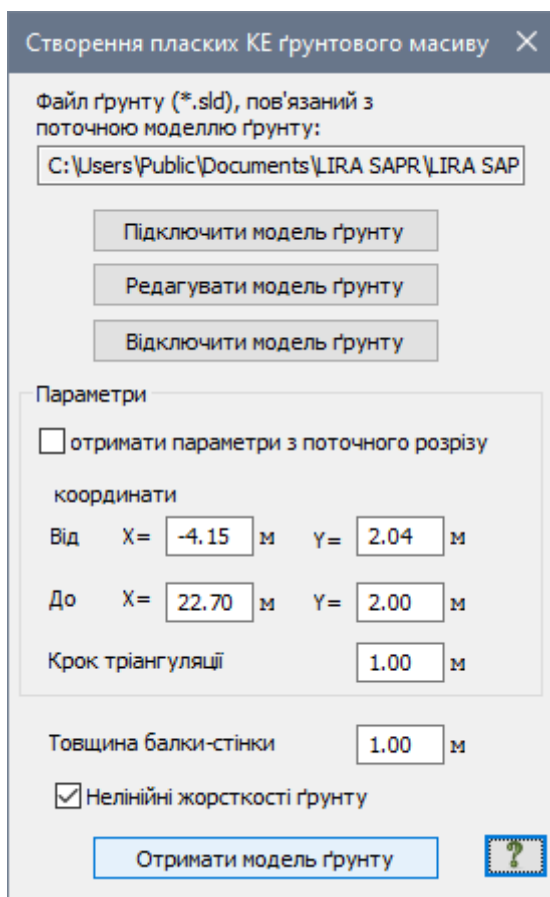


Рис. 17.6. Діалогове вікно Створення плоских КЕ ґрунтового масиву



В отриманій розрахунковій схемі автоматично формуються два блоки. Один з них включає в себе вузли та елементи, що знаходяться в місці виїмки ґрунту (котлован), а другий включає в себе вузли та елементи, що знаходяться за межами котловану.

#### Завершення формування розрахункової схеми у ВІЗОР-САПР

- Завершення формування розрахункової схеми можна здійснити подібно опису прикладу 10.



Після завершення формування розрахункової схеми рекомендується виконати упаковку. Для коректної видачі результатів розрахунку в пластинчастих елементах потрібно провести узгодження місцевих осей.



Діалогове вікно, за допомогою якого можна провести узгодження місцевих осей пластин,

можна викликати натисканням по кнопці  – **Місцеві осі пластин** (панель **Редагування пластин** на контекстній вкладці **Пластини**).

Навантаження, задане в середовищі системи ГРУНТ, на розрахункову схему не передається, так як заздалегідь невідомо, як саме буде проведено розріз.

- Після закінчення формування розрахункової схеми можна виконувати фізично нелінійний розрахунок схеми та переглядати результати розрахунку.

#### Етап 4. Створення нової задачі (тривимірний ґрунтовий масив)

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 17.7) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **17\_3D ґрунт\_масив**;
  - у розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **5 – Шість ступенів свободи у вузлі**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

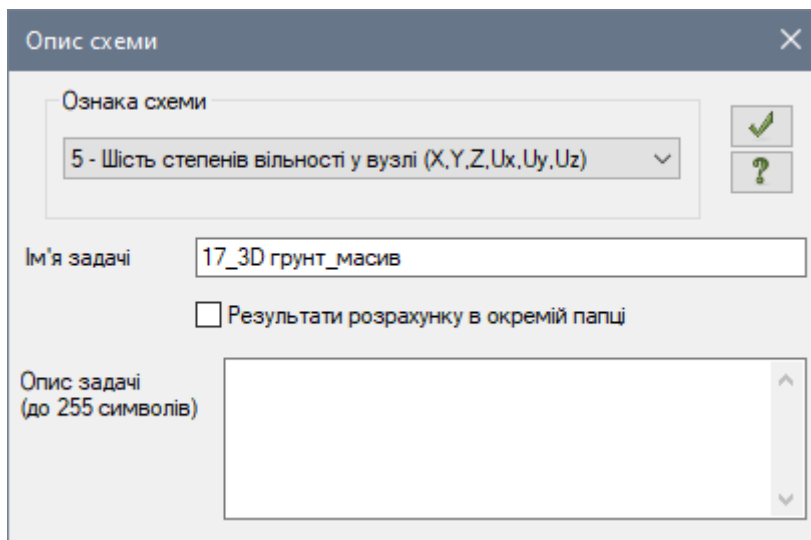




Рис. 17.7. Діалогове вікно **Опис схеми**




Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в


меню **Програми** у розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу у розкритому

списку **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)**. Після цього потрібно задати тільки ім'я задачі.

Установка прапорця **Результати розрахунку в окремій папці** у діалоговому вікні **Опис схеми** дає можливість зберігати всі результати розрахунку для конкретної задачі в окремій папці з ім'ям, яке співпадає 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 та подальшої передачі файлів результатів розрахунку або перегляду та аналізу цих файлів за допомогою провідника або інших файлових менеджерів.

## Етап 5. Створення геометричної схеми фундаментної плити

- Викличте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів і сітей** на закладці **Генерація плити**, вибравши команду  – **Генерація плити** у розкритому списку **Генерація регулярних фрагментів і сітей** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- У таблиці діалогового вікна задайте крок скінченно-елементної сітки уздовж першої та другої осей:
  - Крок уздовж першої осі: Крок уздовж другої осі:
 

L(м)	N	L(м)	N
0.5	12	0.5	12.
  - Інші параметри приймаються за умовчанням (рис. 17.8).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

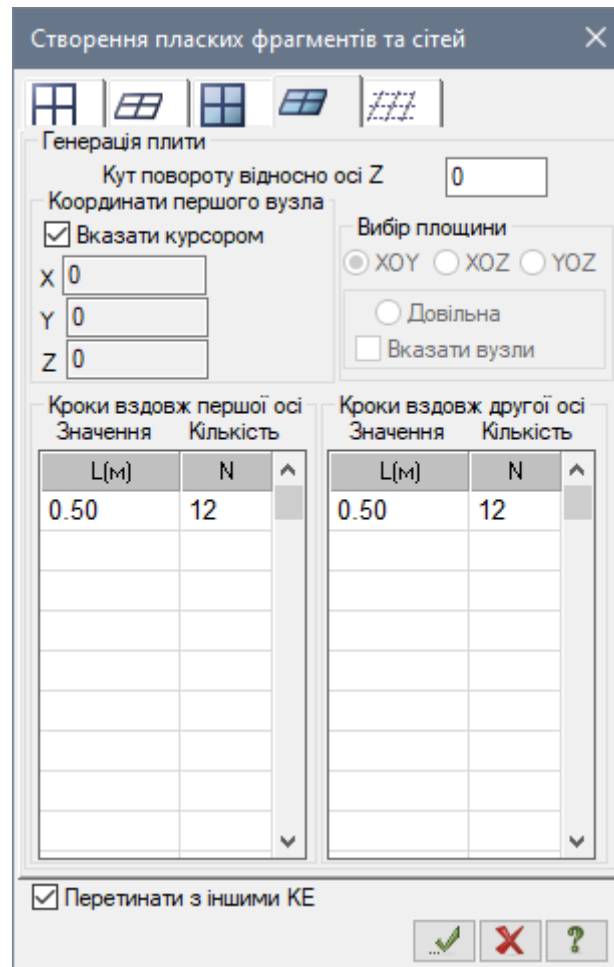





Рис. 17.8. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів і сітей

### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого запуску).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **17\_3D ґрунт\_масив**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка – Data).
- Натисніть кнопку **Зберегти**.

### **Етап 6. Створення тривимірного ґрунтового масиву**

#### Запуск системи ГРУНТ

- Натисніть кнопку  – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.
- Натисненням по кнопці  – **Тривимірний ґрунтовий масив** (панель **Ґрунт** на вкладці **Розширене редагування**) викличте діалогове вікно **Створення об'ємних КЕ ґрунтового масиву** (рис. 17.9).
- У цьому вікні в полі **Список елементів, які складають фундамент** натисніть кнопку **В** список (у список вносяться елементи фундаменту, під якими потрібно створити об'ємну модель ґрунту).
- Після цього натисніть на кнопку **Підключити модель ґрунту**.

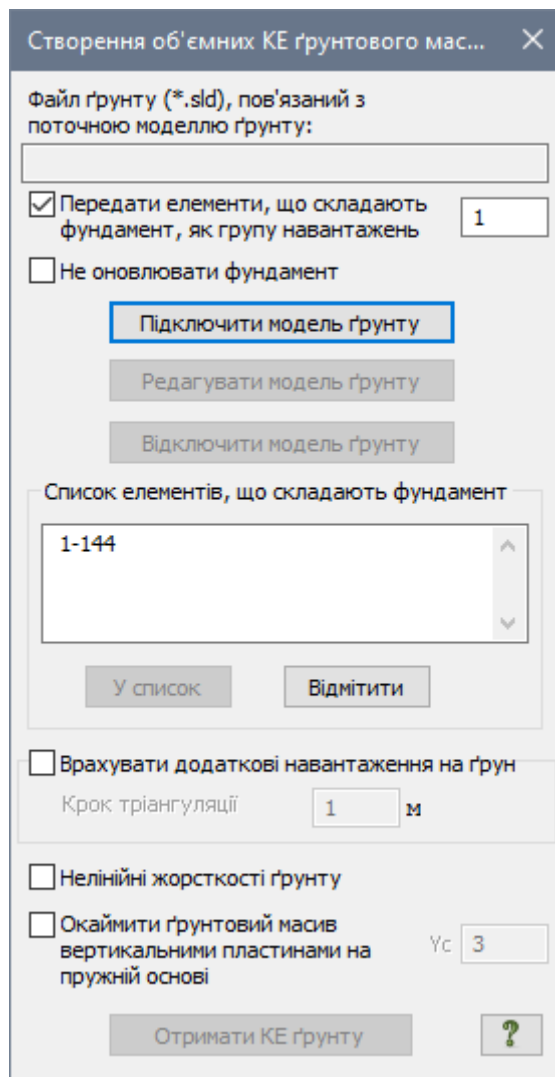




Рис. 17.9. Діалогове вікно Створення об'ємних КЕ ґрунтового масиву


- У діалоговому вікні **Відкрити файл моделі ґрунту** (рис. 17.4) виділіть файл **17\_модель ґрунту.sld**.
- Натисніть кнопку **Відкрити**.




Робоче вікно системи **ҐРУНТ**, викликаного натисканням по кнопці  – **Тривимірний ґрунтовий масив** (панель **Ґрунт** на вкладці **Розширене редагування**), і робоче вікно

системи **ҐРУНТ**, викликаного натисканням по кнопці  – **Модель ґрунту** (панель **Ґрунт** на вкладці **Розширене редагування**), – це не одне і те ж.

#### Створення масиву об'ємних елементів ґрунту

- Викличте діалогове вікно **Об'ємні елементи** (рис. 17.10) натисканням по кнопці  - **Об'ємні елементи ґрунту** (панель **Схема** на контекстній вкладці **Ґрунт**).
- У цьому діалоговому вікні відповідно зі схематичним зображенням задайте наступні параметри для області плану:
  - відступ від описаного прямокутника проти осі X –  $Xl = 5$  м;
  - відступ від описаного прямокутника по осі X –  $Xr = 15$  м;
  - відступ від описаного прямокутника проти осі Y –  $Yt = 10$  м;
  - відступ від описаного прямокутника по осі Y –  $Yb = 5$  м;
  - відступ в глибину від рівня відмітки Z –  $H = 20$  м.

- Далі задайте наступні параметри для триангуляції плану і дроблення по глибині:
  - крок триангуляції на зовнішньому контурі прямокутника –  $S = 1$  м;
  - мінімальний крок дроблення по глибині –  $S_0 = 0.5$  м;
  - максимальний крок дроблення по глибині –  $Sh = 1$  м.
- Потім задайте значення абсолютної відмітки –  $Z = 96$  м.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

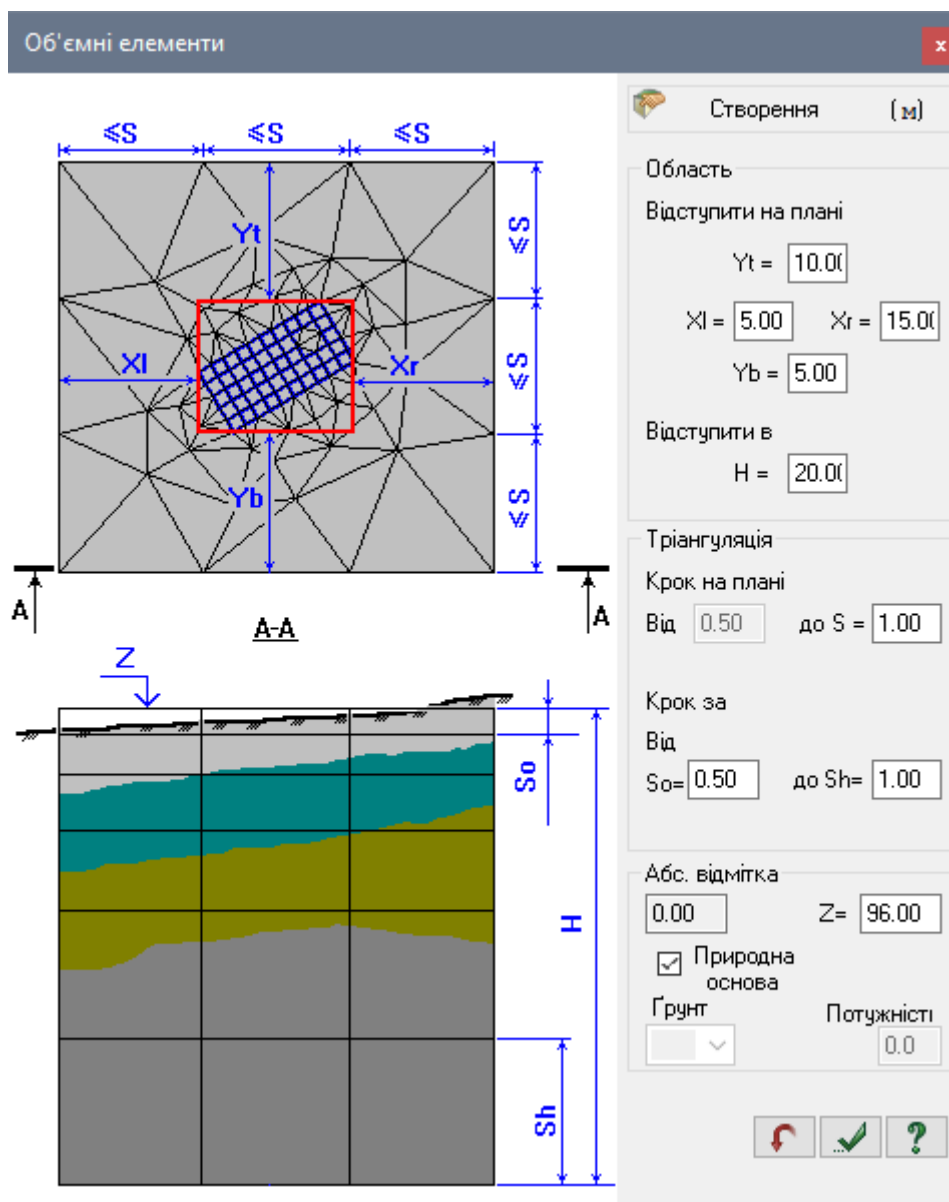


Рис. 17.10. Діалогове вікно **Об'ємні елементи**

- Збережіть інформацію за допомогою меню **Файл** ⇒ **Зберегти** (кнопка  на панелі інструментів).

#### Імпорт даних у ВІЗОР-САПР

- Щоб перейти в режим формування розрахункової схеми, натисніть по значку ПК **ЛІРА-САПР** на панелі задач операційної системи (за умовчанням знаходиться в нижній частині екрану).
- Після цього в діалоговому вікні **Створення об'ємних КЕ ґрунтового масиву** (рис. 17.11) задайте наступні параметри:

- для врахування навантаження від прилеглих будівель, заданих в середовищі системи **ҐРУНТ**, встановіть прапорець **Враховувати додатк. навантаження на ґрунт** і задайте крок триангуляції для областей прикладання цих навантажень, що дорівнює **0.5** м;
  - для автоматичного формування жорсткісних характеристик ґрунтових КЕ як нелінійних, встановіть прапорець **Нелінійні жорсткості ґрунту**.
- Для відображення розрахункової схеми масиву ґрунту, відповідної заданим параметрам, натисніть кнопку **Отримати КЕ ґрунту**.

Рис. 17.11. Діалогове вікно **Створення об'ємних КЕ ґрунтового масиву**

#### Завершення формування розрахункової схеми у ВІЗОР-САПР


- Після імпорту у **ВІЗОР-САПР**, для завершення формування розрахункової схеми, відповідно до опису попередніх прикладів потрібно задати наступні дані:
- задати жорсткість фундаментної плити;
  - задати граничні умови (нижню грань масиву ґрунту закріпити у напрямку **Z**, грані паралельні площині **XOZ** – у напрямку **Y**, грані паралельні площині **XOY** – у напрямку **X**);
  - задати навантаження;
  - виконати формування таблиці моделювання нелінійних завантажень.



*Після завершення формування розрахункової схеми рекомендується виконати упаковку. Для коректної видачі результатів розрахунку в об'ємних елементах потрібно провести узгодження місцевих осей.*

*Діалогове вікно, за допомогою якого можна провести узгодження місцевих осей об'ємних*



елементів, можна викликати натисканням по кнопці  – **Міццеві осі об'ємних КЕ** (панель **Редагування об'ємних КЕ** на контекстній вкладці **Об'ємні КЕ**).

- Після закінчення формування розрахункової схеми можна виконувати фізично нелінійний розрахунок схеми і переглядати результати розрахунку.

## Приклад 18. Розрахунок просторового каркасу будівлі та імпорту підібраної арматури для подальшого нелінійного розрахунку

### Цілі та задачі:

- виконати статичний розрахунок просторового каркасу будівлі та зробити розрахунок РСЗ;
- продемонструвати процедуру уніфікації стержневих і пластинчастих елементів;
- виконати підбір арматури;
- показати процедуру імпорту підібраної по лінійному розрахунку арматури для подальшого розрахунку конструкції в нелінійній постановці.

### Вихідні дані:

Двопогінна триповерхова будівля.

Розміри прогонів – 6 м, крок колон – 6 м, висота поверхів – 3 м.

Колони в місцях обпирання на фундаментну плиту жорстко затиснені.

Матеріал – залізобетон В25, арматура А-III.

Перерізи елементів:

- колони першої та останньої рам – прямокутний переріз розміром 500 x 500 мм;
- крайні колони середньої рами – тавровий переріз висотою 1200 мм (ширина полки – 1200 мм, товщина полиці – 300 мм, товщина стінки – 300 мм);
- центральні колони середньої рами – двотавровий переріз висотою 600 мм (ширина полок – 600 мм, товщина полиць – 200 мм, товщина стінки – 200 мм);
- балки перекриття та покриття – прямокутний переріз розміром 400 x 500 мм;
- плити перекриття та покриття – товщина 200 мм.



### Навантаження:

- завантаження 1 – навантаження від власної ваги елементів схеми та огорожувальних конструкцій;
- завантаження 2 – рівномірно розподілене  $p = 0.5$  т/м<sup>2</sup>, прикладена на плити перекриття та на плиту покриття.

Для того щоб почати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:

Пуск ⇒ Всі програми ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 18.1) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **18\_3D каркас\_уніфікація**;
  - у розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **5 – Шість ступенів свободи у вузлі**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

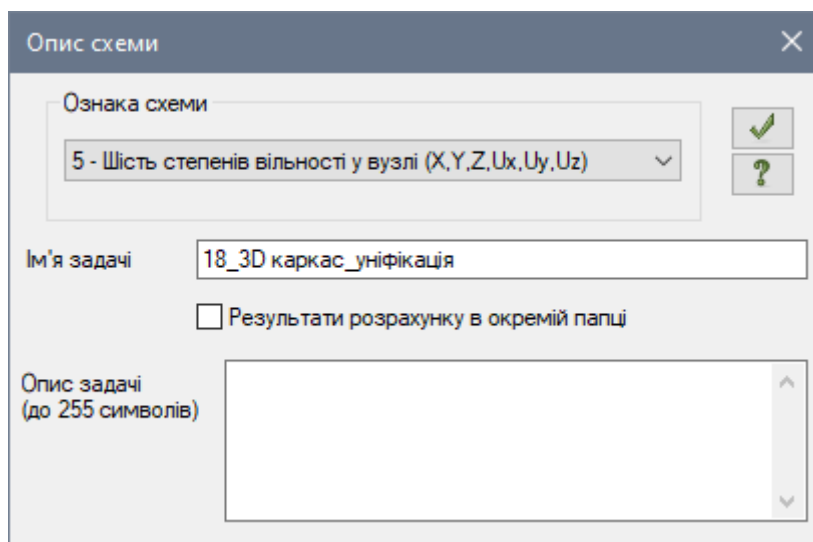




Рис. 18.1. Діалогове вікно **Опис схеми**



Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в


меню **Програми** у розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу у розкритому


списку **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)**. Після цього потрібно задати тільки ім'я задачі.

Установлення прапорця **Результати розрахунку в окремій папці** у 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 та подальшої передачі файлів результатів розрахунку або перегляду та аналізу цих файлів за допомогою провідника або інших файлових менеджерів

## Етап 2. Створення геометричної схеми

### Створення просторової рами

- Викличте діалогове вікно **Просторова рама** натисканням по кнопці  – **Генерація просторових рам** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому діалоговому вікні спочатку зніміть прапорець **Створювати фундаментну плиту**.
- Після цього задайте наступні параметри просторової рами (рис. 18.2):
  - Крок уздовж осі X: Крок уздовж осі Y: Крок уздовж осі Z:

L(м)	N	M	L(м)	N	M	L(м)	N	M
6	2	12	6	2	12	3	3	1.
- Інші параметри приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

Просторова рама

Вказати курсором

X  м

Y  м

Z  м

Створювати плити перекриття і розбивати стержні

Створити фундаментну плиту

Використати параметри розбивки плити перекриття

Накладати закріплення

X  Y  Z

UX  UY  UZ



Кут повороту відносно осі Z

X			Y			Z		
Значення	Кількість	Розбивка	Значення	Кількість	Розбивка	Значення	Кількість	Розбивка
L(м)	N	M	L(м)	N	M	L(м)	N	M
6.00	2	12	6.00	2	12	3.00	3	1

Перетинати з іншими KE

Рис. 18.2. Діалогове вікно Просторова рама

### Упаковка схеми

- Натисканням по кнопці  – **Упаковка схеми** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Упаковка** (рис. 18.3).
- У цьому вікні натисніть на кнопку  – **Застосувати** (упаковка схеми проводиться для зшивки співпадаючих вузлів і елементів, а також для безповоротного виключення з розрахункової схеми видалених вузлів і елементів).

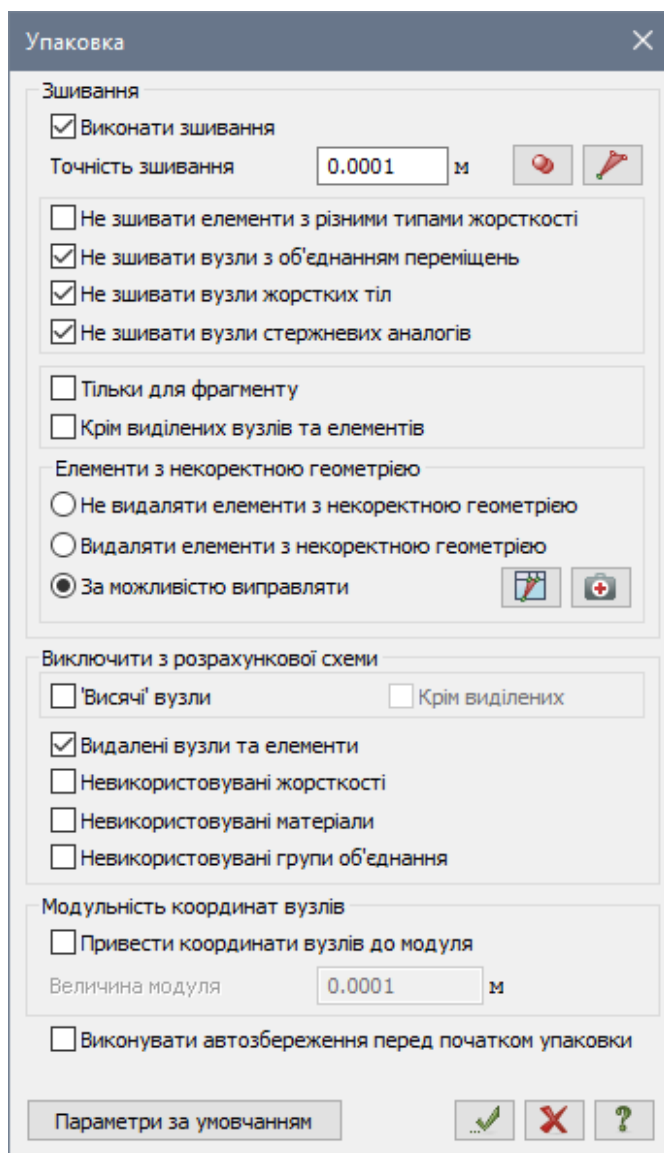







Рис. 18.3. Діалогове вікно Упаковка

### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрійте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **18\_3D каркас\_уніфікація**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка – **Data**).
- Натисніть кнопку **Зберегти**.

### Етап 3. Завдання варіантів конструювання

- Викличте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 18.4) натисканням по кнопці  – **Варіанти конструювання** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання:
  - у списку **Розрахунок перерізів по:** включіть радіо-кнопку **PC3**;
  - для вибору таблиці PC3 натисніть кнопку  – **Додати/Редагувати таблицю PC3**;

- у діалоговому вікні **Розрахункові сполучення зусиль** натисніть кнопку  – Підтвердити;
  - інші параметри діалогового вікна **Варіанти конструювання** приймаються за умовчанням.
- Після цього у діалоговому вікні **Варіанти конструювання** натисніть кнопку  – Застосувати.

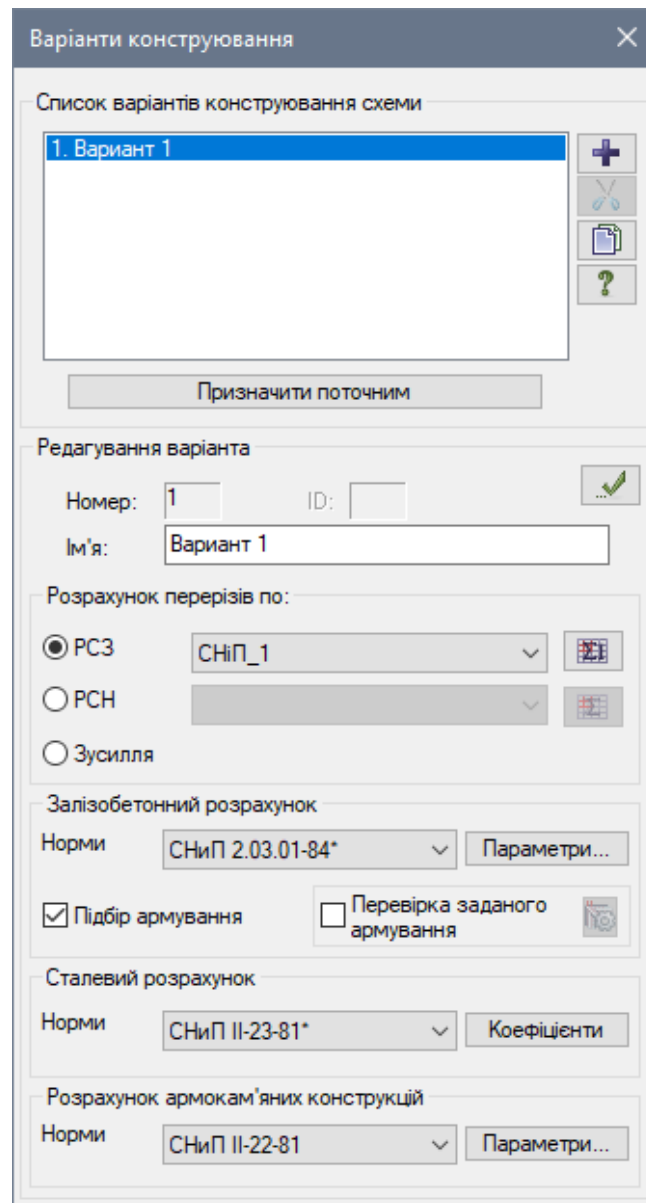



Рис. 18.4. Діалогове вікно **Варіанти конструювання**

- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натисканням по кнопці  – Закрити.

#### Етап 4. Завдання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам схеми

##### Формування типів жорсткості

- Натисканням по кнопці  – **Жорсткості та матеріали** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 18.5,а).
- У цьому вікні натисканням по кнопці **Додати** викличе діалогове вікно **Додати жорсткість**, для того щоб вивести список стандартних типів перерізів (рис. 18.5,б).
- Виберіть подвійним натисканням миші на елементі графічного списку тип перерізу **Брус**.

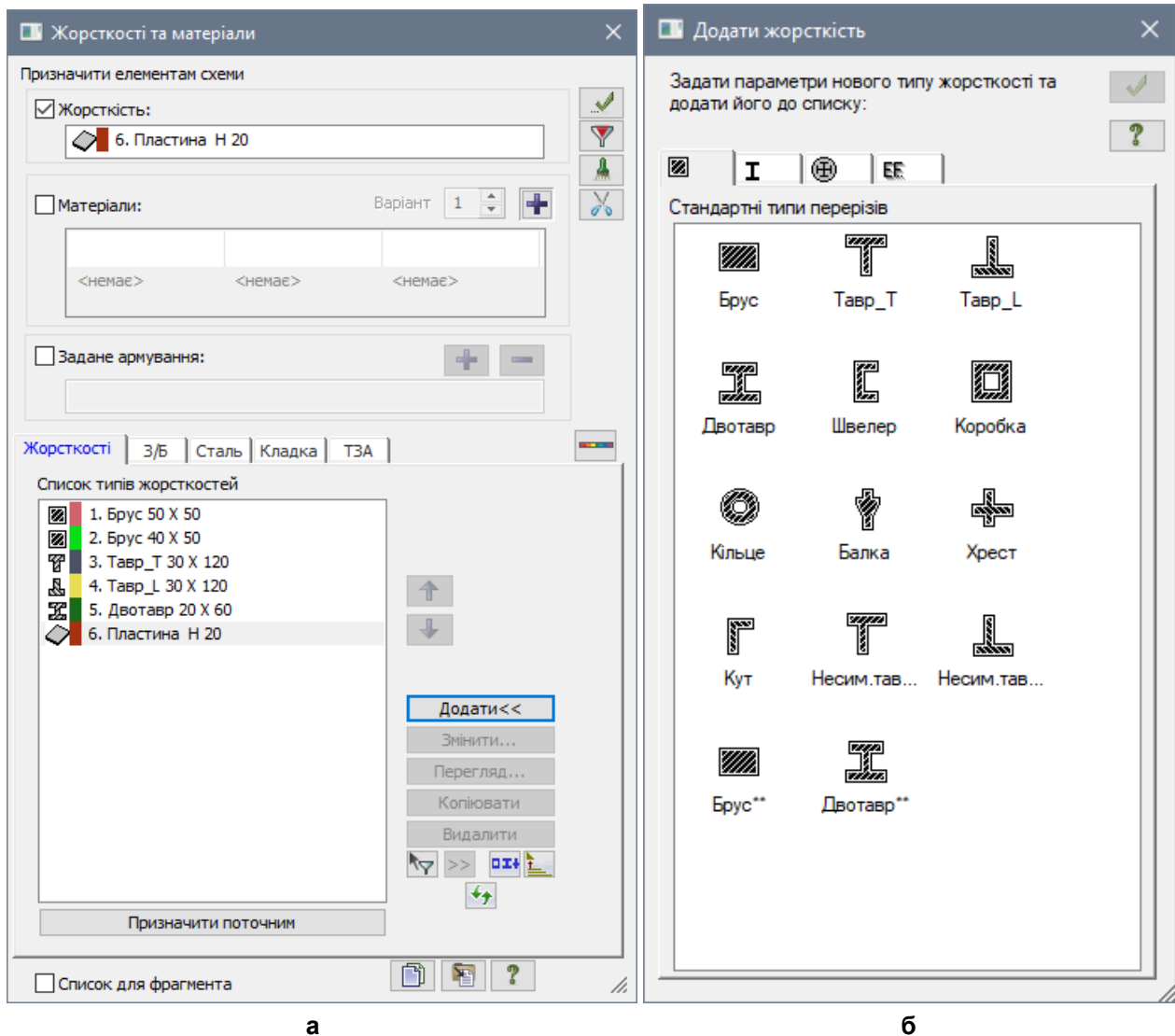


Рис. 18.5. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість







- У діалоговому вікні **Завдання стандартного перерізу** (рис. 18.6) задайте параметри перерізу **Брус**:
  - модуль пружності –  $E = 3e6 \text{ т/м}^2$  (при англійській розкладці клавіатури);
  - коефіцієнт Пуассона –  $\nu = 0.2$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 50 \text{ см}$ ;  $H = 50 \text{ см}$ ;
  - питома вага матеріалу –  $R_0 = 2.5 \text{ т/м}^3$ .
- Для введення даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 18.6. Діалогове вікно **Задання стандартного перерізу**

- Після цього у діалоговому вікні **Додати жорсткість** ще раз подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Брус**.
- У діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** задайте параметри нового перерізу **Брус**:
  - геометричні розміри – **B** = 40 см; **H** = 50 см;
  - інші параметри за умовчанням приймаються рівними останнім заданим значенням (як у попередній жорсткості).
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.
- Далі у діалоговому вікні **Додати жорсткість** подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Тавр\_Т**.
- У новому вікні **Задання стандартного перерізу** задайте параметри перерізу **Тавр\_Т**:
  - геометричні розміри – **B** = 30 см; **H** = 120 см; **B1** = 120 см; **H1** = 30 см;
  - інші параметри за умовчанням приймаються рівними останнім заданим значенням.
- Для введення даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.
- Потім у діалоговому вікні **Додати жорсткість** подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Тавр\_Л**.
- У новому вікні **Задання стандартного перерізу** задайте параметри перерізу **Тавр\_Л**:
  - геометричні розміри – **B** = 30 см; **H** = 120 см; **B1** = 120 см; **H1** = 30 см;
  - інші параметри за умовчанням приймаються рівними останнім заданим значенням.



- Натисніть кнопку  – Підтвердити.
- Далі у діалоговому вікні **Додати жорсткість** подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Двотавр**.
- У новому вікні **Завдання стандартного перерізу** задайте параметри перерізу **Двотавр**:
  - геометричні розміри – **B** = 20 см; **H** = 60 см; **B1** = 60 см; **H1** = 20 см; **B2** = 60 см; **H2** = 20 см;
  - інші параметри за умовчанням приймаються рівними останнім заданим значенням.
- Натисніть кнопку  – Підтвердити.
- Після цього у діалоговому вікні **Додати жорсткість** перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості.
- Подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Пластини**.
- У вікні **Завдання жорсткості для пластин** (рис. 18.7) задайте параметри перерізу **Пластини** (для плити перекриття):
  - коеф. Пуассона – **V** = 0.2;
  - товщина – **H** = 20 см.
- Для введення даних натисніть кнопку  – Підтвердити.

Задання жорсткості для пластин

Переріз

Жорсткісні характеристики

- Розраховувати автоматично за розмірами
- Коефіцієнт до жорсткості
- Врахування нелінійності

Врахування ортотропії

E  т/м<sup>2</sup> E2

V  V21

G

H  см Ro  т/м<sup>3</sup>

Тип KE

- Плита, оболонка
- Балка-стінка

Параметри матеріалу

Параметри арматури

Нелінійний закон для арматури з ТЗА

Врахування зсуву

Менший розмір пластини  м

Коментар

Копіювати

Рис. 18.7. Діалогове вікно **Завдання жорсткості для пластин**

- Для того щоб приховати бібліотеку жорсткісних характеристик, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку **Додати**.

Задання матеріалів для залізобетонних конструкцій

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть по другій закладці **З/Б (Завдання параметрів для залізобетонних конструкцій)**.
- При включеній радіо-кнопці **Тип** натисніть кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій** (рис. 18.8), в якому натисніть по першому рядку у списку **ТИП: СТЕРЖЕНЬ** і після цього у правій частині вікна задайте наступні параметри для колон:
  - у рядку **Назва** задайте **Колони**;
  - у розкритому списку **Вид розрахунку** виберіть рядок **Колона рядова**;
  - у розкритому списку **Армування** виберіть тип армування **Симетричне**;
  - у полі **Розрахунок** установіть прапорець **Враховувати конструктивні вимоги**;
  - у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи**, при включеній радіо-кнопці **Діаметр арматурних стержнів**, у розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **40 мм**;
  - у полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** задайте параметри **Коефіцієнт**;
  - задайте параметри **LY = 0.7, LZ = 0.7**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

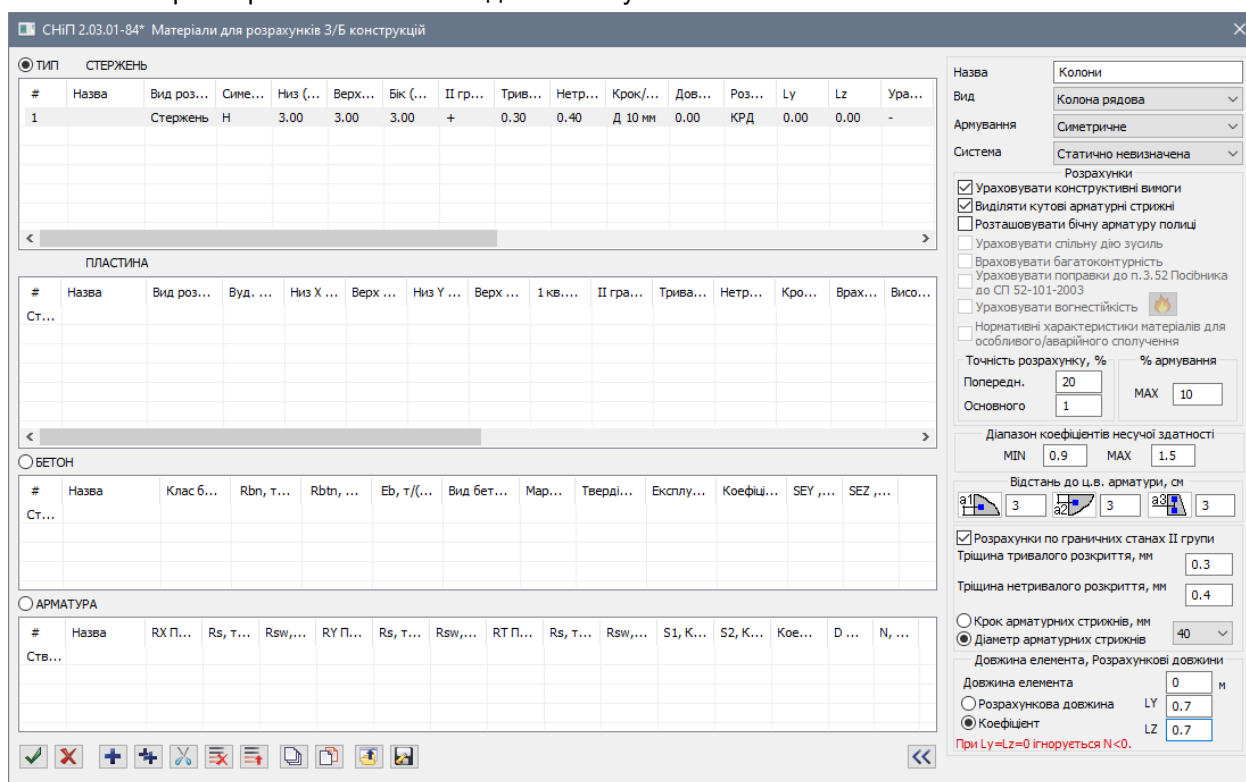




Рис. 18.8. Діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій**

- Для додавання нового рядка завдання параметрів стержневим елементам натисніть кнопку **Додати** і після цього в правій частині вікна задайте наступні параметри для балок:
  - у рядку **Назва** задайте **Балки**;
  - у розкритому списку **Вид розрахунку** виберіть рядок **Балка**;
  - у розкритому списку **Армування** виберіть тип армування **Несиметричне**;


- у полі **Розрахунок** установіть прапорець **Враховувати конструктивні вимоги**;
  - у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи**, при включеній радіо-кнопці **Діаметр арматурних стержнів**, у розкритому списку виберіть рядок виберіть рядок відповідний діаметру арматури **40** мм;
  - у полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** задайте параметри **LY = 0, LZ = 0**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Щоб додати рядок завдання параметрів для пластинчастих елементів, натисніть по першому рядку у списку **ТИП: ПЛАСТИНА** і у правій частині вікна задайте наступні параметри для плит перекриття та покриття:
- у рядку **Назва** задайте **Плити**;
  - у розкритому списку **Вид розрахунку** виберіть рядок **Оболонка**;
  - у полі **Відстань до ц. т. арматури** задайте параметри **A1Y = 4** см, **A2Y = 4** см;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть по першому рядку у списку **БЕТОН** і у правій частині вікна задайте наступні параметри:
- у розкритому списку **Клас бетону** виберіть рядок **B25**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Далі натисніть по першому рядку у списку **АРМАТУРА** і у правій частині вікна задайте наступні параметри:
- у розкритому списку **Поперечна арматура** виберіть рядок **A-I**;
  - у розкритому списку **Максимальний діаметр поздовжньої арматури**, мм виберіть рядок **40**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

#### Призначення жорсткостей і матеріалів елементам схеми

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** встановіть прапорець **Матеріали** у полі **Призначити елементам схеми**.
- У цьому вікні у списку поточного типу жорсткості повинна бути встановлена жорсткість – **6. Пластина H20**, а у списку поточних матеріалів повинні бути встановлені в якості поточних: тип – **3.Оболонка**, клас бетону – **1.B25** і клас арматури – **1.A-III**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми (виділені елементи фарбуються в червоний колір).



*Відмітка елементів виконується за допомогою одиночної вказівки курсором або розтягуванням навколо потрібних елементів «рамки вибору».*

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням (рис. 18.9) натисніть кнопку **ОК**.

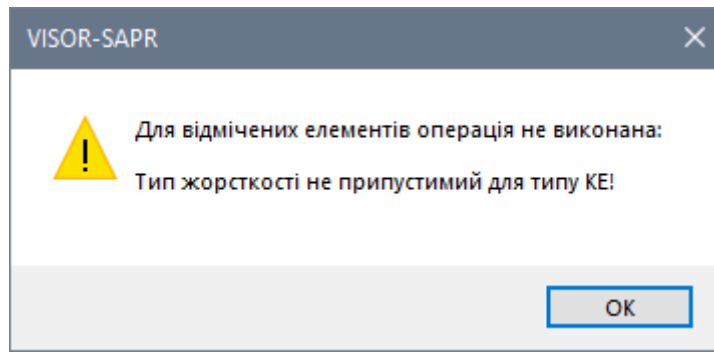











Рис. 18.9. Діалогове вікно VISOR-SAPR

- Після цього у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** у списку типів загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій виділіть курсором рядок **2.Балка. Балки**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним** (при цьому обраний тип загальних властивостей матеріалів записується у рядку редагування **Матеріали** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточний тип загальних властивостей матеріалів подвійним натисканням по рядку списку).
- Далі у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть по першій закладці **Жорсткості** і у списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2. Брус 40x50**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним** (при цьому обраний тип записується у рядку редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**).
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **Ні**.
- Далі у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** у списку типів жорсткостей виділіть курсором **тип жорсткості 1. Брус 50x50**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**
- Після цього у діалоговому вікні **Жорсткості елементів** натисніть по другій закладці **З/Б** і у списку типів загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій виділіть курсором рядок **1.Колона рядова. Колони**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- Далі натисніть кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **Так**.
- Після цього у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть по першій закладці **Жорсткості** і призначте поточним тип жорсткості **3.Тавр\_Т 30x120**.
- За допомогою курсору виділіть тільки колони (з 1-го по 3-й поверх) розташовані по правому краю середньої рами каркасу.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **Так**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** призначте поточним тип жорсткості **4.Тавр\_Л 30x120**.
- За допомогою курсору виділіть тільки колони (з 1-го по 3-й поверх) розташовані по лівому краю середньої рами каркасу.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **Так**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** призначте поточним тип жорсткості **5.Двотавр 20x60**.

- За допомогою курсору виділіть тільки колони (з 1-го по 3-й поверх) розташовані по центру середньої рами каркасу.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **Так**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вертикальних стержневих елементів.

## Етап 5. Завдання навантажень

### Формування завантаження № 1

- Натисканням по кнопці  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 18.10).
- У цьому вікні, при включеній радіо-кнопці **усі**, у полі **Коеф. надійності по навантаженню** задайте коефіцієнт рівний **1.1** (так як питома вага задана нормативною, то її потрібно перетворити в розрахункову).
- Натисніть кнопку  – **Застосувати**.

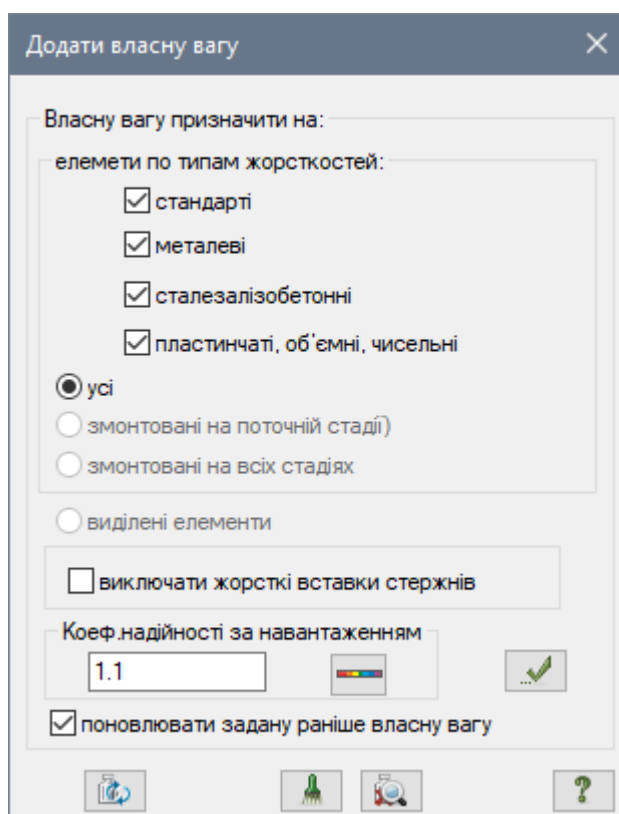





Рис. 18.10. Діалогове вікно **Додати власну вагу**

- Натисніть кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Перейдіть у проекцію на площину XOY натисканням по кнопці  – **Проекція на XOY** на панелі інструментів **Проекція** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою "рамки вибору" виділіть тільки по периметру схеми всі елементи балок.

- Викличте діалогове вікно **Завдання навантажень** на закладці **Навантаження на стержні** (рис. 18.11) вибравши команду  – **Навантаження на стержні** у розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження на вкладці Створення та редагування**).
- У цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрямок – уздовж осі **Z**.

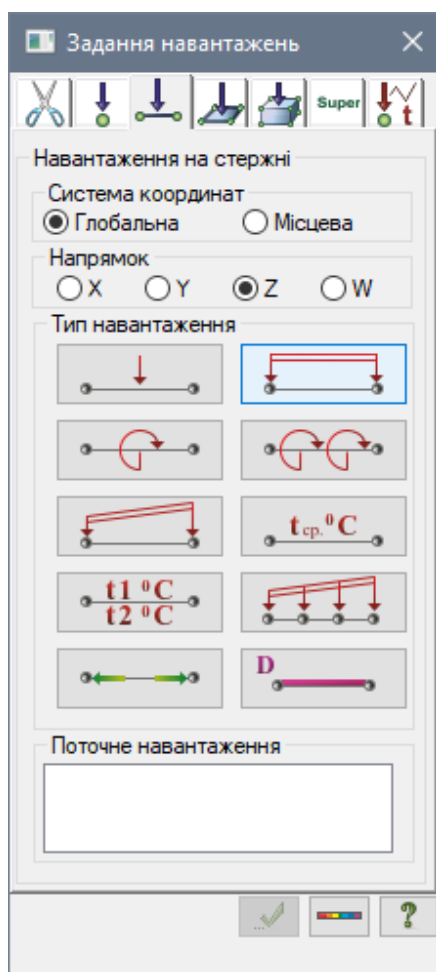



Рис. 18.11. Діалогове вікно **Завдання навантажень**

- Натисканням по кнопці рівномірно розподіленого навантаження викличте діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 1$  т/м (рис. 18.12).
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

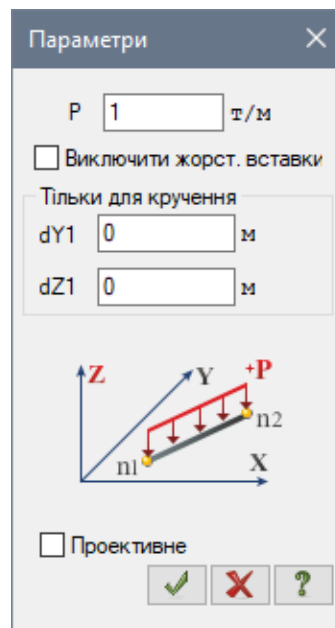





Рис. 18.12. Діалогове вікно **Параметри**

- Перейдіть у диметричну фронтальну проекцію представлення розрахункової схеми натисканням по кнопці  – **Диметрична фронтальна проекція** на панелі інструментів **Проекція**.

#### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натисканням по кнопці  – **Наступне завантаження** у рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть кнопку  – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть всі елементи схеми.
- У діалоговому вікні **Завдання навантажень** перейдіть на четверту закладку **Навантаження на пластини**.
- Натисканням по кнопці рівномірно розподіленого навантаження викличе діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.5 \text{ т/м}^2$ .
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження** (рис. 18.13), в якому натисніть кнопку **ОК**.

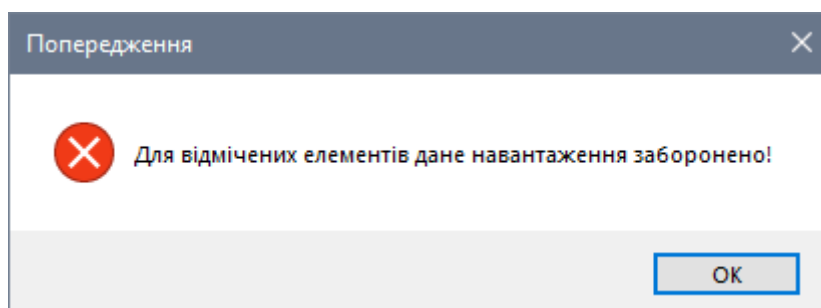





Рис. 18.13. Діалогове вікно **Попередження**



*Попередження пов'язане з тим, що при виділенні всіх елементів схеми виділяються одночасно стержні та пластини. Навантаження, що задається на пластини, заборонене для стержневих елементів.*

- Зніміть виділення з вузлів і елементів натисканням по кнопці  – **Скасування виділення** на панелі інструментів **Панель вибору**.

#### Завдання розширеної інформації про завантаження

- Викличте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 18.14) натисканням по кнопці  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому діалоговому вікні у списку завантажень виділіть рядок відповідний першому завантаженню.
- Далі в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку **Вид** рядок **Постійне** і натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Після цього у списку завантажень виділіть рядок відповідний другому завантаженню, а потім в полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку **Вид** рядок **Тимчасове трив.**
- / **Тривале** і натисніть кнопку  – **Застосувати**.

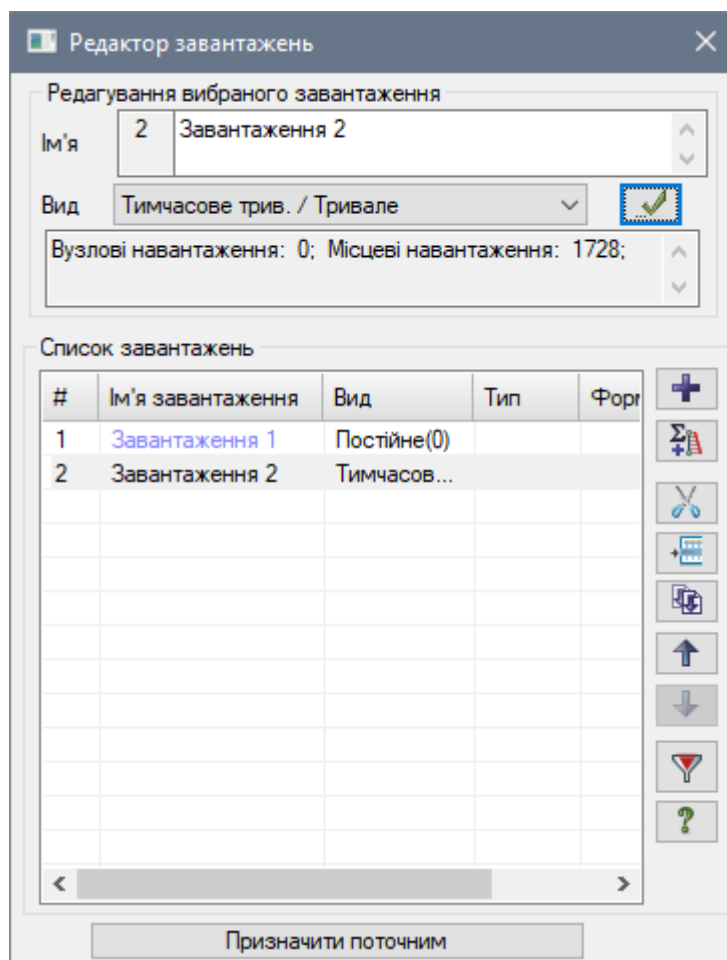





Рис. 18.14. Діалогове вікно **Редактор завантажень**

- Закрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

#### **Етап 6. Генерація таблиці РСЗ**

- Натисканням по кнопці  – **Таблиця РСЗ** (панель **РСЗ** на вкладці **Розрахунок**) викличте діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль** (рис. 18.15).



- У цьому вікні, для формування таблиці РСЗ зі значеннями, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження, натисніть кнопку  – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням.**
- Після цього, для підтвердження призначення параметрів, прийнятих за умовчанням для кожного завантаження, натисніть кнопку  – **Підтвердити.**


Розрахункові Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ: 1

Ім'я таблиці РСЗ: СНіП\_1

Будівельні норми: СНіП 2.01.07-85\*

Номер завантаження: 1, Завантаження 1

Вид завантаження: Постійне(0)  За умовчанням

К надійності за відповідальністю для I-го ГС: 1.00  
для II-го ГС: 1.00

Коефіцієнти для РСЗ

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б С)	5 сполуч.	6 сполуч.	7 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00	0.00



Зведена таблиця для обчислення РСЗ:

№	Ім'я завантаж...	Вид	Параметри РСЗ						Коефіцієнти РСЗ					
1	Завантаженн...	Постійне(0)	0	0	0	0	0	0	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00
2	Завантаженн...	Тимчасове т...	1	0	0	0	0	0	1.20	1.00	1.00	0.95	0.80	0.95

Рис. 18.15. Діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль**

## Етап 7. Уніфікація елементів

### [Відключення відображення навантажень на розрахунковій схемі](#)

- Натисніть кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору.**
- У діалоговому вікні **Показати** перейдіть на третю закладку **Загальні** і зніміть прапорець **Навантаження** (рис. 18.16).
- Натисніть кнопку  – **Перемалювати.**

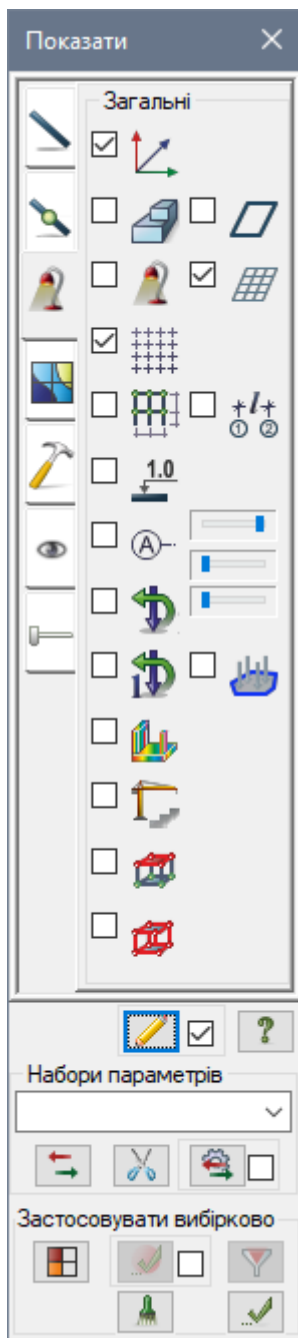




Рис. 18.16. Діалогове вікно Показати

### Уніфікація елементів



В даному прикладі для всіх елементів схеми буде застосовуватися перший тип уніфікації **Єдиний переріз для всієї групи**.

Для прискорення процесу уніфікації кожна "клітинка" схеми розділена на три частини в усіх напрямках.

- Перейдіть у проекцію на площину XOY натисканням по кнопці  – **Проекція на XOY** на панелі інструментів **Проекція** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Викличте діалогове вікно **Уніфікація елементів** (рис. 18.17) натисканням по кнопці  – **Уніфікація елементів** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).

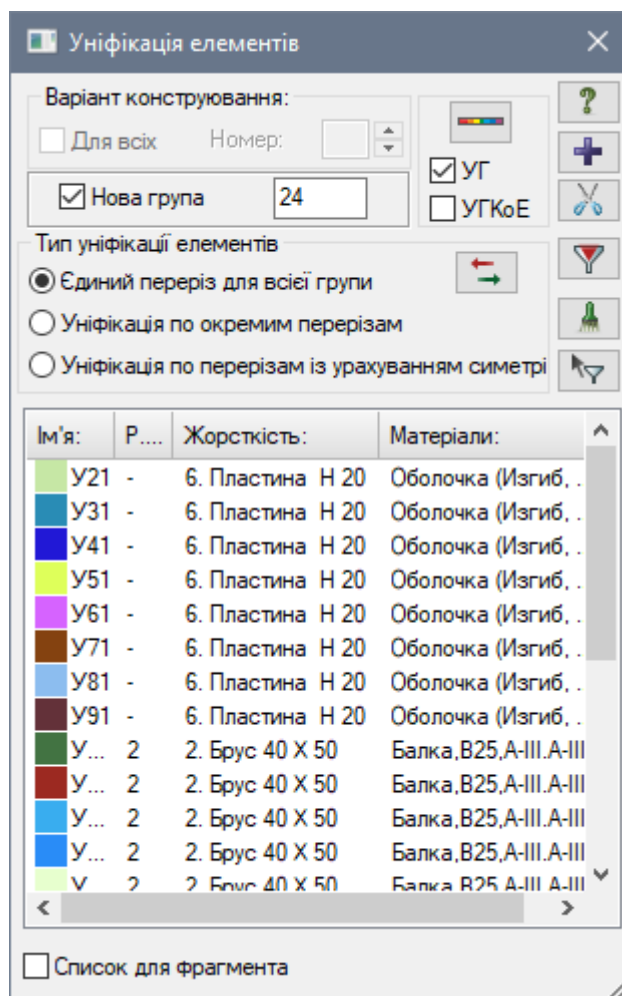

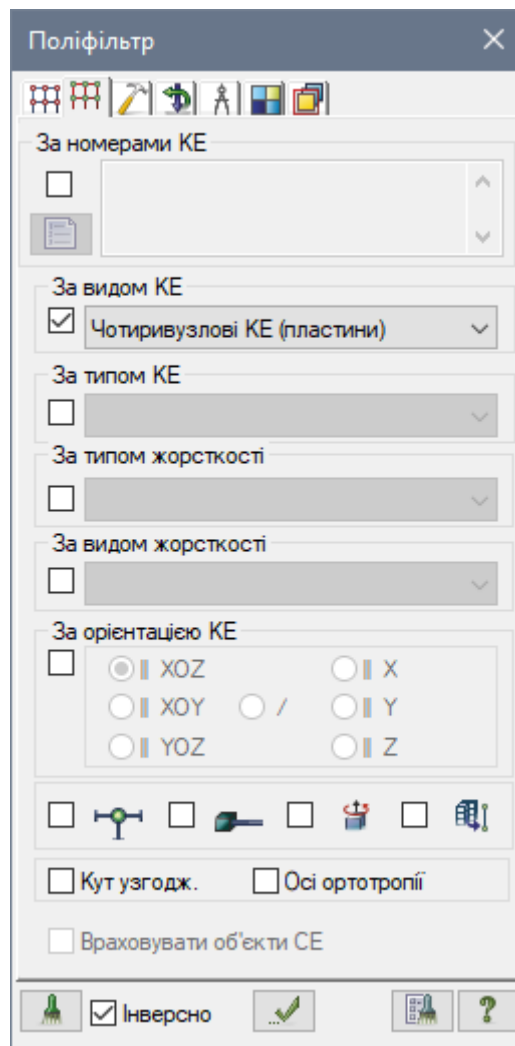



Рис. 18.17. Діалогове вікно Уніфікація елементів


- Для зручності виділення потрібних елементів схеми, натисканням по кнопці  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору**, викличе діалогове вікно **ПоліФільтр** (рис. 18.18).
- У цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**.
- Далі встановіть прапорець **За видом КЕ** і у розкритому списку виберіть рядок **Чотирихвузлові КЕ (пластини)**.

Рис. 18.18. Діалогове вікно **Фільтр для елементів**







- При активній кнопці  – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**, за допомогою «рамки вибору» виділіть елементи опорної частини плит перекриття над центральною колоною середньої рами (квадрат включає в себе від місця розташування колони по 4 скінченних елементи в одну та іншу сторону вздовж осей X і Y).
- Після цього у діалоговому вікні **Уніфікація елементів** (рис. 18.17) включіть радіо-кнопку **Єдиний переріз для всієї групи** в полі **Тип уніфікації елементів** і для створення першої групи уніфікації





натисніть кнопку  – **Створити нову УГ або...**

- Далі за допомогою «рамки вибору» виділіть елементи середньої частини плит перекриття між центральною колоною середньої рами та центральними колонами 1-ї та 3-ї рам (2 прямокутника, що включають в себе по 4 скінченних елементи в одну та іншу сторону уздовж осі X від балок, що з'єднують ці колони, та 4 скінченних елементи уздовж осі Y).
- Після цього у діалоговому вікні **Уніфікація елементів**, при включеній радіо-кнопці **Єдиний переріз для всієї групи** в полі **Тип уніфікації елементів** і встановленому прапорці **Нова група**, для


створення другої групи уніфікації натисніть кнопку  – **Створити нову УГ або...**

- Потім за допомогою «рамки вибору» виділіть елементи опорних частин плит перекриття біля центральних колон 1-ї та 3-ї рам (2 прямокутника, що включають в себе по 4 скінченних елементи від колон в одну та іншу сторону уздовж осі X і 4 скінченних елементи уздовж осі Y від цих колон до середини будівлі).

- У діалоговому вікні **Уніфікація елементів**, при включеній радіо-кнопці **Єдиний переріз для всієї групи** в полі **Тип уніфікації елементів** і встановленому прапорці **Нова група**, для створення третьої групи уніфікації натисніть кнопку  – **Створити нову УГ або...**
- Після цього за допомогою «рамки вибору» виділіть елементи опорних частин плит перекриття посередині між центральними та крайніми колонами 1-ї та 3-ї рам (4 квадрати, що включають в себе по 4 скінченних елементи уздовж балок, розташованих посередині прольотів 1-ї та 3-ї рам, уздовж осі X і 4 скінченних елементи уздовж осі Y від цих балок до середини будівлі).
- У діалоговому вікні **Уніфікація елементів** натисніть кнопку  – **Створити нову УГ або...**
- Аналогічно попереднім операціям виконайте наступні дії:
  - у групу уніфікації **5** включіть елементи опорних частин плит перекриття біля крайніх колон 1-ї та 3-ї рам (4 квадрати, що включають в себе по 4 скінченних елементи від цих колон уздовж осей X і Y);
  - у групу уніфікації **6** включіть елементи опорних частин плит перекриття посередині 1-го та 2-го прольотів середньої рами (2 прямокутника, що включають в себе по 4 скінченних елементи в одну та іншу сторону уздовж осі Y від балок цих прольотів і 4 скінченних елементи уздовж осі X посередині прольотів);
  - у групу уніфікації **7** включіть елементи опорних частин плит перекриття біля крайніх колон середньої рами (2 прямокутника, що включають в себе по 4 скінченних елементи в одну та іншу сторону уздовж осі Y від цих колон і 4 скінченних елементи уздовж осі X до середини будівлі);
  - у групу уніфікації **8** включіть елементи центральних частин плит перекриття кожної з чотирьох ділянок, обрамляючих балками (4 квадрати, що включають в себе по 4 скінченних елементи уздовж осей X і Y, що знаходяться на відстані 2 м від кожної з балок);
  - у групу уніфікації **9** включіть елементи опорних частин плит перекриття посередині обрамляючих балок між рамами (4 квадрати, що включають в себе по 4 скінченних елементи уздовж осі X від цих балок до середини будівлі та 4 скінченних елементи уздовж осі Y посередині балок).
- Закрийте діалогове вікно **Поліфільтр** натисканням по кнопці  – **Закрити**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою «рамки вибору» виділіть по два крайніх елементи кожної з чотирьох балок, що спираються на центральну колону середньої рами (опорна ділянка на центральну колону середньої рами).
- У діалоговому вікні **Уніфікація елементів** натисніть кнопку  – **Створити нову УГ або...**
- За допомогою «рамки вибору» виділіть по два крайніх елементи кожної з чотирьох балок, що спираються на центральну колону середньої рами (опорні ділянки на центральні колони 1-ї та 3-ї рам, а також опорні ділянки на крайні ліві та крайні праві колони середньої рами).
- У діалоговому вікні **Уніфікація елементів** натисніть кнопку  – **Створити нову УГ або...**
- Аналогічно попереднім операціям виконайте наступні дії:
  - у групу уніфікації **12** включіть 3-ї та 4-ї елементи кожної з чотирьох балок, що спираються на центральну колону середньої рами (елементи біля опорної ділянки на центральну колону);
  - у групу уніфікації **13** включіть 5-ї, 6-ї та 7-ї елементи кожної з чотирьох балок, що спираються на центральну колону середньої рами (відлік вести від центральної колони);
  - у групу уніфікації **14** включіть 3-ї, 4-ї та 5-ї елементи кожної з чотирьох балок, що спираються на центральну колону середньої рами (відлік вести від центральних колон 1-ї та 3-ї рам, а також від крайніх лівих і крайніх правих колон середньої рами);
  - у групу уніфікації **15** включіть по три крайніх елементи кожної з обрамляючих балок, розташованих по периметру (опорні ділянки цих балок на центральні колони 1-ї та 3-ї рам, а також на крайні ліві та крайні праві колони середньої рами);

- у групу уніфікації **16** включіть 4-і, 5-і та 6-і елементи кожної з обрамляючих балок, розташованих по периметру (відлік вести від центральних колон 1-ї та 3-ї рам, а також від крайніх лівих і крайніх правих колон середньої рами);
  - у групу уніфікації **17** включіть 4-і, 5-і та 6-і елементи кожної з обрамляючих балок, розташованих по периметру (відлік вести від чотирьох куткових колон);
  - у групу уніфікації **18** включіть по три крайні елементи кожної з обрамляючих балок, розташованих по периметру (опорні ділянки цих балок на кутові колони).
- Натисніть кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення горизонтальних стержневих елементів.
  - Перейдіть у диметричну фронтальну проекцію представлення розрахункової схеми натисканням по кнопці  – **Диметрична фронтальна проекція** на панелі інструментів **Проекція**.
  - Далі натисніть кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
  - За допомогою «рамки вибору» виділіть тільки елементи центральних колон середньої рами.
  - У діалоговому вікні **Уніфікація елементів** натисніть кнопку  – **Створити нову УГ або...**
  - Аналогічно попереднім операціям виконайте наступні дії:
    - у групу уніфікації **20** включіть тільки елементи крайніх лівих колон середньої рами;
    - у групу уніфікації **21** включіть тільки елементи крайніх правих колон середньої рами;
    - у групу уніфікації **22** включіть тільки елементи центральних колон 1-ї та 3-ї рам;
    - у групу уніфікації **23** включіть тільки елементи всіх куткових колон.

## Етап 8. Повний розрахунок схеми

- Запустіть задачу на розрахунок натисканням по кнопці  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).




## Етап 9. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку




Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку здійснюється на вкладці **Аналіз**.



- У режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів.

### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль


- Натисканням по кнопці  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору**, викличе діалогове вікно **ПоліФільтр** (рис. 18.18).
- Для виділення стержневих елементів, у цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**.
- Далі встановіть прапорець **За видом КЕ** і у розкритому списку виберіть рядок **Стержні**.
- Натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Для відображення на екрані тільки виділених стержневих елементів, виконайте фрагментацію натисканням по кнопці  – **Фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.

- Виведіть на екран епюру  $M_y$  натисканням по кнопці  $M_y$  – Епюри  $M_y$  (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення епюри  $Q_z$  натисніть кнопку  $Q_z$  – Епюри поперечних сил  $Q_z$  (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення епюри  $N$  натисніть кнопку  $N$  – Епюри поздовжніх сил  $N$  (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля  $N$ , виберіть команду  – **Мозаїка зусиль в стержнях** у розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).


#### Зміна номеру поточного завантаження

- У рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) у розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню і натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Для відновлення розрахункової схеми в початковому вигляді, натисніть кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.



#### Виведення на екран ізополів переміщень

- Щоб вивести на екран ізополя переміщень у напрямку  $Z$ , виберіть команду  – **Ізополя переміщень у глобальній системі** у розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть кнопку  $Z$  – **Ізополя переміщень по  $Z$**  (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

#### Виведення на екран мозаїк напружень

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по  $M_x$ , виберіть команду  – **Мозаїка напружень у розкритому списку **Мозаїка/ізополя** та після цього натисніть кнопку  $M_x$  – **Мозаїка напружень по  $M_x$**  (панель **Напруження в пластинах і об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).**
- Для відображення мозаїки напружень по  $N_x$ , натисніть кнопку  $N_x$  – **Мозаїка напружень по  $N_x$**  (панель **Напруження в пластинах і об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).

#### Формування та перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями розрахункових сполучень зусиль в елементах схеми, виберіть команду  – **Стандартні таблиці** у розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього у діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 18.19) виділіть рядок **PC3 розрахункові**.
- Натисніть кнопку  – **Застосувати**.



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

При встановленні прапорця **Створити оновлювану таблицю «Книги звітів»** таблиця буде створена тільки в форматі CSV і вставлена в «Книгу звітів». Таблицю, яка знаходиться в «Книзі звітів», можна в подальшому оновлювати в разі необхідності та верстати у звіт засобами «Книги звітів».

Щоб змінити формат створюваної таблиці, потрібно у діалоговому вікні **Стандартні таблиці** натиснути кнопку **Вибрати формат** і у вікні, що з'явилося, **Формат таблиць** вибрати потрібний формат і підтвердити вибір натисканням по кнопці **ОК** (для створення таблиць у текстовому форматі потрібно включити 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 і буде використаний за умовчанням при подальшій роботі зі стандартними таблицями.

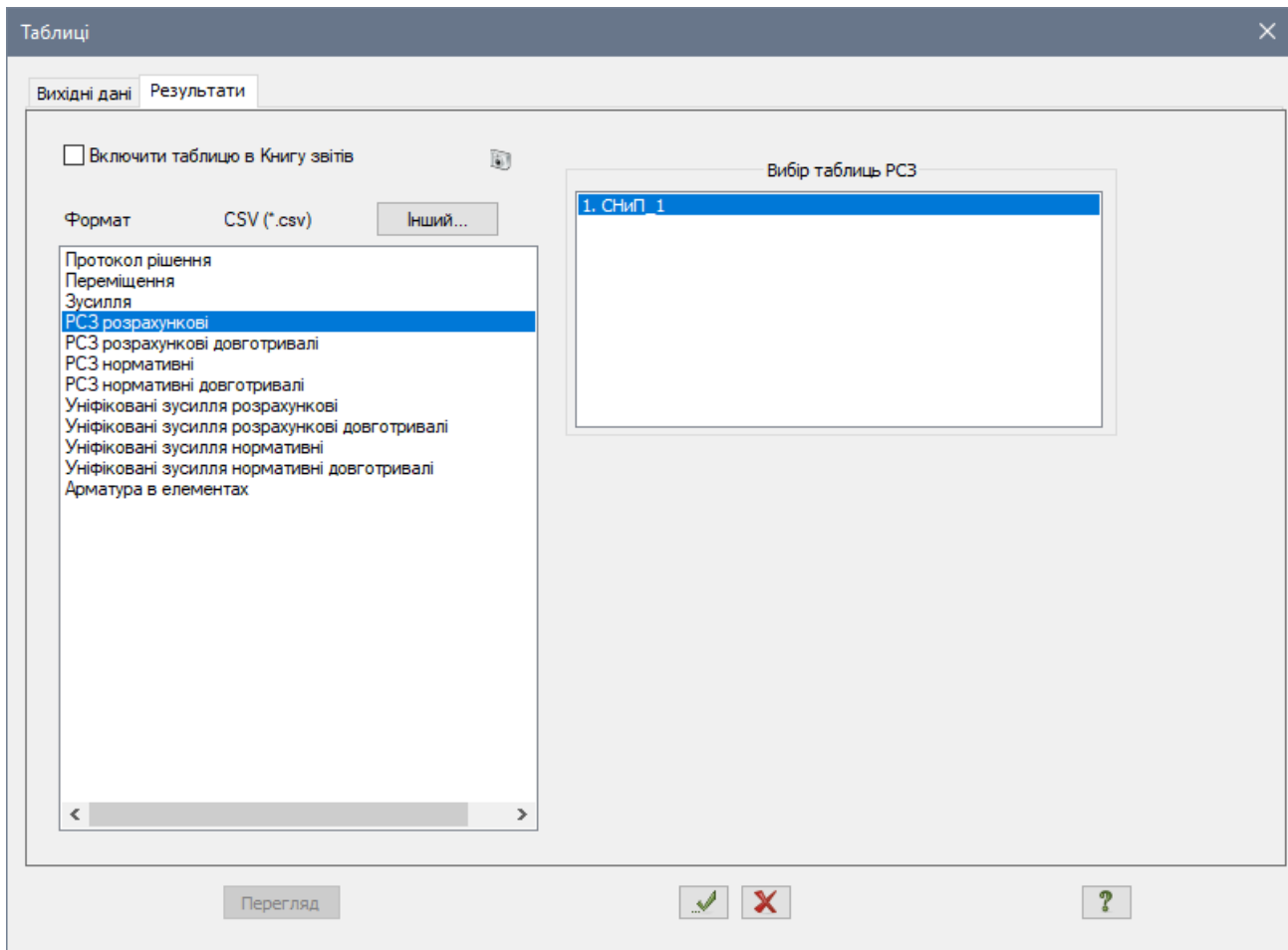



Рис. 18.19. Діалогове вікно **Таблиці**









- Після аналізу закрийте таблицю натисканням по кнопці  – **Закрити**.

#### Етап 10. Перегляд і аналіз результатів армування





Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів армування здійснюється на вкладці **Залізобетон** (для стилю стрічкового інтерфейсу **Стрічка Плюс**).



- Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному з елементів, натисніть кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** та вкажіть курсором на будь-який стержневий або пластинчастий елемент.
- У діалоговому вікні перейдіть на закладку **Інформація про підбрану арматуру** (в цьому вікні міститься повна інформація про вибраний елемент, в тому числі і з результатами підбору арматури).
- Закрийте діалогове вікно натисканням по кнопці  – **Закрити**.
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі X1, натисніть кнопку  – **Нижня арматура в пластинах по осі X1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі Y1, натисніть кнопку  – **Нижня арматура в пластинах по осі Y1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).
- Для встановлення режиму відображення симетричного армування в перерізах стержнів, виберіть команду  – **Симетричне армування** у розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі поздовжньої арматури в нижньому лівому куті перерізу стержня AU1, натисніть кнопку  – **Кутова арматура AU1** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі поздовжньої арматури в нижньому правому куті перерізу стержня AU2, натисніть кнопку  – **Кутова арматура AU2** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Для встановлення режиму відображення несиметричного армування в перерізах стержнів, виберіть команду  – **Несиметричне армування** у розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).

#### Формування і перегляд таблиць результатів підбору арматури

- Викличте діалогове вікно **Таблиці**, вибравши команду  – **Таблиці результатів для ЗБ** у розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).
- У цьому вікні за умовчанням виділений рядок **Арматура в елементах**, а в полі **Арматура** включена радіо-кнопка **в стержнях**.
- Для створення таблиці результатів підбору арматури в стержневих елементах натисніть кнопку  – **Застосувати**.

#### **Етап 11. Імпорт результатів підбору арматури для створення нелінійної задачі**




- Натисканням по кнопці  – **Жорсткості та матеріали** (панель **Конструювання** на вкладці **Залізобетон**) викличте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали**.
- У цьому вікні натисніть на кнопку  – **Замінити жорсткості по даних конструювання ...**
- У діалоговому вікні **Заміна жорсткостей** (рис. 18.20) для створення нелінійної задачі натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 18.20. Діалогове вікно **Заміна жорсткостей**

### [Завершення формування нелінійної задачі](#)



Після того як здійснено імпорт результатів підбору арматури в новий файл, відбувається автоматична зміна типу скінченних елементів на фізично нелінійні, а також відбувається автоматична заміна жорсткісних параметрів з урахуванням нелінійності (автоматично задаються параметри матеріалів і параметри арматури).

- Після створення нелінійної задачі, для завершення формування розрахункової схеми, потрібно задати наступні дані:
  - видалити навантаження від власної ваги і задати її по-новому з коеф. надійності за навантаженням рівному 1 (нормативне значення);
  - за допомогою коригування навантажень змінити розрахункові значення навантажень від огорожувальних конструкцій та навантаження другого завантаження на нормативні значення шляхом ділення на відповідні коеф. надійності за навантаженням;
  - видалити таблицю РСЗ;
  - відповідно до опису прикладу 7 виконати формування таблиці моделювання нелінійних завантажень.
- Після закінчення формування розрахункової схеми можна виконувати фізично нелінійний розрахунок схеми та переглядати результати розрахунку.

## Приклад 19. Розрахунок двопрогової балки з використанням системи «Інженерна нелінійність»

### Цілі та задачі:

- продемонструвати технологію проведення розрахунку використовуючи систему «Інженерна нелінійність».

### Вихідні дані:

Схема балки та її закріплення показані на рис. 19.1.

Переріз елементів балки показані на рис. 19.2.

Матеріал балки – залізобетон В25.

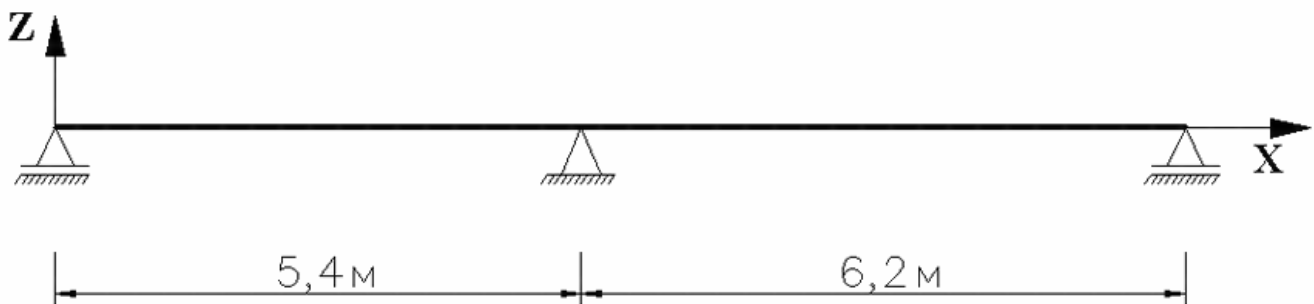


Рис. 19.1. Схема балки

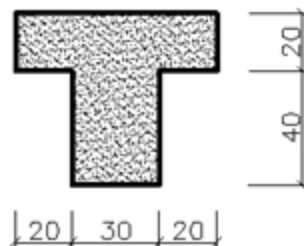


Рис. 19.2. Переріз елементів балки

### Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага (рис. 19.3);

Завантаження 1

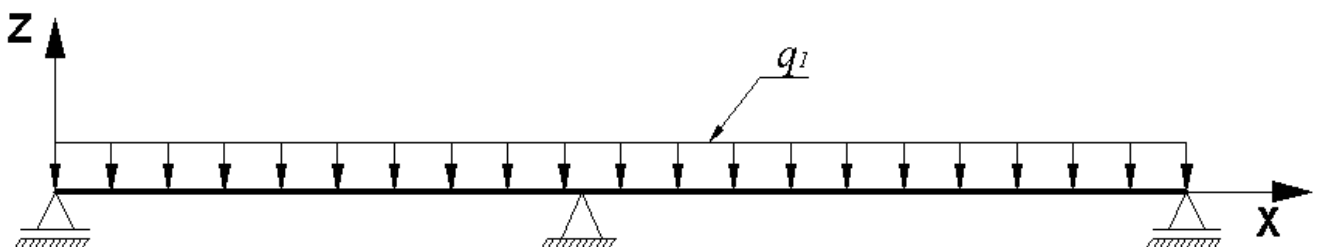


Рис. 19.3. Схема завантаження балки (Завантаження 1)

- завантаження 2 – рівномірно розподілене  $q_2 = 0.3$  т/м (рис. 19.4);

Завантаження 2

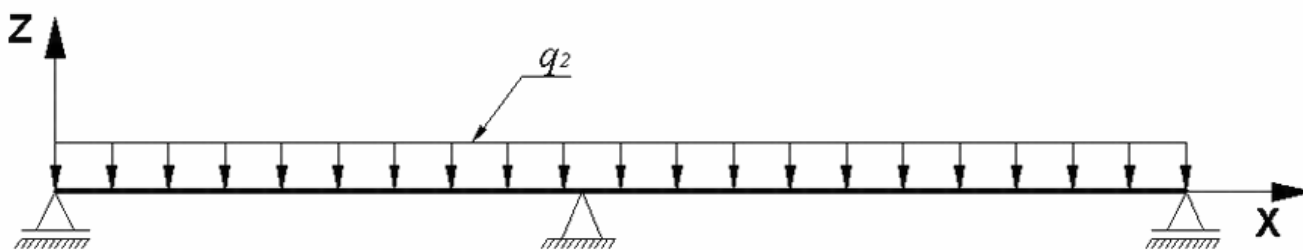


Рис. 19.4. Схема завантаження балки (Завантаження 2)

- завантаження 3 – рівномірно розподілене у першому прольоті  $q_3 = 0.87$  т/м (рис. 19.5);

Завантаження 3

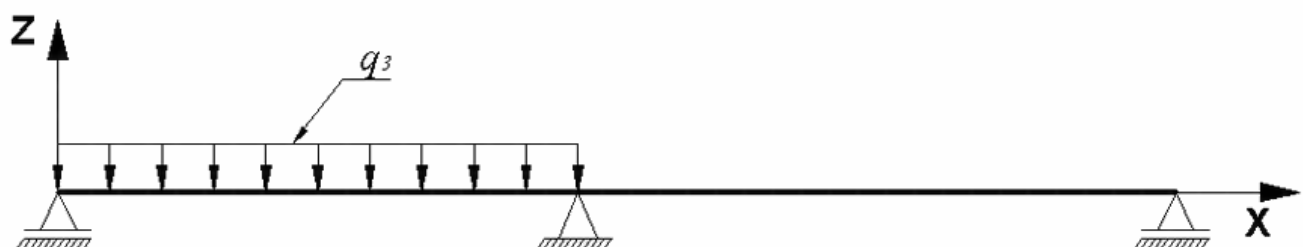


Рис. 19.5. Схема завантаження балки (Завантаження 3)

- завантаження 4 – рівномірно розподілене у другому прольоті  $q_4 = 0.87$  т/м (рис. 19.6);

Завантаження 4

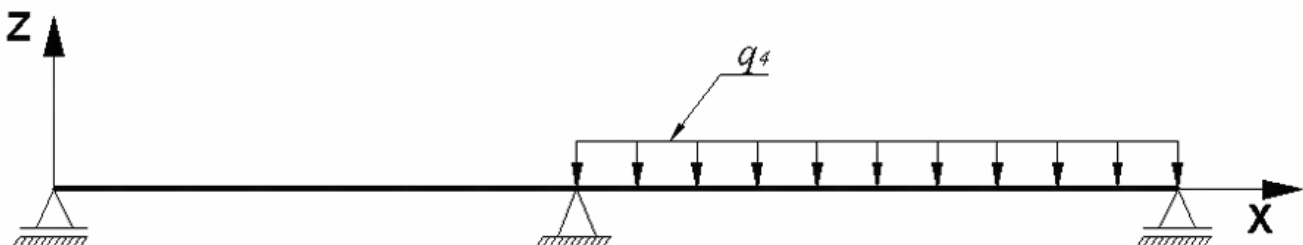




Рис. 19.6. Схема завантаження балки (Завантаження 4)

Для того щоб почати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:  
Пуск ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 19.7) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **19\_балка\_PCH**;
  - у розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **5 – Шість ступенів свободи у вузлі (X,Y,Z, Ux,Uy,Uz)**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

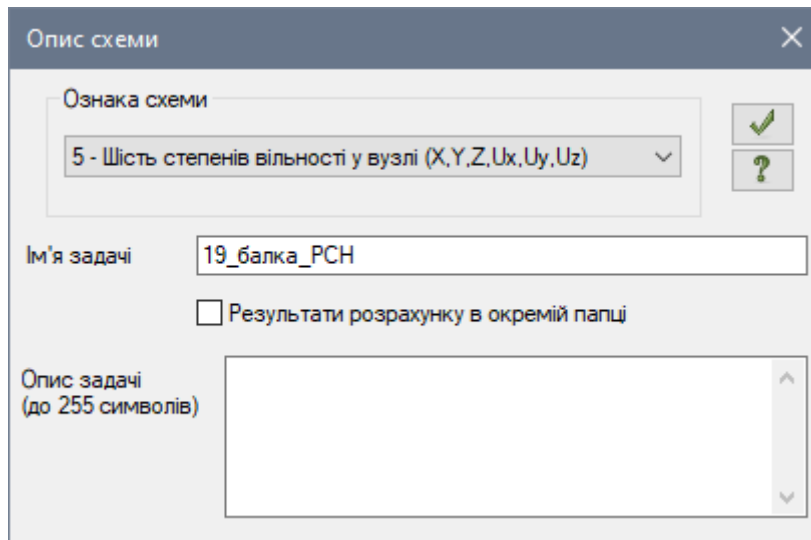




Рис. 19.7. Діалогове вікно **Опис схеми**




Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в


меню **Програми** у розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу у розкритому

списку **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)**. Після цього потрібно задати тільки ім'я задачі.

Установлення прапорця **Результати розрахунку в окремій папці** у 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 та подальшої передачі файлів результатів розрахунку або перегляду та аналізу цих файлів за допомогою провідника або інших файлових менеджерів.

## Етап 2. Створення геометричної схеми балки

- Викличте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів і сітей** натисканням по кнопці  – **Генерація регулярних фрагментів** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- Приймаємо поділ прольотів балки на 4 частини. Тому в цьому діалоговому вікні задайте наступні параметри:
  - Крок уздовж першої осі:
 

L(м)	N
1.35	4
1.55	4.
  - Інші параметри приймаються за умовчанням (рис. 19.8).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.

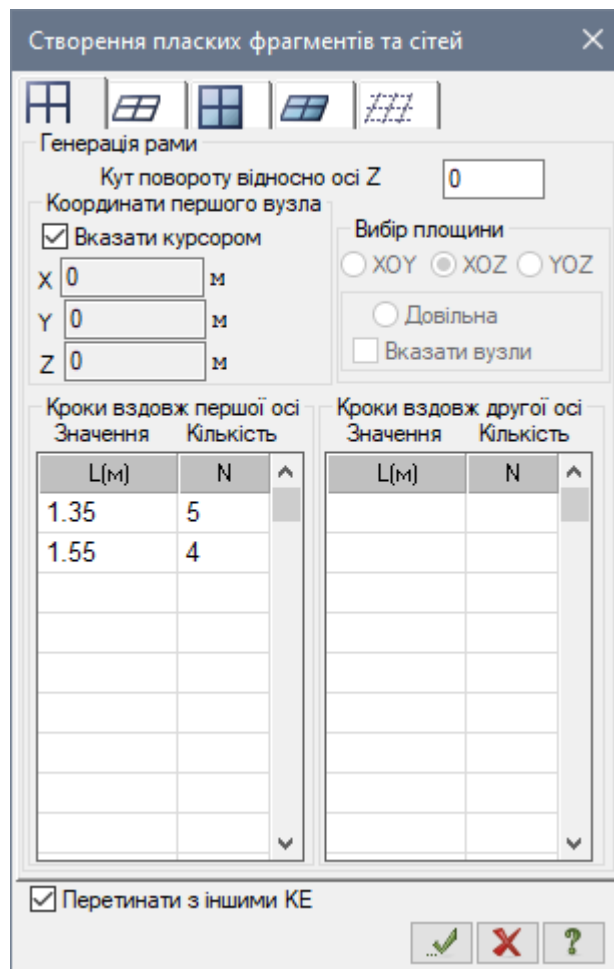







Рис. 19.8. Діалогове вікно Створення плоских фрагментів і сітей

### Збереження інформації про розрахункову схему


- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт  **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **19\_балка\_PCH**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка – **Data**).
- Натисніть кнопку **Зберегти**.

### Етап 3. Завдання граничних умов



#### Виведення на екран номерів вузлів та елементів

- Перейдіть у проекцію на площину XOZ натисканням по кнопці  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- У діалоговому вікні **Показати** при активній закладці **Елементи** установіть прапорець **Номери елементів**.
- Після цього перейдіть на другу закладку **Вузли** та установіть прапорець **Номери вузлів**.
- Натисніть кнопку  – **Перемалювати**.

### Виділення вузлів № 1 і 9

- Натисніть кнопку  – **Відмітка вузлів** у розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсору виділіть вузли № 1 і 9 (вузли забарвлюються в червоний колір).

### Завдання граничних умов у вузлах № 1 і 9

- Натисканням по кнопці  – **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 19.9).
- У цьому вікні, за допомогою установки прапорців, відмітьте напрямки, по яких заборонені переміщення вузлів (**Z**).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах** (вузли забарвлюються у синій колір).

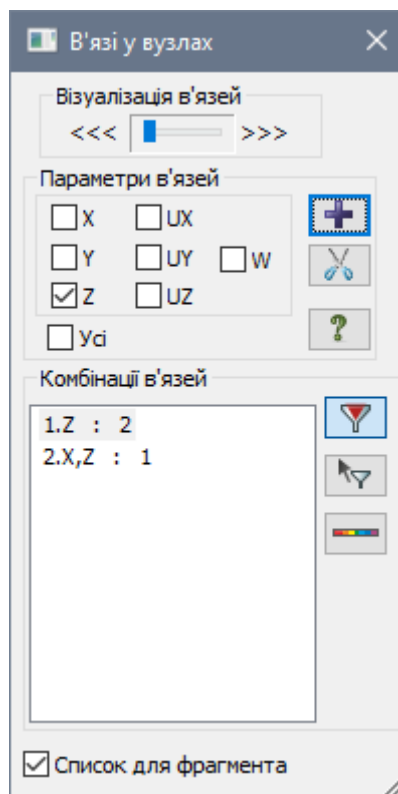


Рис. 19.9. Діалогове вікно **В'язі у вузлах**

### Завдання граничних умов у вузлі № 5









- Виділіть вузол № 5 за допомогою курсору.
- У діалоговому вікні **В'язі у вузлах** відмітьте напрямки, по яких заборонено переміщення вузла (**X, Z**). Для цього необхідно встановити ще і прапорець у напрямку **X**.
- Натисніть кнопку  – **Додати в'язі у відмічених вузлах**.
- Закрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** натисканням по кнопці  – **Закрити**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка вузлів** у розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вузлів.
- На рис. 19.10 представлена отримана схема.



Рис. 19.10. Задані граничні умови у вузлах розрахункової схеми

#### Етап 4. Завдання варіантів конструювання

- Викличте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 19.11) натисканням по кнопці  – **Варіанти конструювання** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання:
  - у списку **Розрахунок перерізів по:** включіть радіо-кнопку **РСН**;
  - для вибору таблиці РСН натисніть кнопку  – **Додати/Редагувати таблицю РСН**;
  - у діалоговому вікні **Розрахункові сполучення навантажень** у розкритому списку виберіть будівельні норми **СП 20.13330.2011/2016**.
  - після цього натисніть кнопку  - **Зберегти дані**, щоб зберегти всі введені дані.
  - закрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** натисканням по кнопці  – **Вихід**.
  - у розкритому списку для залізобетонного розрахунку **Норми** виберіть рядок **СП 63.13330.2012/2018**;
  - інші параметри приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



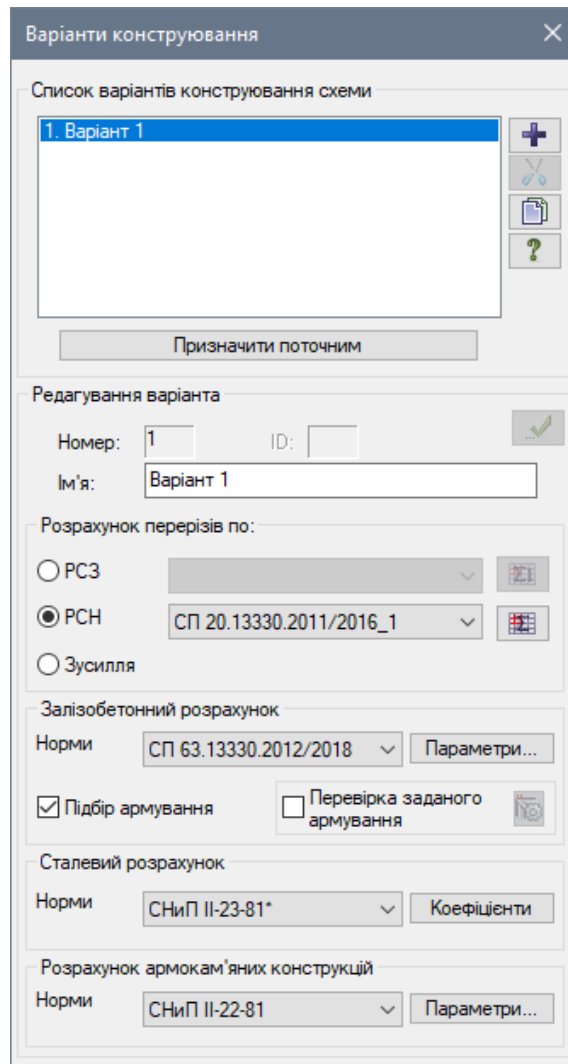



Рис. 19.11. Діалогове вікно **Варіанти конструювання**

- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

## Етап 5. Завдання жорсткісних параметрів елементам балки

### Формування типів жорсткості

- Натисканням по кнопці  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 19.12,а).
- У цьому вікні натисканням по кнопці **Додати** викличе діалогове вікно **Додати жорсткість**, для того щоб вивести список стандартних типів перерізів (рис. 19.12,б).

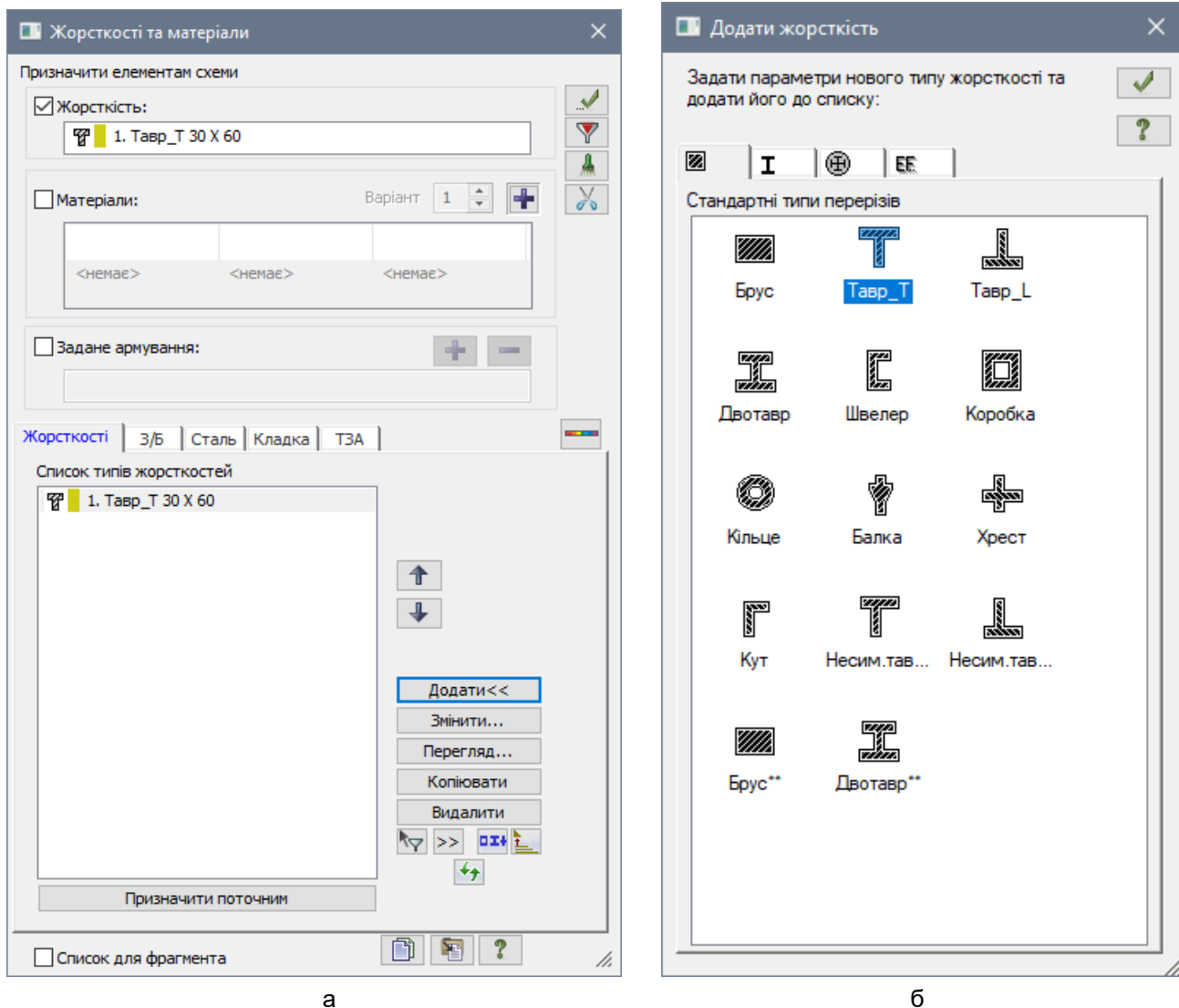


Рис. 19.12. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість


- Виберіть подвійним натисканням миші на елементі графічного списку тип перерізу **Тавр\_Т**.
- У діалоговому вікні **Завдання стандартного перерізу** (рис. 19.13) задайте параметри перерізу **Тавр\_Т**:
  - модуль пружності –  $E = 3e6 \text{ т/м}^2$  (при англійській розкладці клавіатури);
  - коефіцієнт Пуассона –  $\nu = 0.25$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 30 \text{ см}$ ;  $H = 60 \text{ см}$ ;  $B1 = 70 \text{ см}$ ;  $H1 = 20 \text{ см}$ ;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.5 \text{ т/м}^3$ .
  - щоб побачити ескіз створюваного перерізу з усіма розмірами, натисніть кнопку **Намалювати**.
- Для введення даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.
- Для того щоб приховати бібліотеку жорсткісних характеристик, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку **Додати**.

Рис. 19.13. Діалогове вікно **Задання стандартного перерізу**

#### Задання матеріалів для залізобетонних конструкцій

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть по другій закладці **З/Б (Задання параметрів для залізобетонних конструкцій)**.
- При включеній радіо-кнопці **Тип** натисніть кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій** (рис. 19.14), в якому натисніть по першому рядку у списку **ТИП: СТЕРЖЕНЬ** і після цього у правій частині вікна задайте наступні параметри для балок:
  - у рядку **Назва** задайте **Балки**;
  - у розкритому списку **Колонна рядовая** виберіть рядок **Балка**;
  - у розкритому списку **Армування** виберіть тип армування **Несиметричне**;
  - у полі **Розрахунок** установіть прапорець **Враховувати конструктивні вимоги**;
  - у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи**, при включеній радіо-кнопці **Діаметр арматурних стержнів**, у розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **40** мм;

- у полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** задайте параметри **LY = 0, LZ = 0**;
- всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

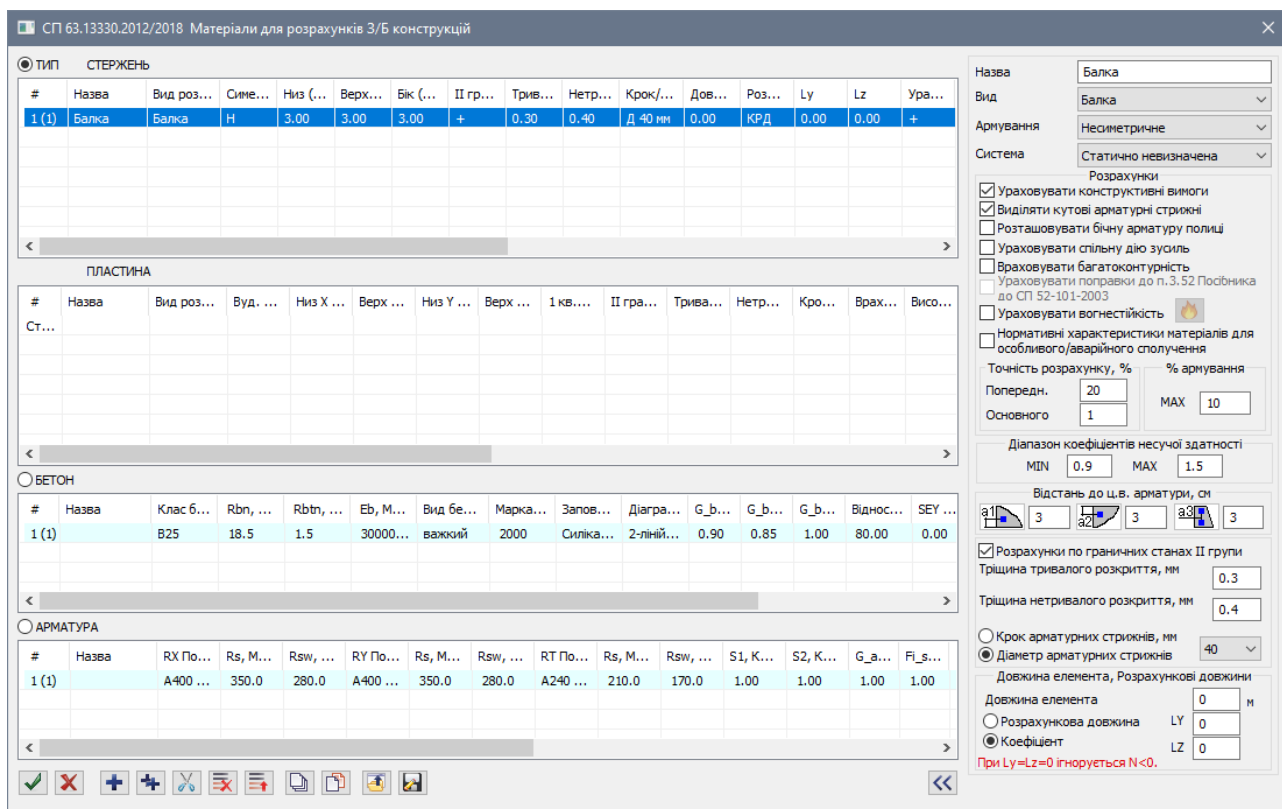




Рис. 19.14. Діалогові вікна **Матеріали для розрахунку 3/Б конструкцій**


- Після цього натисніть по першому рядку у списку **БЕТОН** і у правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - у розкривному списку **Клас бетону** виберіть рядок **B25**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Далі натисніть по першому рядку у списку **АРМАТУРА** і у правій частині вікна задайте наступні параметри:
  - у розкривному списку **Максимальний діаметр поздовжньої арматури, мм** виберіть рядок **40**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

#### Призначення жорсткостей і матеріалів елементам балки

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** установіть прапорець **Матеріали** у полі **Призначити елементам схеми**.
- У цьому вікні у списку поточного типу жорсткості повинна бути встановлена жорсткість – **1. Тавр\_Т**, а у списку поточних матеріалів повинні бути встановлені в якості поточних: тип – **1.Балка**, клас бетону – **1.B25** і клас арматури – **1.A400.A400.A240**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка горизонтальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми (виділені елементи забарвлюються у червоний колір).



Відмітка елементів виконується за допомогою одиночної вказівки курсором або розтягуванням навколо потрібних елементів «рамки вибору».

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні **Попередження** (рис. 19.15) натисніть кнопку **Так** (це повідомлення з'являється через те, що для відмічених стержнів застосувався тип армування **Балка**. При цьому кількість розрахункових перерізів у них дорівнює 2, а для конструювання згинального елемента, потрібно обчислити зусилля в трьох або більше перерізах).

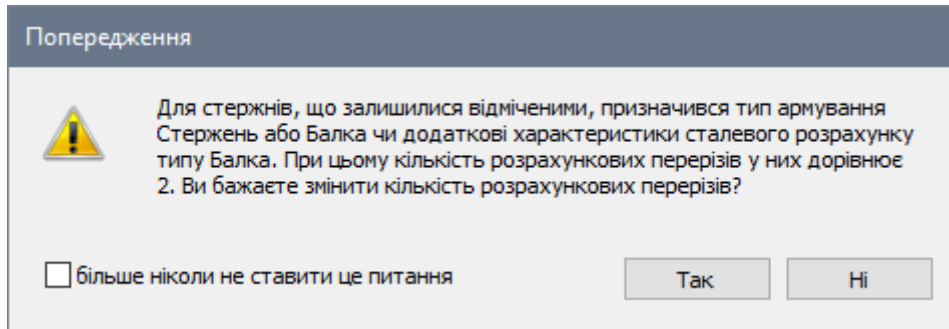




Рис. 19.15. Діалогове вікно **Попередження**

#### Етап 6. Завдання розрахункових перерізів для балки

- У діалоговому вікні **Розрахункові перерізи** (рис. 19.16) задайте кількість розрахункових перерізів **N = 5**.
- Натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно **Розрахункові перерізи** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

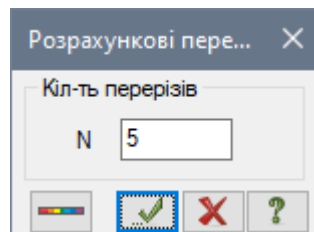



Рис. 19.16. Діалогове вікно **Розрахункові перерізи**

#### Етап 7. Завдання навантажень



##### **Вибір завантаження**

Допускається завдання до 300 завантажень. Кожному завантаженню присвоюється номер, довільне ім'я та вид. Завантаження може містити будь-яку кількість навантажень. Номер, ім'я та вид завантаження присвоюються за допомогою діалогового вікна **Редактор завантажень** (рис. 19.17), яке викликається натисканням по кнопці  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**). За умовчанням, на початку роботи програми, прийнято ім'я **Завантаження 1**. Вид завантаження дозволяє автоматично формувати таблицю РСН з параметрами, прийнятими за умовчанням. Взаємозв'язок між завантаженнями задається в таблиці РСН.


**Завдання навантажень**

Навантаження на вузли та елементи задаються за допомогою діалогового вікна **Завдання навантажень** (рис. 19.19), яке викликається після вибору однієї з команд розкритого списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та**


редагування).

Діалогове вікно містить закладки для завдання навантажень на **вузли, стержні, пластини, об'ємні елементи та суперелементи**, а також для завдання навантажень для розрахунку на **динаміку в часі**. За умовчанням приймається, що **навантаження належать одному і тому ж поточному завантаженню**, номер якого був заданий заздалегідь. Вікно містить також закладку **для коригування або видалення навантажень поточного завантаження..** У вікні містяться радіо-кнопки для завдання систем координат – **глобальної, місцевої (для елемента), локальної (для вузла) та напрямки впливу – X, Y, Z, W** (W – депланація), а також кнопки для завдання **статичного навантаження** (коричневий колір), **заданого зміщення** (жовтий колір) і **динамічного впливу** (рожевий колір) – меню цих кнопок змінюється в залежності від типу завантажуваного скінченного елемента. При натисканні цих кнопок викликається діалогове вікно для завдання параметрів навантаження. Прикладені навантаження і впливу заносяться у поле списку навантажень – **Поточне навантаження**.


#### Завдання розширеної інформації про завантаження


- Викличте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 19.17) натисканням по кнопці  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- Для Завантаження 1 у полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку


Вид рядок **Постійне** і натисніть кнопку  – **Застосувати**.


- Щоб додати друге завантаження, у полі **Список завантажень** натисніть кнопку  – **Додати завантаження (в кінець)**.
- Для Завантаження 2 у полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку

Вид рядок **Тимчасове трив. / Тривале** і натисніть кнопку  – **Застосувати**.


- Щоб додати третє завантаження, у полі **Список завантажень** натисніть кнопку  – **Додати завантаження (в кінець)**.
- Для Завантаження 3 у полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку

Вид рядок **Короткочасне** і натисніть кнопку  – **Застосувати**.

- Щоб додати четверте завантаження, у полі **Список завантажень** натисніть кнопку  – **Додати завантаження (в кінець)**.
- Для Завантаження 4 у полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку

Вид рядок **Короткочасне** і натисніть кнопку  – **Застосувати**.

- Щоб перейти до формування першого завантаження, у полі **Список завантажень** виділіть перший рядок **1. Завантаження 1** і натисніть кнопку **Призначити поточним** (можна призначити поточним завантаження подвійним натисканням по рядку списку).

- Закрийте діалогове вікно **Редактор завантажень** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

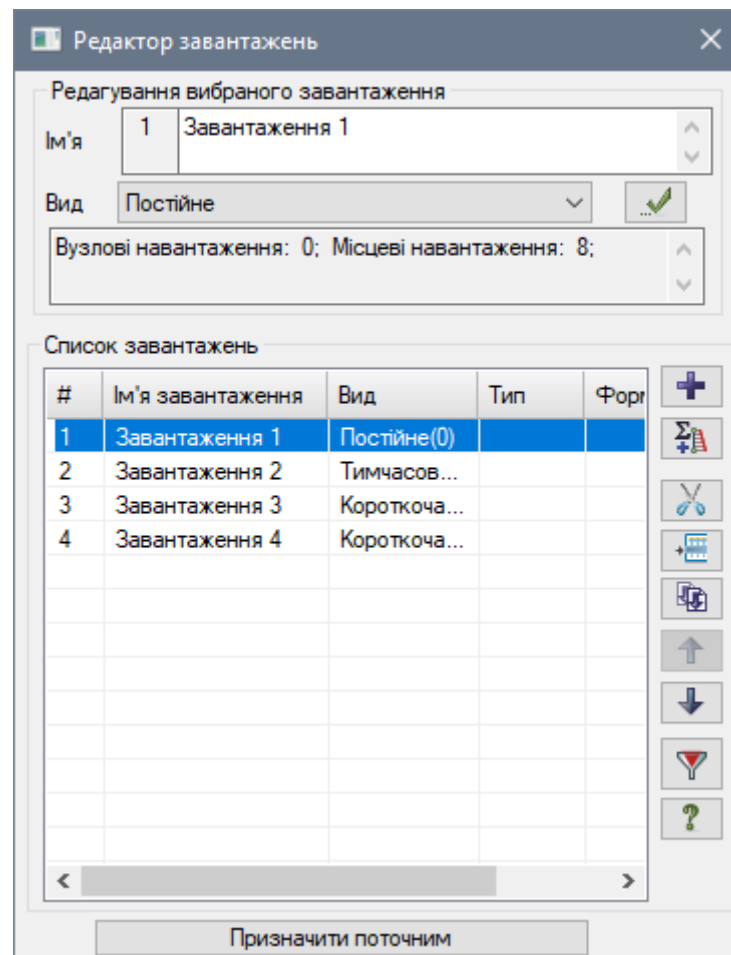




Рис. 19.17. Діалогове вікно Редактор завантажень



Завдання розширеної інформації про завантаження можна також після формування завантажень. У цьому випадку потрібно задати тільки вид завантаження.

#### Формування завантаження № 1

- Викличте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 19.18) натисканням по кнопці  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому вікні, при включеній радіо-кнопці **усі**, у полі **Коеф. надійності по навантаженню** задайте коефіцієнт рівний **1.1** (так як питома вага задана нормативною, то її потрібно перетворити в розрахункову).
- Натисніть кнопку  – **Застосувати** (всім елементам конструкції автоматично призначається рівномірно розподілене навантаження, яке дорівнює погонній вазі елементів).

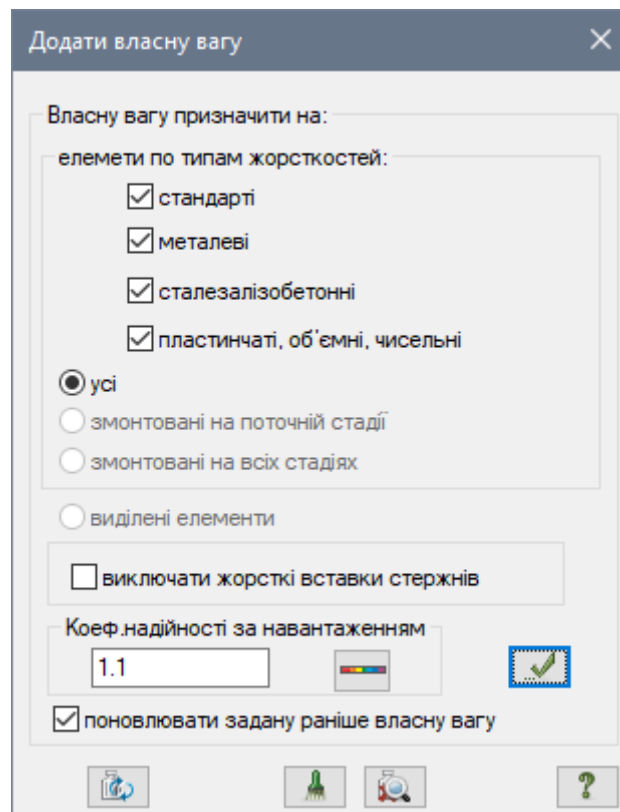




Рис. 19.18. Діалогове вікно Додати власну вагу

#### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натисканням по кнопці  – Наступне завантаження у рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Виділіть всі елементи.
- Викличте діалогове вікно **Завдання навантажень** на закладці **Навантаження на стержні** (рис. 19.19) вибравши команду  – **Навантаження на стержні** у розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрямок – уздовж осі **Z**.



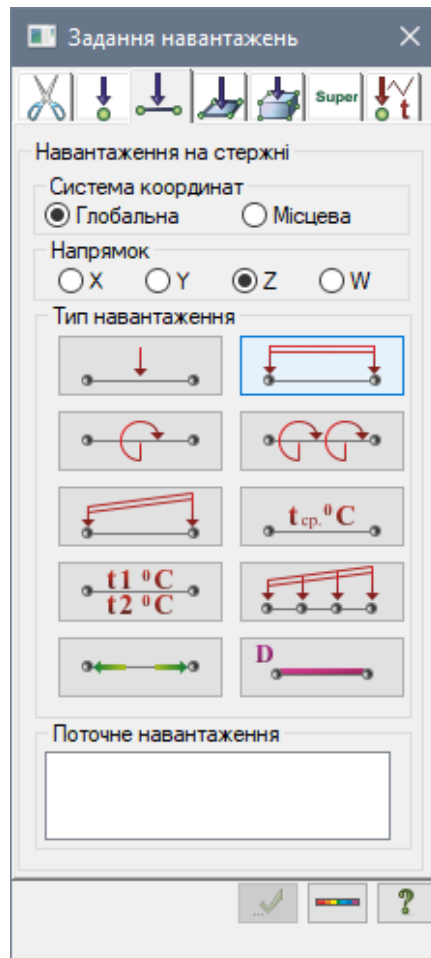



Рис. 19.19. Діалогове вікно **Задання навантажень**

- Натисканням по кнопці рівномірно розподіленого навантаження викличе діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.3$  т/м (рис. 19.20).
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

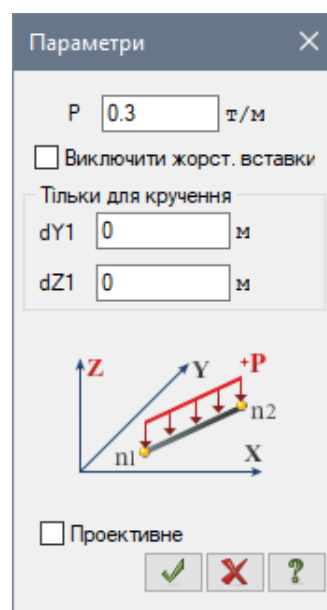






Рис. 19.20. Діалогове вікно **Параметри**


### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натисканням по кнопці  – **Наступне завантаження** у рядку стану.
- За допомогою курсору виділіть елементи першого прольоту № 1, 2, 3 і 4.
- Натисканням по кнопці рівномірно розподіленого навантаження викличте діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.87$  т/м.
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

### Формування завантаження № 4

- Змініть номер поточного завантаження натисканням по кнопці  – **Наступне завантаження** у рядку стану.
- За допомогою курсору виділіть елементи другого прольоту № 5, 6, 7 і 8.
- Натисканням по кнопці рівномірно розподіленого навантаження викличте діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.87$  т/м.
- У діалоговому вікні **Завдання навантажень** натисніть кнопку  – **Застосувати**.

### Етап 8. Генерація таблиці РСН

- Натисканням по кнопці  – **РСН** (панель **Дод. розрахунки** на вкладці **Розрахунок**) викличте діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** (рис. 19.22).
- У діалоговому вікні **Попередження** (рис. 19.21) натисніть кнопку **Ок**.

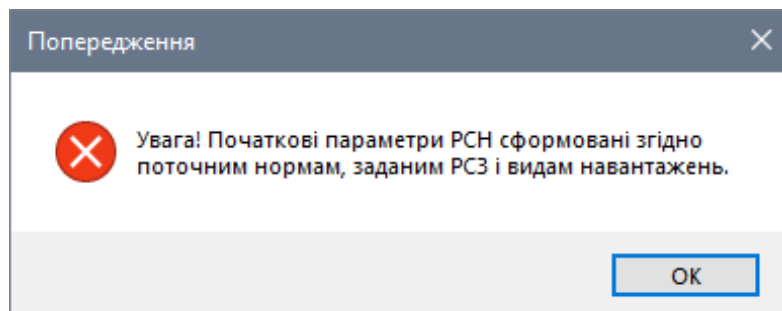




Рис. 19.21. Діалогове вікно Попередження



Так як вид завантажень задавався у діалоговому вікні **Редактор завантажень** (рис. 19.17) таблиця РСН сформувалася автоматично з параметрами, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження. Далі потрібно тільки змінити параметри для третього і четвертого завантажень, а також задати сполучення.

- У діалоговому вікні **Розрахункові сполучення навантажень**, при вибраних будівельних нормах **СП 20.13330.2011/2016**, у стовпці **Взаємовиключення** для третього і четвертого завантажень у відповідних клітинках задайте **1**.
- Для завдання сполучень виконайте наступні дії:
  - у списку сполучень виділіть рядок **Основне сполучення** і після цього натисніть кнопку **Додати**.
- Після цього натисніть на кнопку  - **Зберегти дані**, щоб зберегти всі введені дані.
- Закрийте діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** натисканням по кнопці  – **Вихід**.



Обчислення розрахункових сполучень навантажень (РСН) проводиться безпосереднім підсумовуванням відповідних переміщень вузлів і зусиль (напружень) в елементах по правилах, встановлених нормативними документами (на відміну від обчислення РСЗ, де в якості критерію для визначення небезпечних сполучень використовуються екстремальні значення напружень у характерних точках перерізів стержневих елементів).

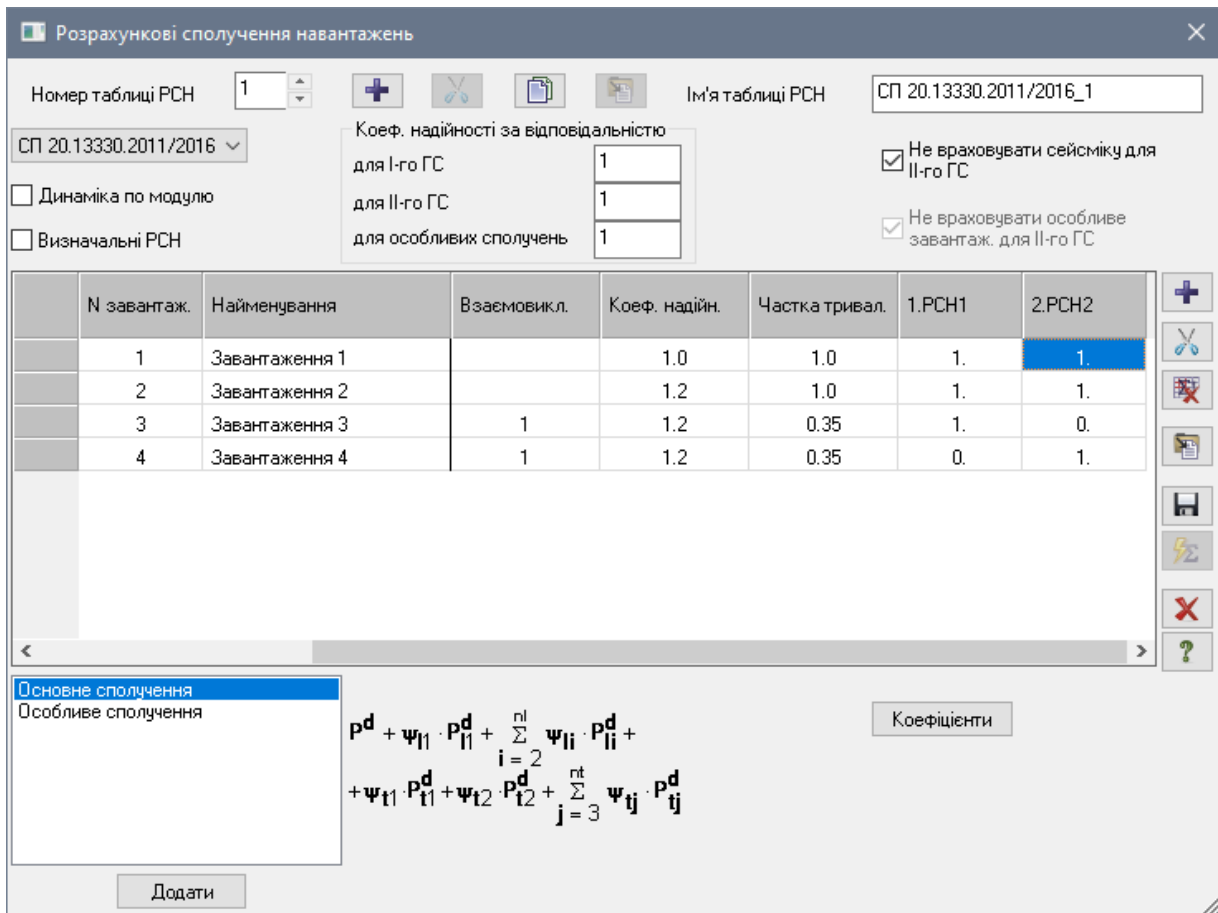




Рис. 19.22. Діалогове вікно Розрахункові сполучення навантажень

### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).

### Етап 9. Повний розрахунок балки

- Запустіть задачу на розрахунок натисканням по кнопці  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).

### Етап 10. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку



Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного та динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

- У режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів (рис. 19.23). Для відображення схеми без урахування переміщень

вузлів натисніть кнопку  – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

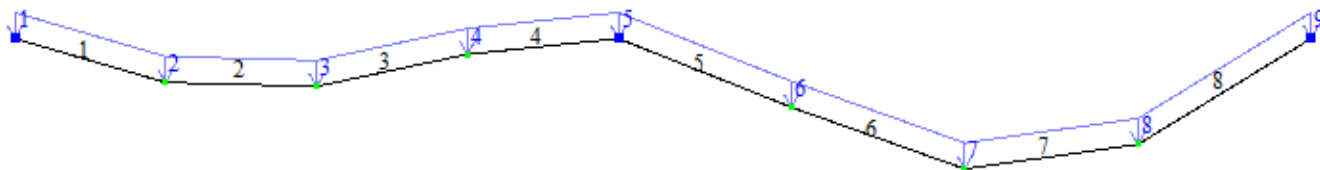




Рис. 19.23. Розрахункова схема з урахуванням переміщень вузлів

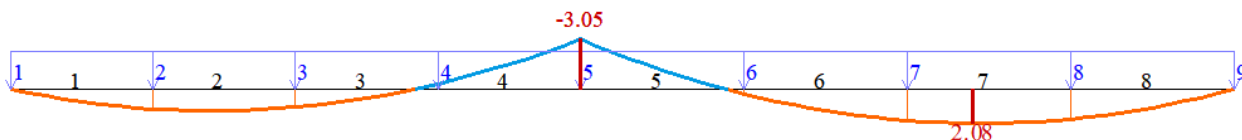
#### [Виведення на екран мозаїки переміщень](#)

- Щоб вивести на екран мозаїки переміщень у напрямку Z, виберіть команду  – **Мозаїка переміщень у глобальній системі** у розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть кнопку **Z** – **Мозаїка переміщень по Z** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

#### [Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль](#)

- Виведіть на екран епюру **My** (рис. 19. 24) натисканням по кнопці  – **Епюри My** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).

Загружение 1  
Эшора My  
Единицы измерения - т\*м





  
Отм. 0.000  
Минимальное значение -3.04947; Максимальное значение 2.07836

Рис. 19. 24. Епюри згинальних моментів My

- Для виведення епюри **Qz** (рис. 19.25) натисніть кнопку  – **Епюри поперечних сил Qz** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).

Завантаження 1  
 Эшора Qz  
 Единиці вимірювання - т



Отм. 0.000  
 Минимальное значение -2.49522; Максимальное значение 2.70835

Рис. 19.25. Епюри поперечних сил Qz

- Щоб вивести мозаїку зусилля **Qz**, виберіть команду – Мозаїка зусиль в стержнях у розкритому списку **Епюри/мозаїка** і після цього натисніть кнопку – Мозаїка Qz (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).

#### [Аналіз результатів розрахунку по РСН](#)

- Переключіться на візуалізацію результатів розрахунку по РСН натисканням по кнопці – **Перейти до аналізу результатів по РСН** у рядку стану.
- Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль по РСН здійснюється аналогічно описаним раніше діям.
- Для перемикавання номера РСН, у рядку стану в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний потрібному сполученню.

#### [Формування та перегляд таблиць результатів розрахунку](#)

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями розрахункових сполучень навантажень в елементах схеми, виберіть команду – **Стандартні таблиці** у розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього у діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 19.26) виділіть рядок **РСН розрахункові**.
- Натисніть кнопку – **Застосувати**.

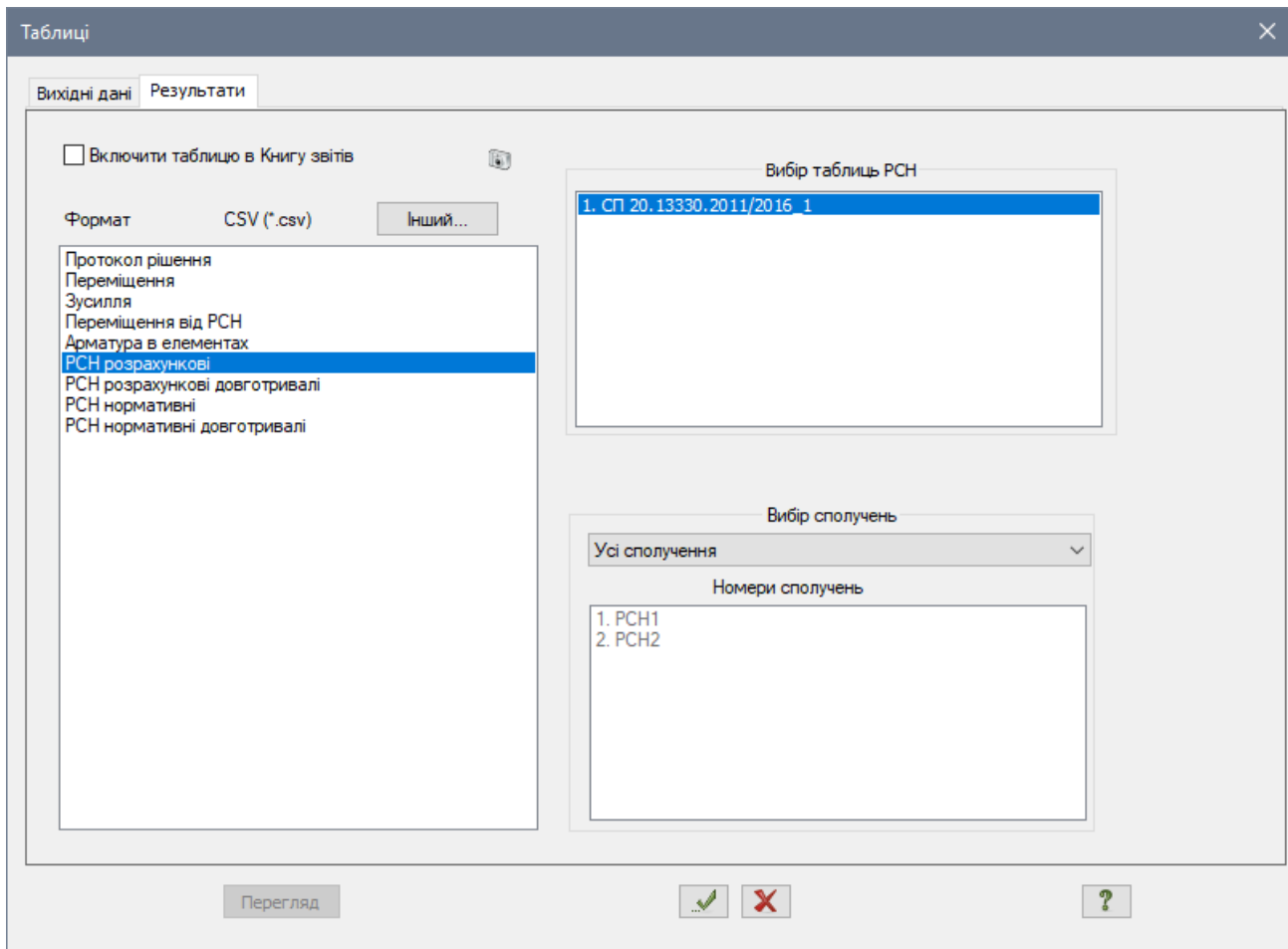



Рис. 19.26. Діалогове вікно Таблиці




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

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

Щоб змінити формат створюваної таблиці, потрібно у діалоговому вікні **Стандартні таблиці** натиснути по кнопці **Інший ...** і у вікні **Формат таблиць** вибрати потрібний формат і підтвердити вибір натисканням по кнопці **Підтвердити** (для створення таблиць у текстовому форматі потрібно включити радіо-кнопку **Текстові**). Для створення таблиць у форматі HTML потрібно включити радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі RPT (режим програми **«Графічний макетувальник»**) потрібно включити радіо-кнопку **Звіт**. Обраний формат таблиць запам'ятовується і буде використаний за умовчанням при подальшій роботі зі стандартними таблицями.

- У діалоговому вікні РСН розрахункові [СП 20.13330.2011/2016\_1] перейдіть на вкладку **Стержні**.
- Натисканням по кнопці  – **Фільтр** викличе діалогове вікно **Фільтри таблиць**. У цьому діалоговому вікні задайте:
  - у лівій частині вікна у полі **Найменування колонок з позначеннями їх властивостей** установіть прапорець **МУ**.
  - у правій частині вікна встановіть прапорець **Автоматичне обчислення мінімуму та максимуму (позначається А)**.
  - натисніть кнопку **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно **Фільтри таблиць** натисканням по кнопці – **Закрити**.

- Після аналізу закрийте таблицю РСН розрахункові [СП 20.13330.2011/2016\_1] натисканням по кнопці  – **Закрити**.




Крім колірною виділення значень, що нас цікавлять, фільтр дозволяє ховати рядки таблиці, які містять значення поза межами, вказаними користувачем у полях введення від «Мінімум» до «Максимум», приховувати вказувані користувачем колонки і зменшувати кількість знаків після коми для чисел, що містяться у вибраній, або у всіх колонках.

#### Етап 11. Моделювання нелінійних завантажень



«Інженерна нелінійність» – новий підхід до розрахунку конструкцій з урахуванням фізичної нелінійності. На підставі зусиль у визначальній комбінації (РСЗ і РСН не використовуються) виконується кроковий розрахунок з підбором арматури в перерізах елементів на кожному кроці. По результатах армування, отриманого на останньому кроці, обчислюються наведені жорсткісні характеристики. Вони вважаються остаточними і автоматично присвоюються елементам схеми.

Після цього виконується звичайний лінійний розрахунок на всі завантаження (в тому числі динамічні); при цьому обчислюються переміщення, РСЗ, РСН, підбирається арматура. Такий підхід дозволяє виконати більш ефективно армування залізобетонних елементів і отримати наближені до реальних переміщення конструкції. При цьому істотно скорочується і час завдання вихідних даних для розрахунку, і час самого розрахунку, по відношенню до крокового фізичнолінійного розрахунку.

- Натисканням по кнопці  – **Інженерна нелінійність** (панель **Нелінійність** на вкладці **Розрахунок**) викличе діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** (рис. 19.27).



У діалоговому вікні потрібно сформувати таблицю завантажень, які будуть визначальними при розрахунку приведених жорсткостей. Для того, щоб завантаження брало участь у «визначальній» комбінації завантажень, необхідно задати коефіцієнт відмінний від нуля. Значення коефіцієнту, рівне нулю, говорить про те, що дане завантаження у «визначальній» комбінації не бере участі.

В якості «визначальної комбінації завантажень» для даної задачі приймаємо сполучення завантажень 1, 2 і 4.

- У діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** для завдання «визначальної комбінації завантажень» прикладання навантажень (1, 2 і 4 завантаження) виконайте наступні дії:
  - У стовпці **Коеф.** для першого, другого і четвертого завантажень у відповідних клітинках задайте **1**.

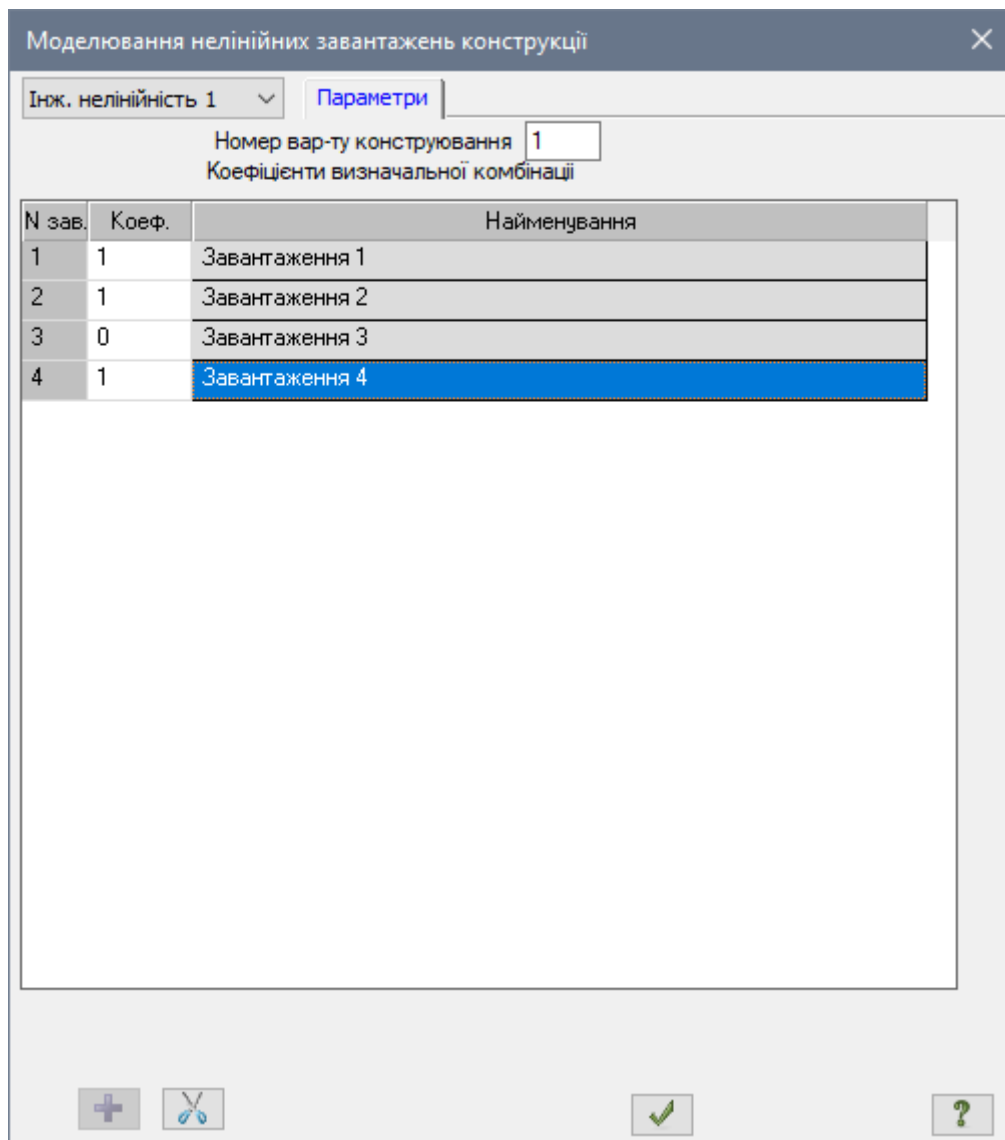




Рис. 19.27. Діалогове вікно **Моделювання нелінійних навантажень конструкції**

- Для введення даних натисніть кнопку  – Підтвердити.

#### [Збереження інформації про розрахункову схему](#)

- Відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти як** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **19\_балка\_Інженер\_нелін-ть**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка – **Data**).
- Натисніть кнопку **Зберегти**.



#### **Етап 12. Розрахунок балки за допомогою системи «Інженерна нелінійність»**

- Запустіть задачу на розрахунок натисканням по кнопці  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).





### Етап 13. Перегляд і аналіз результатів розрахунку за допомогою системи «Інженерна нелінійність»

#### Виведення на екран мозаїки переміщень

- Щоб вивести на екран мозаїки переміщень у напрямку Z, виберіть команду  – **Мозаїка переміщень у глобальній системі** у розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть кнопку  – **Мозаїка переміщень по Z** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

#### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

- Виведіть на екран епюру **My** натисканням по кнопці  – **Епюри My** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення епюри **Qz** натисніть кнопку  – **Епюри поперечних сил Qz** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).

#### Виведення на екран мозаїки нелінійних жорсткостей

- Виведіть на екран мозаїку осьової жорсткості стержня **EF** за допомогою додаткового меню стрічки **Стиль** ⇒ **Меню** ⇒ меню **Зусилля** ⇒ **Нелінійні жорсткості** ⇒ **EF – жорсткість стержня**.
- Для виведення мозаїки згинальної жорсткості навколо місцевої осі Y1 стержня **Ely**, перейдіть у пункт меню **Зусилля** ⇒ **Нелінійні жорсткості** ⇒ **Ely – жорсткість стержня**.

### Етап 14. Перегляд і аналіз результатів армування






Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів армування здійснюється на вкладці **Залізобетон** (для стилю стрічкового інтерфейсу **Стрічка Плюс**).

#### Перегляд результатів армування

- Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному з елементів, натисніть кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-який елемент.
- У діалоговому вікні перейдіть на закладку **Інформація про підбрану несиметричну арматуру** (в цьому вікні міститься повна інформація про вибраний елемент, в тому числі і з результатами підбору арматури).
- Закрийте діалогове вікно натисканням по кнопці  – **Закрити**.
- Для встановлення режиму відображення несиметричного армування в перерізах стержнів, виберіть команду  – **Несиметричне армування** у розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі поздовжньої арматури в нижньому лівому куті перерізу стержня AU1, натисніть кнопку  – **Кутова арматура AU1** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі поздовжньої арматури в нижньому правому куті перерізу стержня AU2, натисніть кнопку  – **Кутова арматура AU2** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).

### [Формування і перегляд таблиць результатів підбору арматури](#)

- Викличте діалогове вікно **Таблиці**, вибравши команду  – **Таблиці результатів для ЗБ** у розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).
- Після цього у діалоговому вікні **Таблиці** виділіть рядок **Арматура в елементах**.
- Натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Після аналізу закрийте таблицю натисканням по кнопці  – **Закрити**.

## Приклад 20. Розрахунок вузла металевої ферми з круглих профілів

### Цілі та задачі:

- продемонструвати процедуру розрахунку вузла ферми;
- показати процедуру редагування параметрів, що задаються.

### Вихідні дані:

Схема ферми і закріплення показані на рис. 20.1.

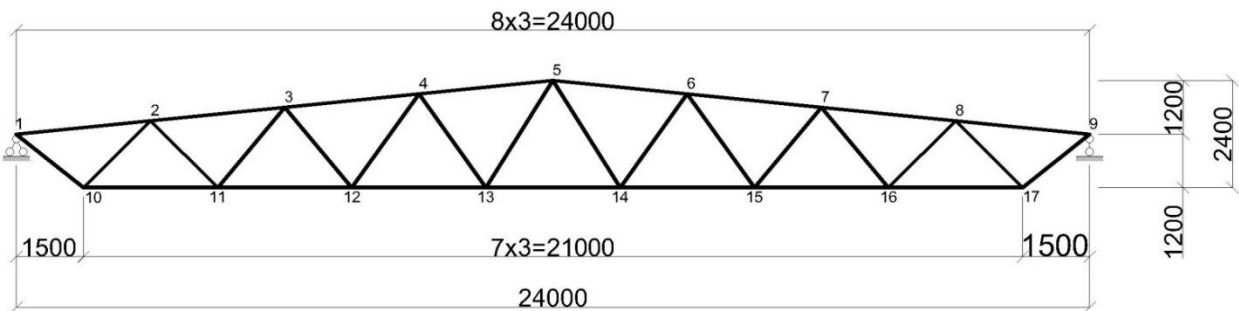


Рис. 20.1. Геометрія металевої ферми

Передбачувані перерізи елементів ферми:

- верхній пояс – труба безшовна гарячекатана 159x7.5мм;
- нижній пояс – труба безшовна гарячекатана 133x5мм;
- крайні розкоси ферми 1-10, 2-10, 9-17, 8-17 – труба безшовна гарячекатана 76x5мм;
- інші розкоси ферми – труба безшовна гарячекатана 63.5x5мм.

Сталь: ВСт3кп.

Коефіцієнт умов роботи  $\gamma_c=0.9$ .

Коефіцієнти надійності за призначенням  $\gamma_n=0.95$ .

Розрахункові зусилля у вузлі показані на рис. 20.2:

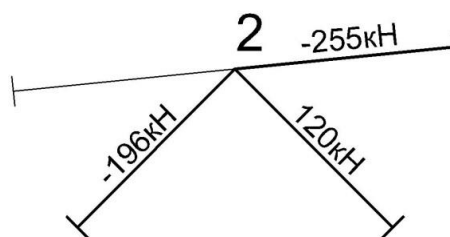



Рис. 20.2. Вузол металевої ферми

Для того щоб виконати розрахунок вузла в локальному режимі сталевих конструкцій, виконайте наступну команду Windows:

Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ СТК-САПР 2020.

### Етап 1. Задання даних для розрахунку вузла ферми

- Для створення нового вузла виконайте пункт меню **Файл** ⇒ **Новий** ⇒ **Вузол** (кнопка  на панелі інструментів).
- В діалоговому вікні **Вибір типу вузла** (рис. 20.3), що з'явилося, виберіть із списку **Вузли ферм** рядок **Труба кругла**, а потім виберіть тип вузла як показано на рисунку.
- Після цього натисніть на кнопку **ОК**.

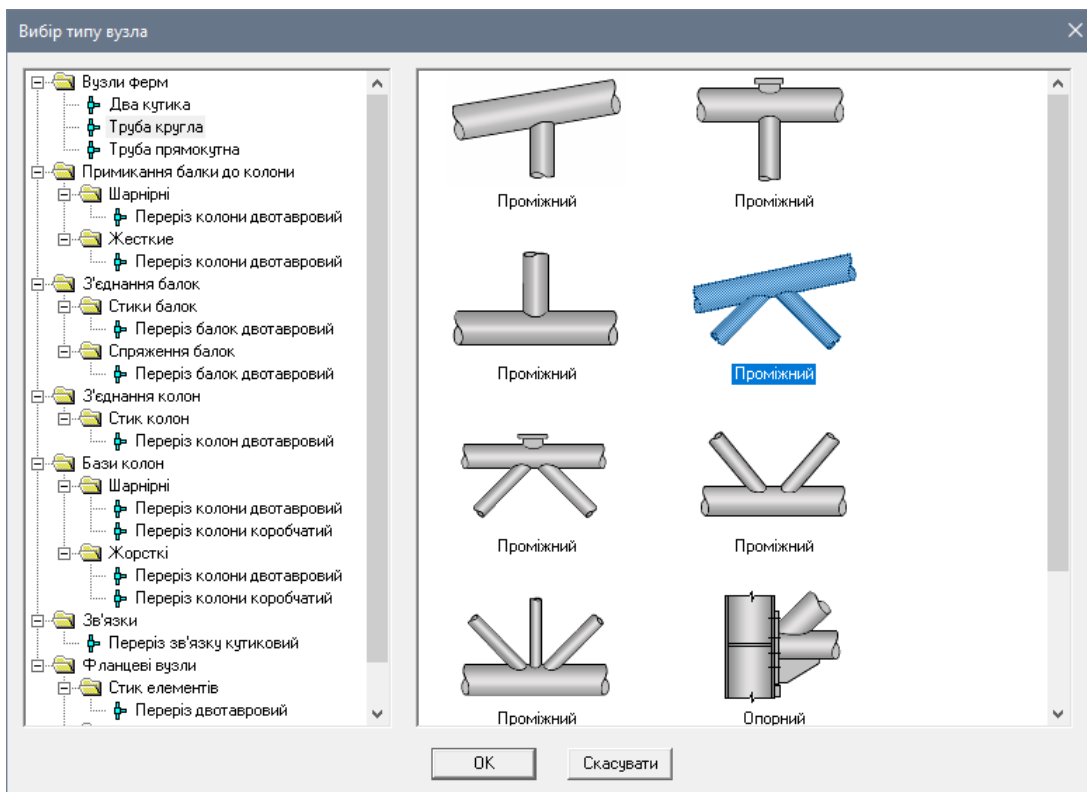


Рис. 20.3. Діалогове вікно **Вибір типу вузла**

- В новому діалоговому вікні **Загальне** (рис. 20.4), що з'явилося, задайте наступні параметри:
  - Найменування вузла – **Вузол ферми 1**;
  - Коефіцієнт надійності за призначенням –  $\gamma_n=0.95$ ;
  - Коефіцієнт умов роботи –  $\gamma_c=0.9$ .

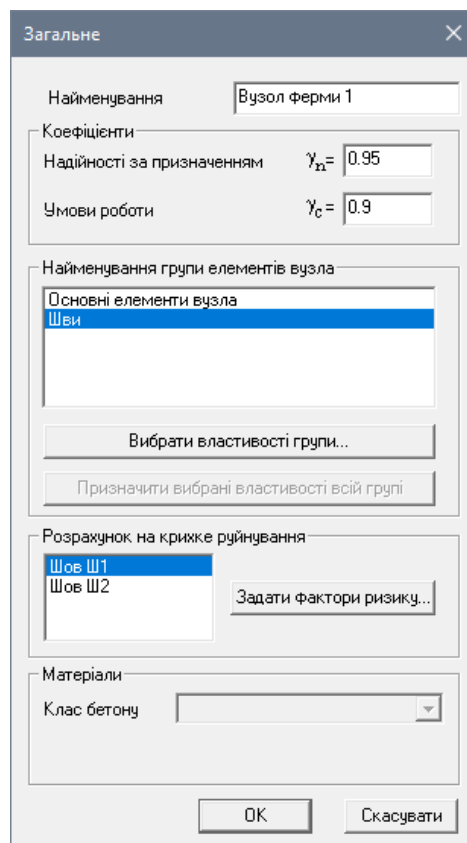


Рис. 20.4. Діалогове вікно **Загальне**

- Далі в полі **Найменування групи елементів вузла** змініть властивості групи для швів. Для цього виділіть рядок **Шви** і натисніть на кнопку **Вибрати властивості групи**.

- В діалоговому вікні **Властивості: зварний шов** (рис. 20.5), що з'явилося, задайте наступні параметри:
  - Коефіцієнт умов роботи для з'єднання –  $\gamma_c=0.9$ ;
  - Марка дроту – **Св-10ГА**;
  - Інші параметри приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть на кнопку **ОК**.

Рис. 20.5. Діалогове вікно **Властивості: зварний шов**

- При необхідності надається можливість змінити фактори ризику. Для цього в діалоговому вікні **Загальне** в полі **Розрахунок на крихке руйнування** натисніть на кнопку **Задати фактори ризику**.
- В новому діалоговому вікні **Фактору ризику** (рис. 20.6) присутній список параметрів, деякі з них необхідно змінити:
  - В розкритому списку **Нормоване значення фактору ризику (ГОСТ 28870)** виберіть рядок **Z25**;
  - В розкритому списку **Степінь жорсткості з'єднання** виберіть рядок **Середня – частково можливі усадка шва і деформація конструкції**.
- Натисніть на кнопку **ОК**.

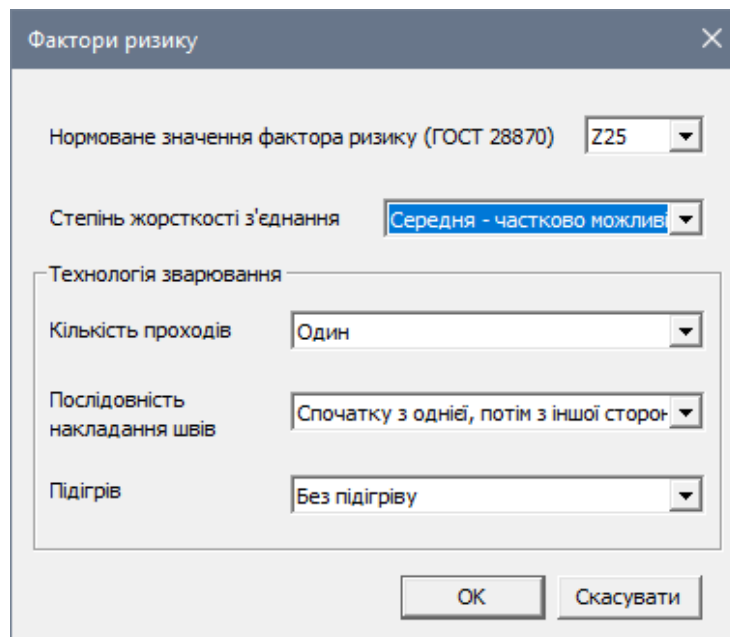


Рис. 20.6. Діалогове вікно **Фактори ризику**

- Підтвердіть всі зміни в діалоговому вікні **Загальне** натиснувши на кнопку **OK**.
- В діалоговому вікні **Розрахункові зусилля** (рис. 20.7), що з'явилося, задайте наступні значення нормальних зусиль  $N_x$  для поясу і двох розкісів:
  - Пояс: **-255кН**;
  - Розкіс 1: 120кН;
  - Розкіс 2: -196кН.
- Для введення даних натисніть на кнопку **OK**.

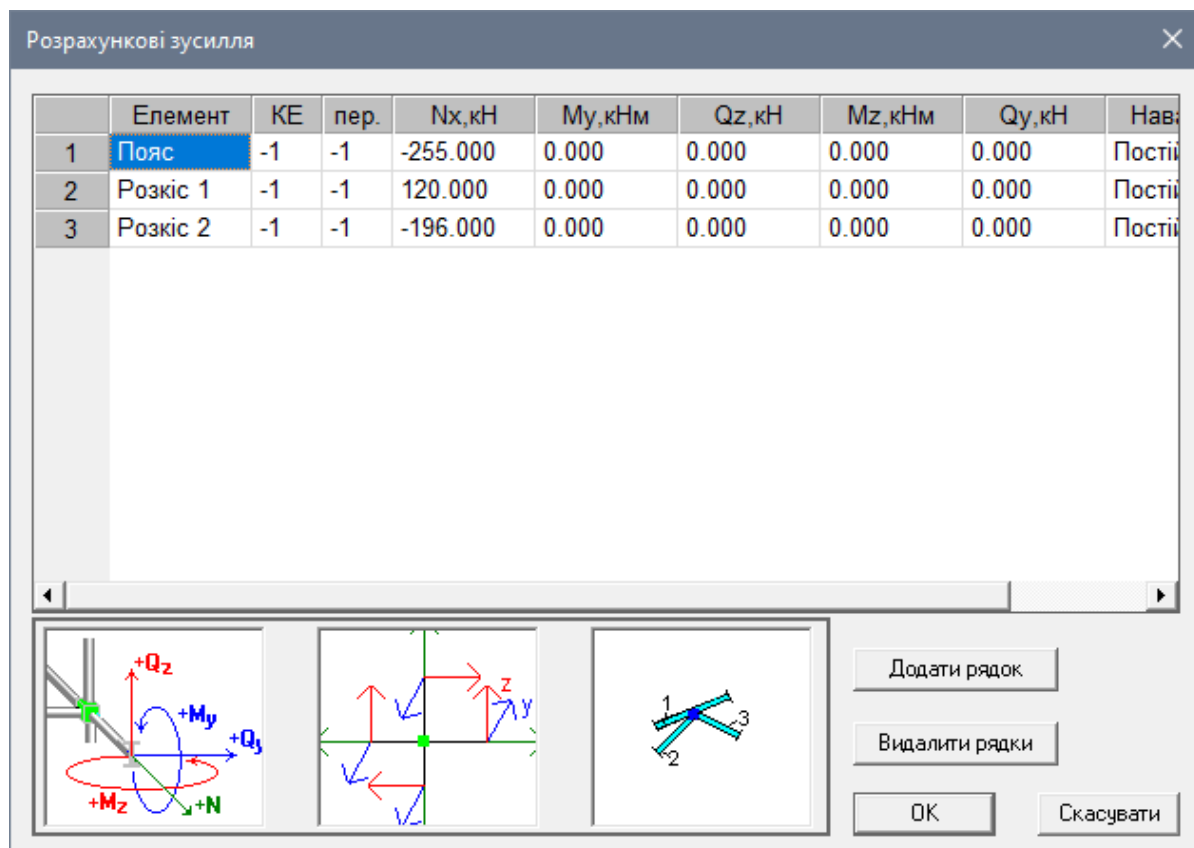



Рис. 20.7. Діалогове вікно **Розрахункові зусилля**

## Етап 2. Редагування параметрів

- Виконайте пункт меню **Редагувати** ⇒ **Параметри вузла** (кнопка  на панелі інструментів).
- В діалоговому вікні **Властивості вузла** (рис. 20.8) задайте перерізу і марку сталі для елементів ферми, а також довжини елементів та їх кути нахилу.

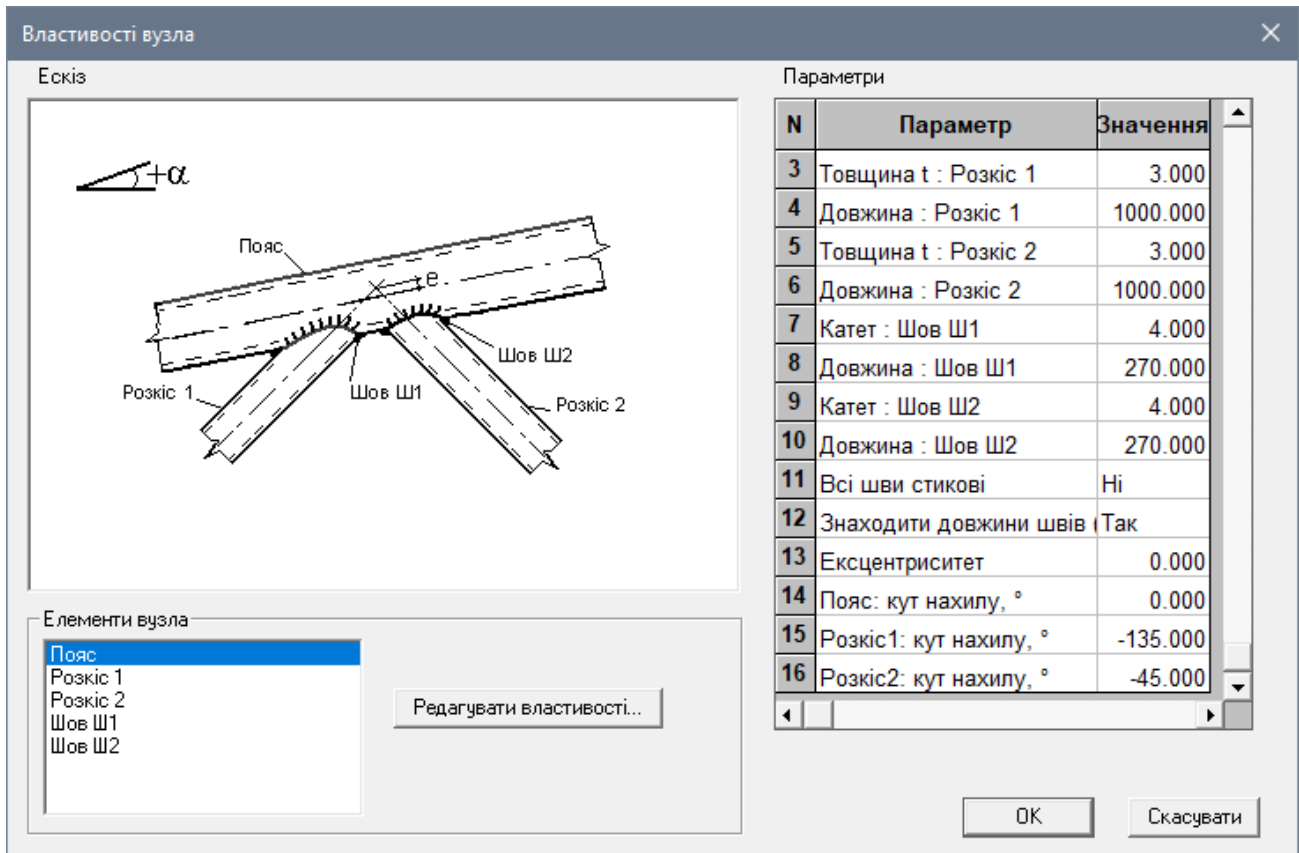


Рис. 20.8. Діалогове вікно **Властивості вузла**

- В полі **Елементу вузла** виберіть пункт **Пояс** і натисніть на кнопку **Редагувати властивості**.
- В новому діалоговому вікні **Сталевий переріз** (рис. 20.9) задайте наступні параметри перерізу:
  - в розкритому списку – **Профіль** спочатку виберіть позицію – **Труби сталеві безшовні гарячедеформовані**;
  - після цього в наступному списку виберіть рядок профілю - **152x6мм**;
  - далі в розкритому списку – **Сталь** виберіть позицію – **Стали по СП 16.13330. 2011, труба**;
  - потім в наступному списку виберіть рядок марки сталі – **ВСт3кп**.
- Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.

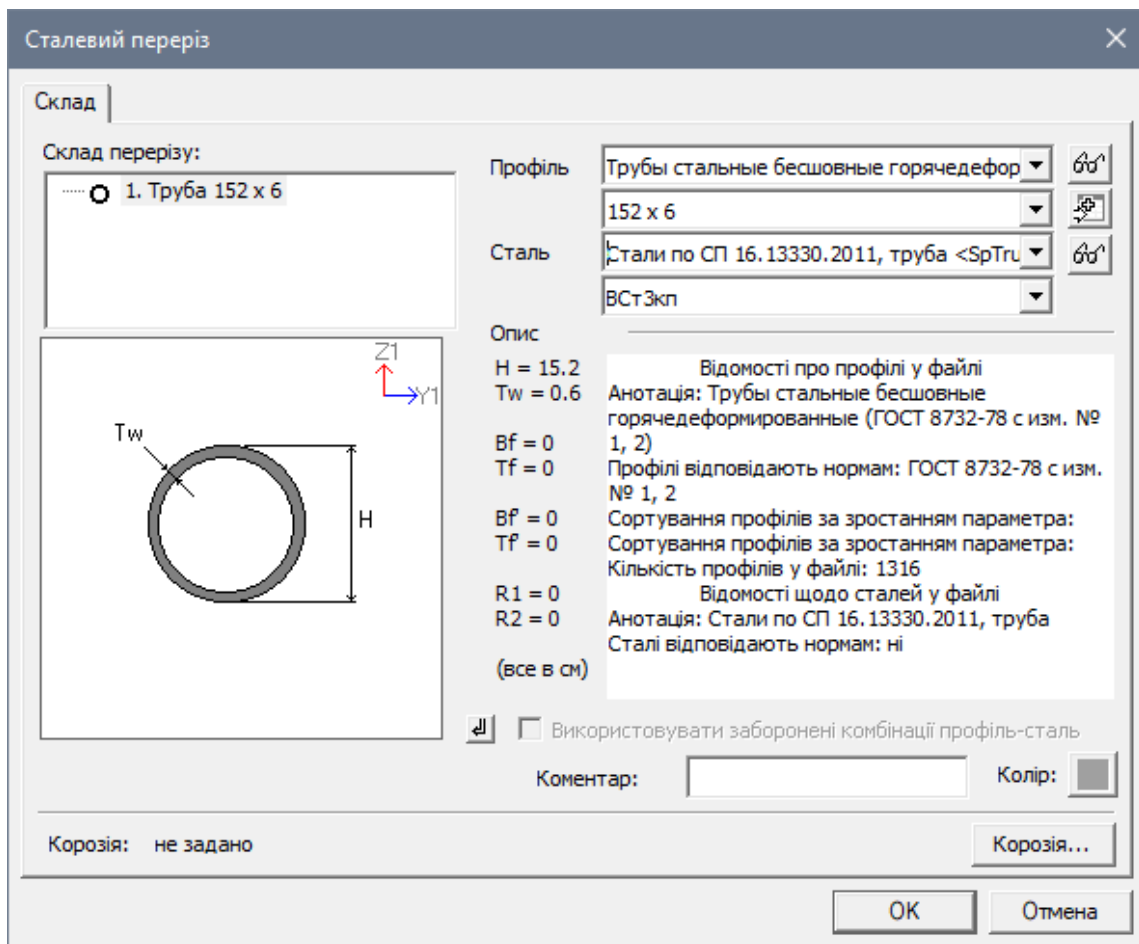


Рис. 20.9. Діалогове вікно Сталевий переріз

- Аналогічно задайте параметри для розкошу 1:
  - Профіль - Труби сталеві безшовні гарячедеформовані;
  - Рядок профілю - 63.5x5мм;
  - Сталь – Стали по СП 16.13330. 2011, труба;
  - Рядок марки сталі - ВСтЗкп.
- Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.
  
- Далі задайте параметри для розкошу 2:
  - Профіль - Труби сталеві безшовні гарячедеформовані;
  - Рядок профілю - 73x5мм;
  - Сталь – Стали по СП 16.13330. 2011, труба;
  - Рядок марки сталі - ВСтЗкп.
- Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.
  
- В діалоговому вікні **Властивості вузла** (рис. 20.10 і рис. 20.11) необхідно змінити довжини поясу і розкосів, а також їх кути нахилу на наступні значення:
  - Довжина поясу – **3015 мм**;
  - Довжина розкошу 1 – **2121 мм**;
  - Довжина розкошу 2 – **2121 мм**;
  - Кут нахилу пояса - **-5.42°**;
  - Кут нахилу розкошу 1 - **-135°**;
  - Кут нахилу розкошу 2 - **-44.59°**.
- Підтвердіть введення натиснувши на кнопку **ОК**.



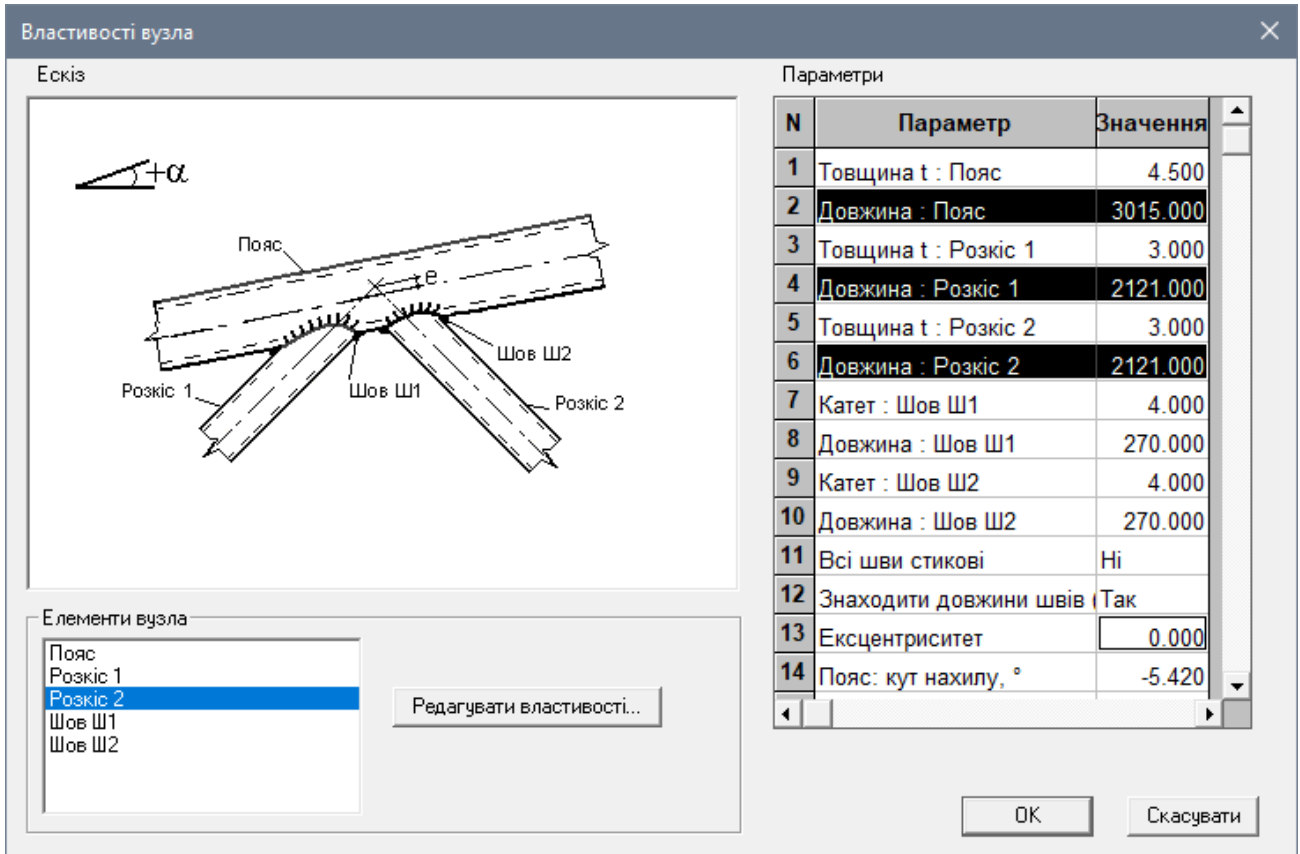


Рис. 20.10. Діалогове вікно Властивості вузла (для довжин)

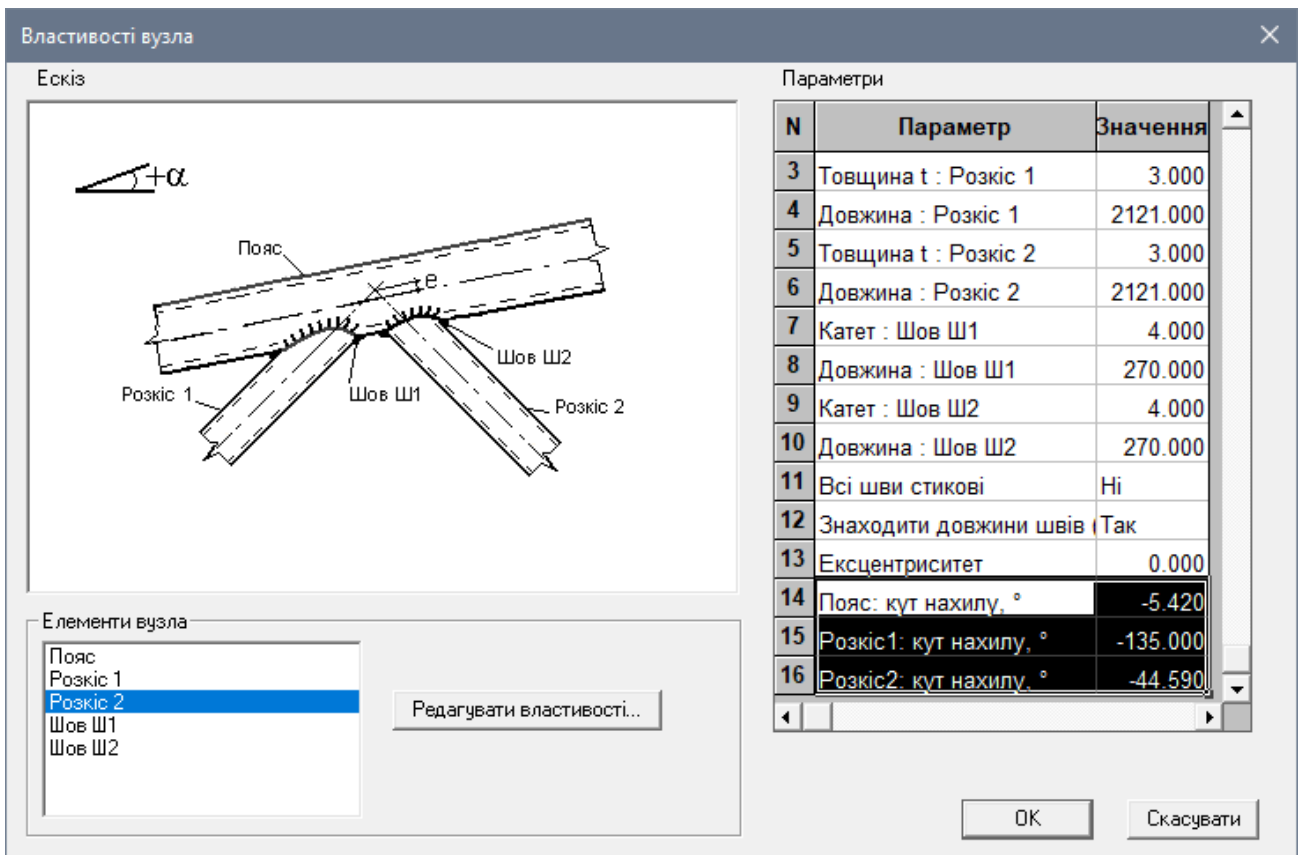


Рис. 20.11. Діалогове вікно Властивості вузла (для кутів нахилу)

Результати перевірки параметрів вузла показані на рис. 20.12.

Вузол ферми 1 : Результати перевірки ( СП 16.13330.2011 )								
Параметр	Властивість	Значення	Відсоток використання, %	Внутрішні зусилля				
				N, кН	M <sub>y</sub> , кНм	Q <sub>z</sub> , кН	M <sub>z</sub> , кНм	Q <sub>y</sub> , кН
Пояс	Товщина t	6.0 мм	159.8	-255.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	3015.0 мм						
Розкіс 1	Товщина t	5.0 мм	100.4	120.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	2121.0 мм						
Розкіс 2	Товщина t	5.0 мм	115.6	-196.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	2121.0 мм						
Шов Ш1	Катет	4.0 мм	115.2	120.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	231.0 мм						
Шов Ш2	Катет	4.0 мм	143.4	-196.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	303.0 мм						
Всі шви стикові	--	Ні	--	--	--	--	--	--
Знаходити довжини швів (для труб)	--	Так	--	--	--	--	--	--
Ексцентриситет	--	0.0 мм	--	--	--	--	--	--
Пояс: кут нахилу, °	--	-5	--	--	--	--	--	--
Розкіс1: кут нахилу, °	--	-135	--	--	--	--	--	--
Розкіс2: кут нахилу, °	--	-44	--	--	--	--	--	--

Рис. 20.12. Результати перевірки параметрів вузла

- З результатів розрахунку видно, що елементи вузла не пройшли перевірки. Для забезпечення несучої здатності елементів, відкоригуємо їх жорсткісні характеристики з допущенням невеликого перерозподілу в них зусиль (див. рис. 20.9, рис. 20.10):
  - Пояс – труба **Ø152x8 мм**;
  - Розкіс 1 - труба **Ø63.5x5.5 мм**;
  - Розкіс 2 - труба **Ø73x6 мм**;
  - Катет шва №1 – 5 мм.
  - Катет шва №2 – 6 мм.
- Для введення даних натисніть на кнопку **OK**

Нові результати перевірки параметрів вузла показані на рис. 20.13.

Вузол ферми 1 : Результати перевірки ( СП 16.13330.2011 )								
Параметр	Властивість	Значення	Відсоток використання,%	Внутрішні зусилля				
				N, кН	M <sub>y</sub> , кНм	Q <sub>z</sub> , кН	M <sub>z</sub> , кНм	Q <sub>y</sub> , кН
Пояс	Товщина t	8.0 мм	97.6	-255.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	3015.0 мм						
Розкіс 1	Товщина t	5.5 мм	90.7	120.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	2121.0 мм						
Розкіс 2	Товщина t	6.0 мм	94.8	-196.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	2121.0 мм						
Шов III1	Катет	5.0 мм	92.2	120.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	231.0 мм						
Шов III2	Катет	6.0 мм	95.6	-196.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	303.0 мм						
Всі шви стикові	--	Ні	--	--	--	--	--	--
Знаходити довжини швів (для труб)	--	Так	--	--	--	--	--	--
Ексцентриситет	--	0.0 мм	--	--	--	--	--	--
Пояс: кут нахилу, °	--	-5	--	--	--	--	--	--
Розкіс1: кут нахилу, °	--	-135	--	--	--	--	--	--
Розкіс2: кут нахилу, °	--	-44	--	--	--	--	--	--

Рис. 20.13. Результати перевірки параметрів вузла

## Приклад 21. Розрахунок просторового каркасу будівлі при різних варіантах конструювання залізобетонних конструкцій

### Цілі та задачі:

- продемонструвати процедуру побудови розрахункової схеми;
- показати процедуру використання різних варіантів конструювання: варіюються характеристики матеріалів, нормативи, розміри перерізу;
- показати процедуру підбору арматури для елементів каркасу;
- показати техніку складення таблиці РСЗ.

### Вихідні дані:

Двопрогінна одноповерхова будівля. розміри прогонів – 7,5 м, крок колон – 7 м, висота поверху –4 м. Колони в місцях обпирання на фундаментну плиту жорстко защемлені.

### Перерізи елементів:

- балки – тавровий переріз висотою 500 мм (ширина полиці – 500 мм, товщина полиці – 200 мм, товщина стінки – 300 мм);
- колони – прямокутний переріз розміром 400 x 400 мм;
- плити покриття – товщина 200 мм.

### Матеріал:

- для варіанту конструювання 1 – залізобетон В25, арматура А-III (СниП 2.03.01-84\*), армування колон симетричне;
- для варіанту конструювання 2 – залізобетон В25, арматура А-III (СниП 2.03.01-84\*), армування колон несиметричне;
- для варіанту конструювання 3 – залізобетон В25, арматура А-III (СниП 2.03.01-84\*), армування колон симетричне без виділення кутових стержнів;
- для варіанту конструювання 4 – залізобетон В25, арматура А400 (СП 63.13330. 2012), армування колон симетричне;
- для варіанту конструювання 5 – залізобетон В30 (балки та колони), В25 (плити покриття), арматура А-III (СниП 2.03.01-84\*), армування колон симетричне.


### Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага;
- завантаження 2 – постійне рівномірно розподілене  $p = 1.5 \text{ т/м}^2$ , прикладене на покриття;
- завантаження 3 – снігове  $p = 0.35 \text{ т/м}^2$ ;
- завантаження 4 – вітрова в напрямку Х;
- завантаження 5 – вітрова в напрямку Y.

Для того щоб почати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:

Пуск ⇒ Програми (Все програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні, яке з'явилось, **Опис схеми** (рис. 21.1) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **21\_3D каркас\_варіанти констр**;
  - у розкриттому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **5 – Шість ступенів свободи у вузлі**.

- Після цього натисніть кнопку  – Підтвердити.

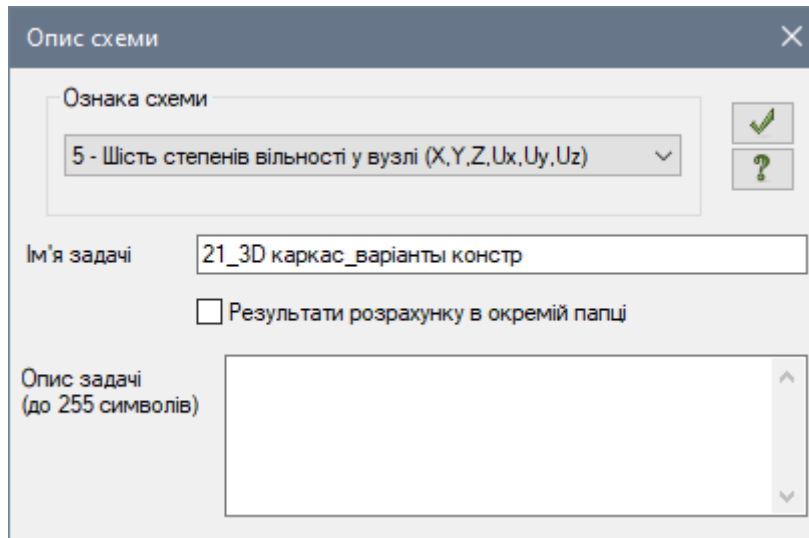




Рис. 21.1. Діалогове вікно **Опис схеми**



Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в



меню **Програми** у розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу у розкритому

списку **Новий** виберіть команду  – **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)**. Після цього потрібно задати тільки ім'я задачі.

Установка прапорця **Результати розрахунку в окремій папці** у діалоговому вікні **Опис схеми** дає можливість зберігати всі результати розрахунку для конкретної задачі в окремій папці з ім'ям, яке співпадає 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 та подальшої передачі файлів результатів розрахунку або перегляду та аналізу цих файлів за допомогою провідника або інших файлових менеджерів.

## Етап 2. Створення геометричної схеми

### Створення просторової рами

- Викличте діалогове вікно **Просторова рама** натисканням по кнопці  – **Генерація просторових рам** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому діалоговому вікні задайте наступні параметри просторової рами (рис. 21.2):
- Крок уздовж осі X: Крок уздовж осі Y: Крок уздовж осі Z:  
L(м) N M            L(м) N M            L(м) N M  
7.5 2 15            7 2 14            4 1 1;
  - Зніміть прапорець **Створювати фундаментну плиту**;
  - Інші параметри приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.

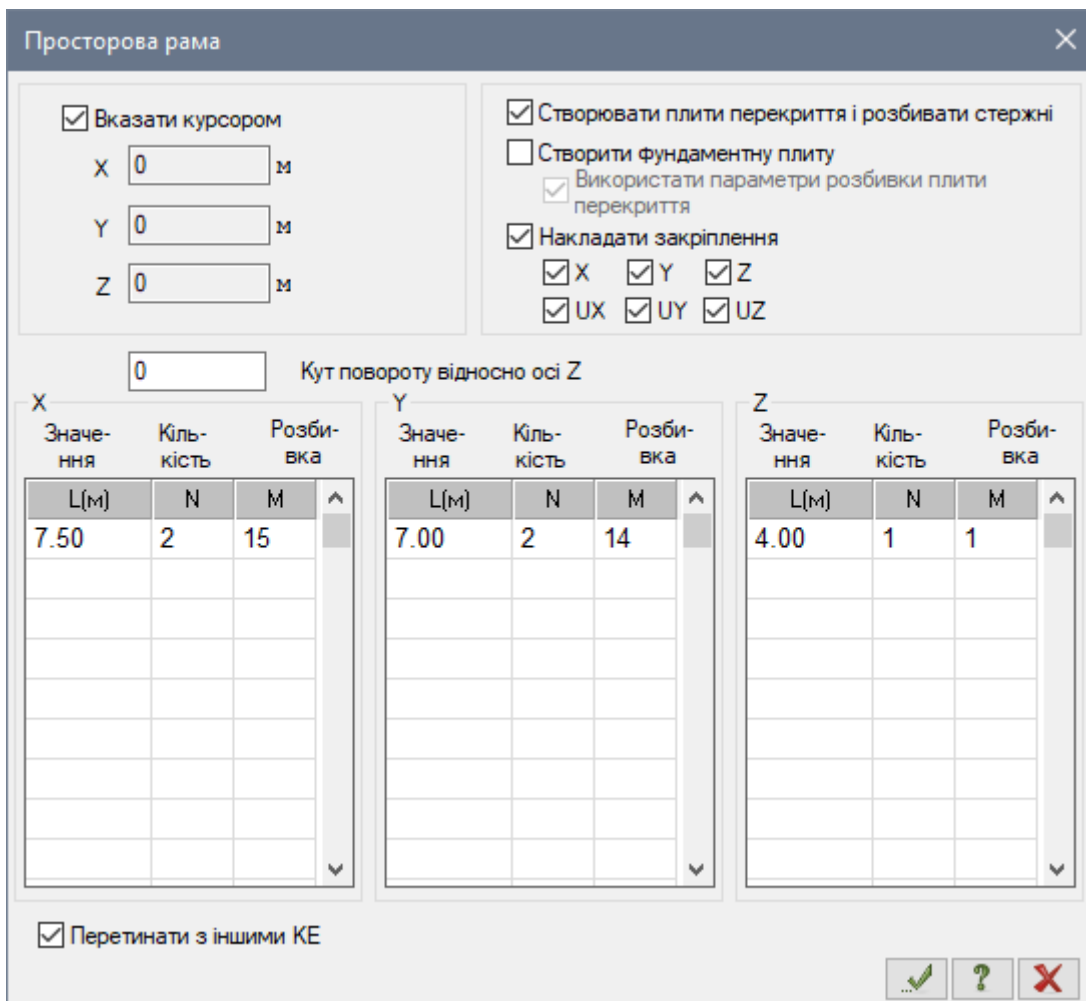




Рис. 21.2. Діалогове вікно Просторова рама

### Упаковка схеми

- Натисканням по кнопці  – **Упаковка схеми** (панель **Редагування** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Упаковка** (рис. 21.3).
- У цьому вікні натисніть на кнопку  – **Застосувати** (упаковка схеми проводиться для зшивки співпадаючих вузлів і елементів, а також для безповоротного виключення з розрахункової схеми видалених вузлів і елементів).

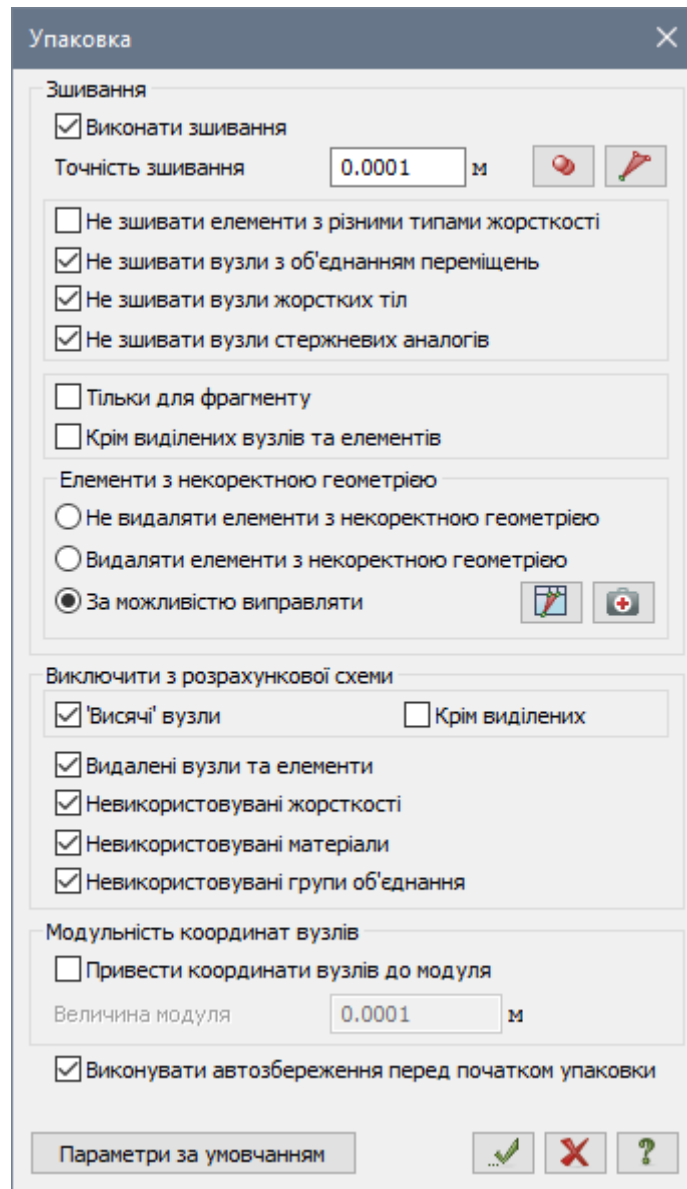



Рис. 21.3. Діалогове вікно Упаковка




### Збереження інформації про розрахункову схему

- Для збереження інформації про розрахункову схему відкрийте меню **Програма** і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні, яке з'явилось, **Зберегти як** задайте:
  - ім'я задачі – **21\_3D каркас\_варіанти констр**;
  - папку, в яку буде збережена ця задача (за умовчанням вибирається папка – **Data**).
- Натисніть кнопку **Зберегти**.

### Етап 3. Завдання варіантів конструювання

#### Створення першого варіанту конструювання

- Викличте діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 21.4) натисканням по кнопці  – **Варіанти конструювання** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому діалоговому вікні задайте параметри для першого варіанту конструювання:
  - у рамці **Розрахунок перерізів по:** натисніть на радіокнопку **PC3**;

- праворуч від списку, натисніть на кнопку  – **Додати / Редагувати таблицю РСЗ**;
  - в розпочатому діалоговому вікні натисніть на кнопку  – **Підтвердити**;
  - у діалоговому вікні **Варіанти конструювання** в полі **Залізобетонний розрахунок** у випадяючому списку **Норми** виберіть **СНиП 2.03.01-84**.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.

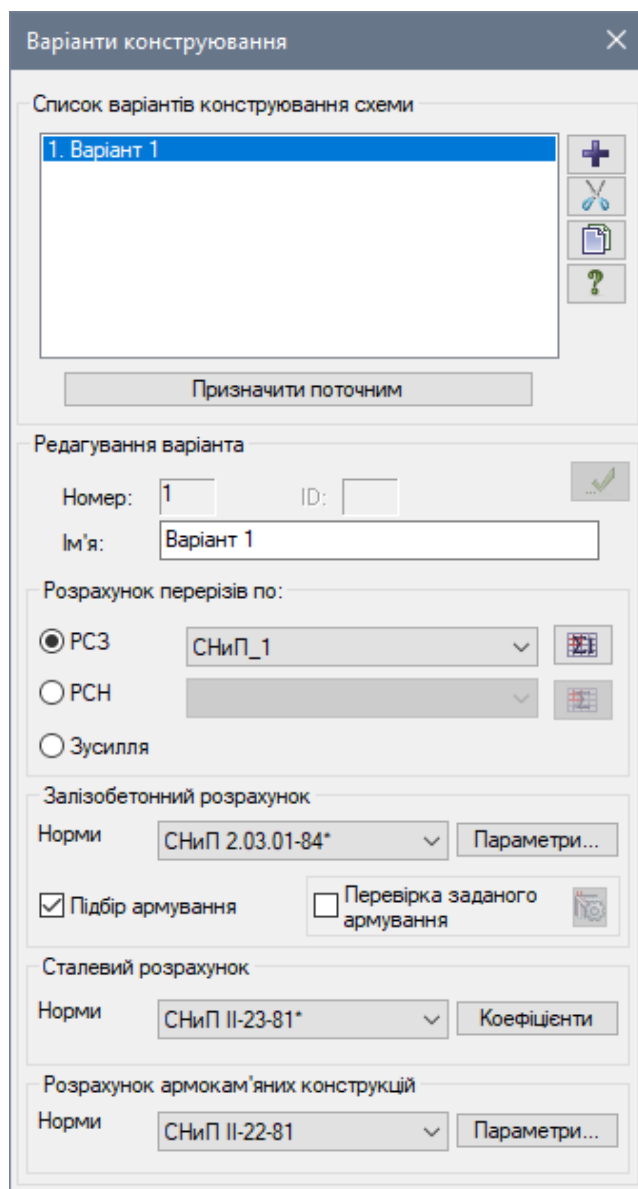




Рис. 21.4. Діалогове вікно **Варіанти конструювання**



#### [Створення другого варіанту конструювання](#)

- Для створення другого варіанту конструювання натисніть на кнопку  – **Створити новий варіант конструювання схеми**.
- Далі задайте параметри для другого варіанту конструювання:
  - у рамці **Розрахунок перерізів по:** натисніть на радіокнопку **РСЗ**;
  - у діалоговому вікні **Варіанти конструювання** в полі **Залізобетонний розрахунок** у випадяючому списку **Норми** виберіть **СНиП 2.03.01-84**.





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




#### Створення третього варіанту конструювання

- Для створення третього варіанту конструювання натисніть кнопку  – **Створити новий варіант конструювання схеми**.
- Далі задайте параметри для третього варіанту конструювання:
  - у рамці **Розрахунок перерізів по:** натисніть на радіокнопку **РСЗ**;
  - у діалоговому вікні **Варіанти конструювання** в полі **Залізобетонний розрахунок** у випадяючому списку **Норми** виберіть **СНИП 2.03.01-84**.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.

#### Створення четвертого варіанту конструювання


- Для створення четвертого варіанту конструювання натисніть кнопку  – **Створити новий варіант конструювання схеми**.
- Далі задайте параметри для четвертого варіанту конструювання:
  - у рамці **Розрахунок перерізів по:** натисніть на радіокнопку **РСЗ**;
  - у діалоговому вікні **Варіанти конструювання** в полі **Залізобетонний розрахунок** у випадяючому списку **Норми** виберіть **СП 63.13330.2012/2018**.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.

#### Створення п'ятого варіанту конструювання

- Для створення п'ятого варіанту конструювання натисніть кнопку  – **Створити новий варіант конструювання схеми**.
- Далі задайте параметри для п'ятого варіанту конструювання:
  - у рамці **Розрахунок перерізів по:** натисніть на радіокнопку **РСЗ**;
  - у діалоговому вікні **Варіанти конструювання** в полі **Залізобетонний розрахунок** у випадяючому списку **Норми** виберіть **СНИП 2.03.01-84**.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Для призначення поточним першого варіанту конструювання, в списку варіантів конструювання схеми виділіть рядок **Варіант1** і натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- Закрийте діалогове вікно **Варіанти конструювання** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

### **Етап 4. Завдання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементів схеми**

#### Формування типів жорсткості

- Натисканням по кнопці  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 21.5,а).
- У цьому вікні натисканням по кнопці **Додати** викличе діалогове вікно **Додати жорсткість**, для того, щоб вивести список стандартних типів перерізів (рис. 21.5,б).
- Виберіть подвійним натисканням миші на елементі графічного списку тип перерізу **Брус** (на екран виводиться діалогове вікно для завдання жорсткісних характеристик вибраного типу перерізу).

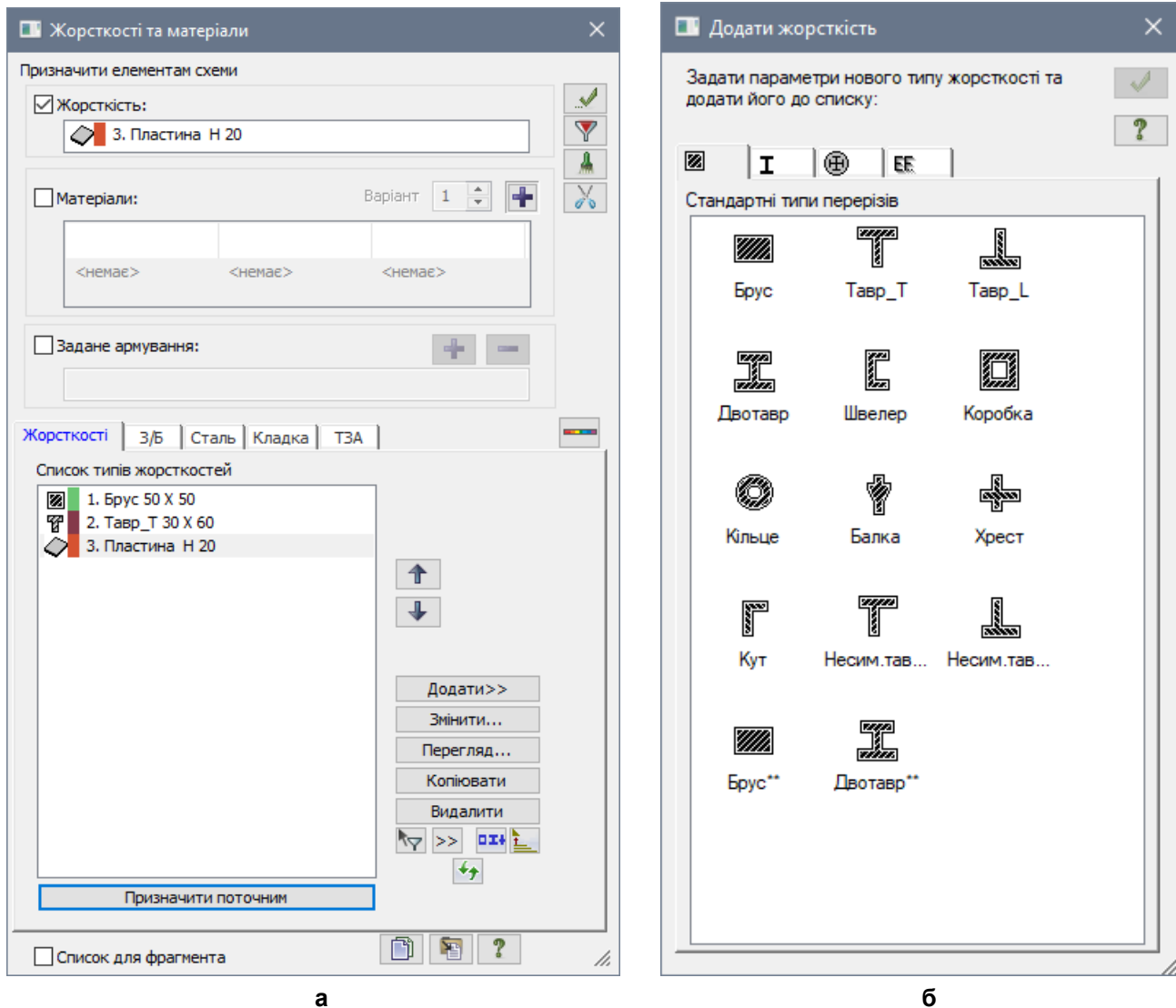



Рис. 21.5. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість

- У діалоговому вікні **Завдання стандартного перерізу** (рис. 21.6) задайте параметри перерізу **Брус**:
  - модуль пружності –  $E = 2.4e6 \text{ т/м}^2$  (при англійській розкладці клавіатури);
  - коеф. Пуассона –  $\nu = 0.2$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 40 \text{ см}$ ;  $H = 40 \text{ см}$ ;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.75 \text{ т/м}^3$ .
- Щоб побачити ескіз створюваного перерізу з усіма розмірами, натисніть кнопку **Намалювати**.
- Для вводу даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

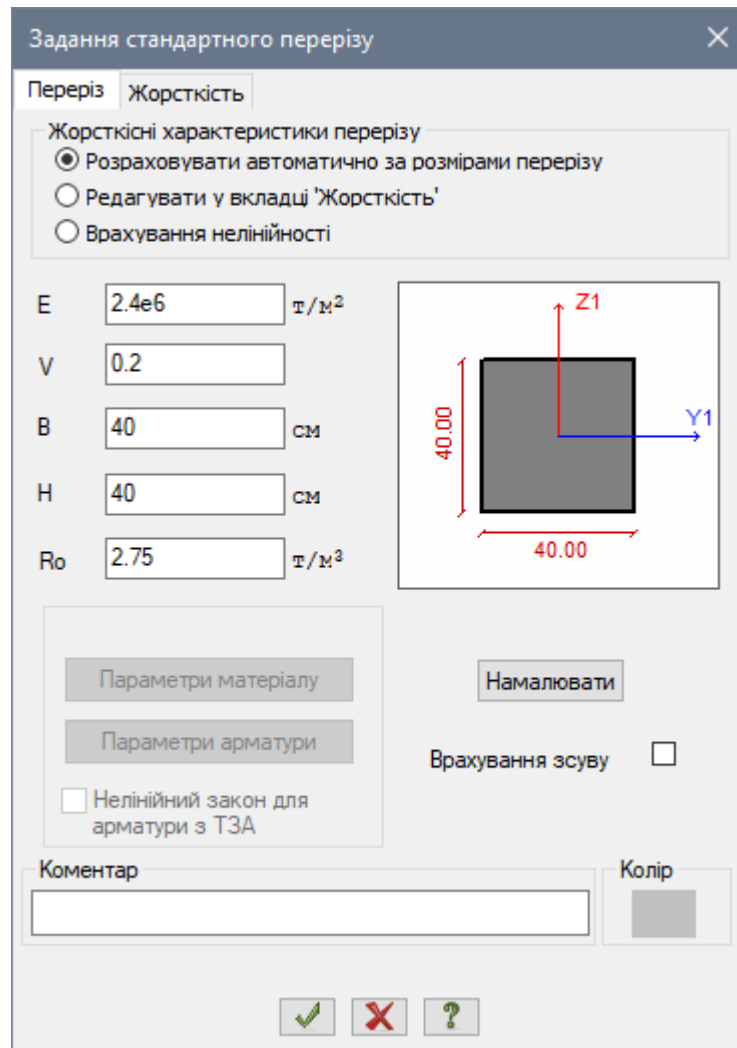


Рис. 21.6. Діалогове вікно **Задання стандартного перерізу**



- Далі у діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Тавр\_Т**.
- У новому вікні **Задання стандартного перерізу** задайте параметри перерізу **Тавр\_Т**:
  - модуль пружності –  $E = 1.2e6$  т/м<sup>2</sup>;
  - коеф. Пуассона –  $V = 0.2$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 30$  см;  $H = 50$  см;  $B1 = 50$  см;  $H1 = 20$  см;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.75$  т/м<sup>3</sup>.
- Для вводу даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.
- Далі у діалоговому вікні **Додати жорсткість** перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості.
- Подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Пластини**.
- У вікні **Задання жорсткості для пластин** (рис. 21.7) задайте параметри перерізу **Пластини** (для плити перекриття):
  - модуль пружності –  $E = 1.2e6$  т/м<sup>2</sup> (при англійській розкладці клавіатури);
  - коеф. Пуассона –  $V = 0.2$ ;
  - товщина –  $H = 20$  см;
  - питома вага матеріалу –  $R_o = 2.75$  т/м<sup>3</sup>.
- Для вводу даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 21.7. Діалогове вікно **Задання жорсткості для пластин**

- Для того, щоб приховати бібліотеку жорсткісних характеристик, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку **Додати**.

#### [Завдання матеріалів для першого варіанту конструювання залізобетонних конструкцій](#)

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть по другій закладці **З/Б (Завдання параметрів для залізобетонних конструкцій)**.
- Після цього включіть радіо-кнопку **Тип** і натисніть кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій** (рис. 21.8).
- У таблиці **Стержень** натисніть по порожньому рядку. З'явився перший тип армування **Стержень**. У правій частині вікна необхідно задати параметри для колон:
  - у рядку **Назва** задайте **Колони 1**;
  - у випадаючому списку **Вид розрахунку** виберіть **Колона рядова**;
  - у випадаючому списку **Армування** виберіть тип армування **Симетричне**;
  - у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи** включіть радіо-кнопку **Діаметр арматурних стержнів**;
  - у розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;

- у полі **Довжина елемента**, **Розрахункові довжини** включіть радіо-кнопку **Коефіцієнт**;
- задайте параметри **LY = 1**, **LZ = 1**;
- всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

➤ Після цього натисніть по порожньому рядку в таблиці **Стержень**.

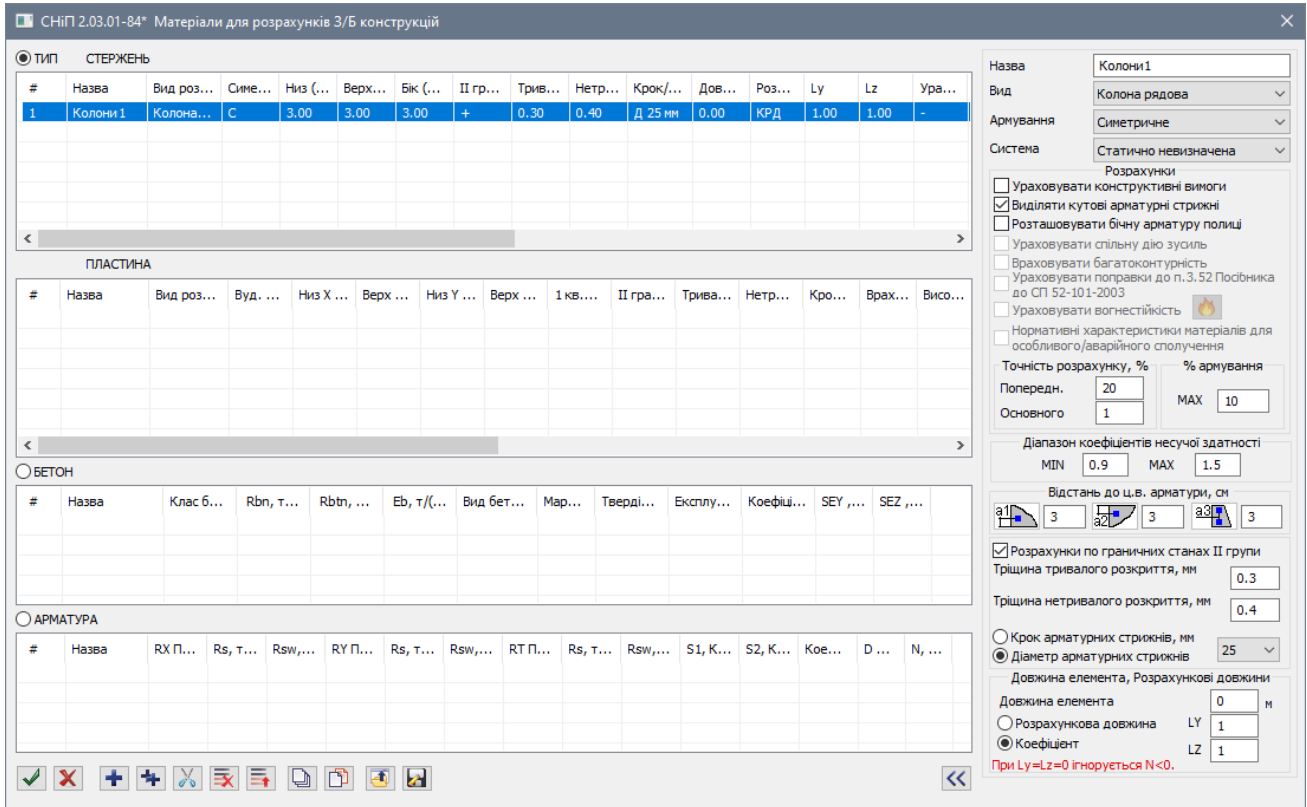


Рис. 21.8. Діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій (для колон)**

➤ Всі задані параметри для колон відображаються в першому рядку в таблиці **Стержень**. Натисніть

кнопку **+** – **Додати**, щоб створити другий тип армування **Стержень**. З'явився другий тип армування **Стержень** (рис. 21.9). У правій частині вікна необхідно задати параметри для балок:

- у рядку **Назва** задайте **Балки**;
- у випадаючому списку **Вид розрахунку** виберіть **Балка**;
- у випадаючому списку **Армування** виберіть тип армування **Несиметричне**;
- у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи** включіть радіо-кнопку **Діаметр арматурних стержнів**;
- у розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;
- у полі **Довжина елемента** задайте максимальне значення для балок яке дорівнює **7.5 м**;
- всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

➤ Після цього натисніть по порожньому рядку в таблиці **Стержень**.

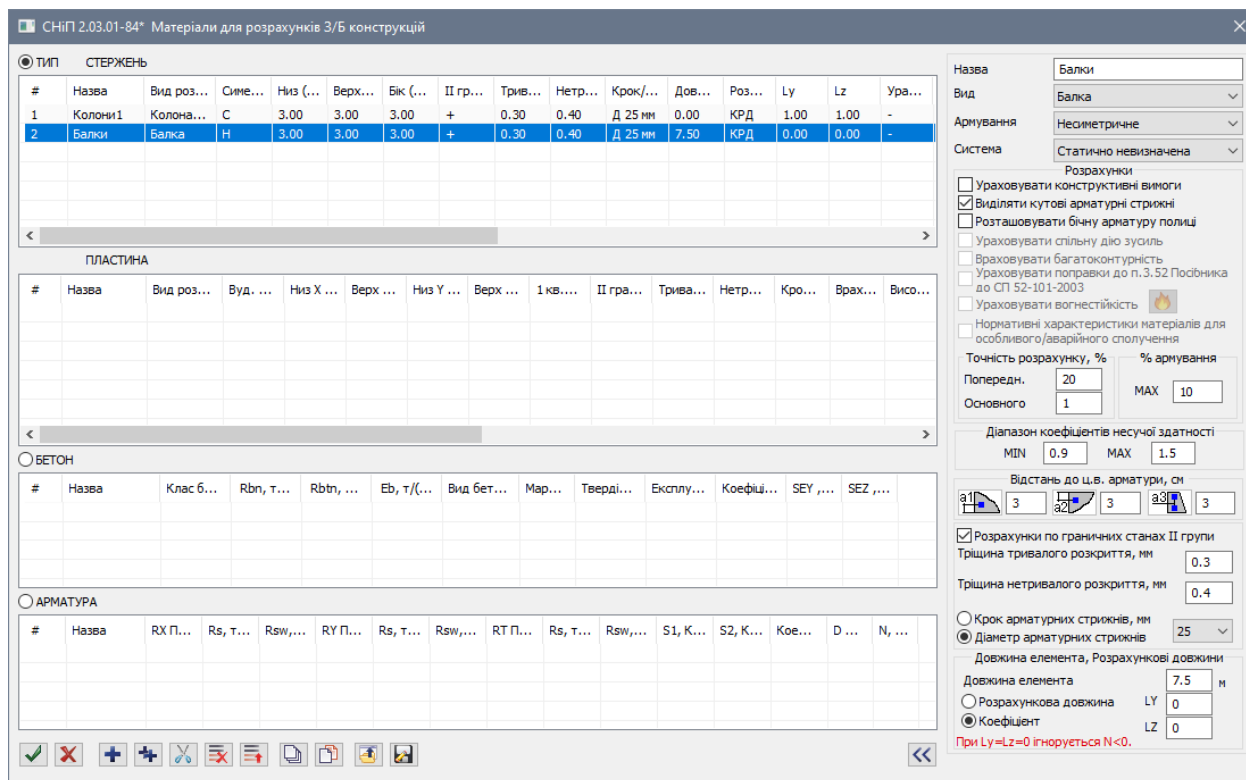


Рис. 21.9. Діалогове вікно Матеріали для розрахунку 3/Б конструкцій (для балок)

➤ Після цього натисніть по порожньому рядку в таблиці **Пластина**. З'явився третій тип армування **Пластина** (рис. 21.10). У правій частині вікна необхідно задати параметри для пластин:

- у рядку **Назва** задайте **Пластини**;
- у випадяючому списку **Вид розрахунку** виберіть рядок **Оболонка**;
- всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

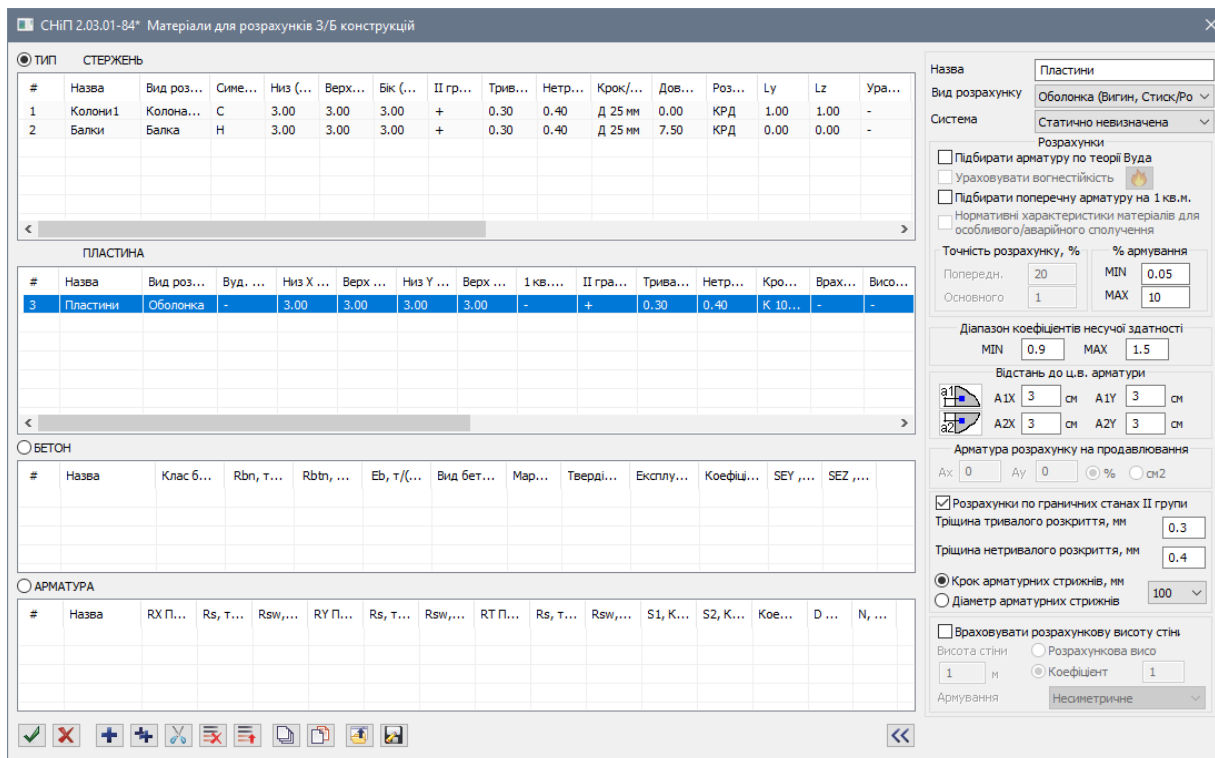



Рис. 21.10. Діалогове вікно Матеріали для розрахунку 3/Б конструкцій (для пластин)

- Натисніть по пустому рядку в таблиці **Бетон**. У правій частині вікна необхідно задати параметри бетону:
  - У випадяючому рядку **Клас бетону** виберіть **B25**.
  - Всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням
- Натисніть по пустому рядку в таблиці **Арматура** (рис. 21.11). У розкритому списку **Максимальний діаметр поздовжньої арматури** виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**. Всі інші параметри залишаємо заданими за умовчанням (за умовчанням приймається арматура класу А-III).
- У діалоговому вікні **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій** натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

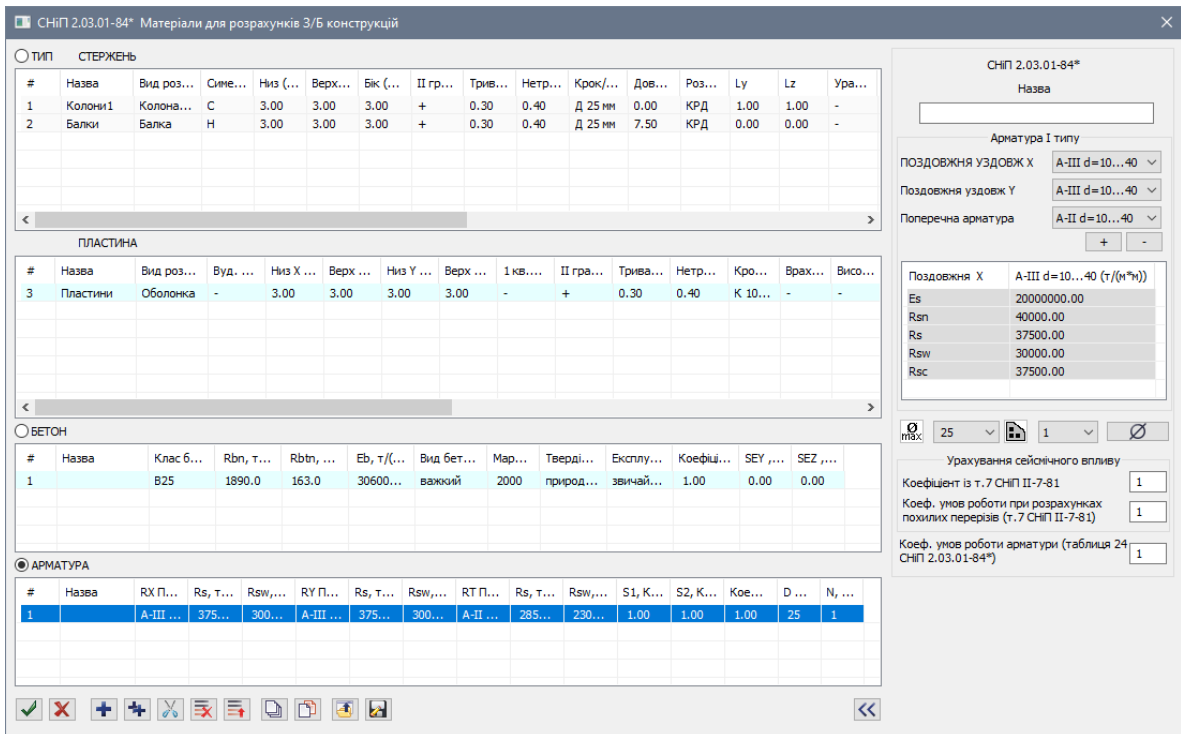






Рис. 21.11. Діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій** (для арматури)

#### Завдання матеріалів для другого варіанту конструювання залізобетонних конструкцій



- Для переключення на другий варіант конструювання, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленому прапорці **Матеріали**, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання **2**.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** включіть радіо-кнопку **Тип** і натисніть кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій**.
- Натисніть по будь-якому рядку в таблиці **Стержень**, потім натисніть кнопку  – **Додати**. З'явився четвертий тип армування **Стержень**. У правій частині вікна необхідно задати параметри для колон:
  - у рядку **Назва** задайте **Колони2**;
  - у випадяючому списку **Вид розрахунку** виберіть **Колона рядова**;
  - у випадяючому списку **Армування** виберіть тип армування **Несиметричне**;
  - у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи** включіть радіо-кнопку **Діаметр арматурних стержнів**;
  - у розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;
  - у полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** включіть радіо-кнопку **Коефіцієнт**;
  - задайте параметри **LY = 1, LZ = 1**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.

- Після цього натисніть кнопку  – Підтвердити.


#### Завдання матеріалів для третього варіанту конструювання залізобетонних конструкцій

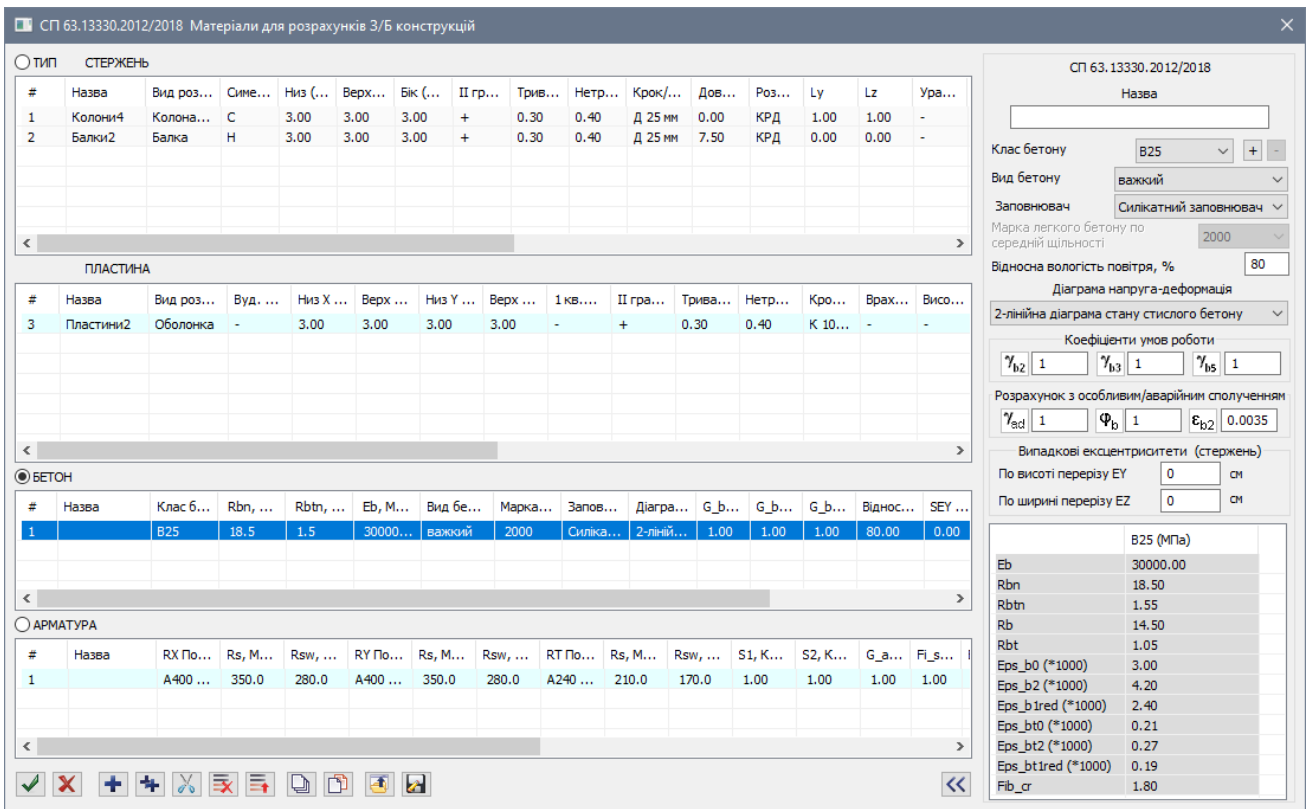
- Для переключення на третій варіант конструювання, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленому прапорці **Матеріали**, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання 3.
- Далі, при включеній радіо-кнопці **Тип**, знову натисніть кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій**.
- Натисніть по будь-якому рядку в таблиці **Стержень**, потім натисніть кнопку  – **Додати**. З'явився четвертий тип армування **Стержень**. У правій частині вікна необхідно задати параметри для колон:
  - у рядку **Назва** задайте **Колони3**;
  - у випадаючому списку **Вид розрахунку** виберіть **Колона рядова**;
  - у випадаючому списку **Армування** виберіть тип армування **Симетричне**;
  - зніміть прапорець **Виділяти кутові арматурні стержні**;
  - у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи** включіть радіо-кнопку **Діаметр арматурних стержнів**;
  - у розкривному списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;
  - у полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** включіть радіо-кнопку **Коефіцієнт**;
  - задайте параметри **LY = 1, LZ = 1**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть кнопку  – Підтвердити.

#### Завдання матеріалів для четвертого варіанту конструювання залізобетонних конструкцій

- Для переключення на четвертий варіант конструювання, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленому прапорці **Матеріали**, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання 4.
- Далі, при включеній радіо-кнопці **Тип**, ще раз натисніть кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій**.
- Натисніть по будь-якому рядку в таблиці **Стержень**, потім натисніть кнопку  – **Додати**. З'явився перший тип армування **Стержень**. У правій частині вікна необхідно задати параметри для колон:
  - у рядку **Назва** задайте **Колони4**;
  - у випадаючому списку **Вид розрахунку** виберіть **Колона рядова**;
  - у випадаючому списку **Армування** виберіть тип армування **Симетричне**;
  - у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи** включіть радіо-кнопку **Діаметр арматурних стержнів**;
  - у розкривному списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;
  - у полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** включіть радіо-кнопку **Коефіцієнт**;
  - задайте параметри **LY = 1, LZ = 1**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть по порожньому рядку в таблиці **Стержень**.
- Всі задані параметри для колон відображаються у першому рядку в таблиці **Стержень**. Натисніть кнопку  – **Додати**, щоб створити другий тип армування **Стержень**. З'явився другий тип армування **Стержень**. У правій частині вікна необхідно задати параметри для балок:
  - у рядку **Назва** задайте **Балки2**;
  - у випадаючому списку **Вид розрахунку** виберіть **Балка**;
  - у випадаючому списку **Армування** виберіть тип армування **Несиметричне**;



- у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи** включіть радіо-кнопку **Діаметр арматурних стержнів**;
  - у розкритому списку виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;
  - у полі **Довжина елемента** задайте максимальне значення для балок яке дорівнює **7.5 м**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть по порожньому рядку в таблиці **Стержень**.
- Після цього натисніть по порожньому рядку в таблиці **Пластина**. З'явився третій тип армування **Пластина**. У правій частині вікна необхідно задати параметри для пластин:
- у рядку **Назва** задайте **Пластини2**;
  - у випадаючому списку **Вид розрахунку** виберіть рядок **Оболонка**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Натисніть по пустому рядку в таблиці **Бетон**. У правій частині вікна необхідно задати параметри бетону:
- У випадаючому рядку **Клас бетону** виберіть **B25**.
  - Всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням
  - в полях **Коеф. умов роботи** задайте значення  $\gamma_{b2} = 1$  і  $\gamma_{b3} = 1$ ;
- Натисніть по пустому рядку в таблиці **Арматура** (рис. 21.13). У розкритому списку **Максимальний діаметр поздовжньої арматури** виберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**. Всі інші параметри залишаємо заданими за умовчанням (за умовчанням приймається арматура класу А-400С).
- У діалоговому вікні **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій** натисніть кнопку  **Підтвердити**.



СП 63.13330.2012/2018 Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій

○ ТИП СТЕРЖЕНЬ

#	Назва	Вид роз...	Симе...	Низ (...)	Верх...	Бік (...)	II гр...	Трив...	Нетр...	Крок/...	Дов...	Роз...	Ly	Lz	Ура...
1	Колони4	Колона...	С	3.00	3.00	3.00	+	0.30	0.40	Д 25 мм	0.00	КРД	1.00	1.00	-
2	Балки2	Балка	Н	3.00	3.00	3.00	+	0.30	0.40	Д 25 мм	7.50	КРД	0.00	0.00	-

ПЛАСТИНА

#	Назва	Вид роз...	Вид...	Низ X...	Верх...	Низ Y...	Верх...	1 кв...	II гра...	Трива...	Нетр...	Кро...	Врах...	Висо...
3	Пластини2	Оболонка	-	3.00	3.00	3.00	3.00	-	+	0.30	0.40	К 10...	-	-

● БЕТОН

#	Назва	Клас б...	Rbn, ...	Rbfn, ...	Eb, M...	Вид бе...	Марка...	Запов...	Діагра...	G_b...	G_b...	G_b...	Віднос...	SEY ...
1		B25	18.5	1.5	30000...	важкий	2000	Силіка...	2-ліній...	1.00	1.00	1.00	80.00	0.00

○ АРМАТУРА

#	Назва	RX По...	Rs, M...	Rsw, ...	RY По...	Rs, M...	Rsw, ...	RT По...	Rs, M...	Rsw, ...	S1, K...	S2, K...	G_a...	Fl_s...
1		A400 ...	350.0	280.0	A400 ...	350.0	280.0	A240 ...	210.0	170.0	1.00	1.00	1.00	1.00

СП 63.13330.2012/2018

Назва

Клас бетону: B25

Вид бетону: важкий

Заповнювач: Силікатний заповнювач

Марка легкого бетону по середній щільності: 2000

Відносна вологість повітря, %: 80

Діаграма напруга-деформація: 2-лінійна діаграма стану стислого бетону

Коефіцієнти умов роботи:  $\gamma_{b2}$  1,  $\gamma_{b3}$  1,  $\gamma_{b5}$  1

Розрахунок з особливим/аварійним сполученням:  $\gamma_{ed}$  1,  $\Phi_b$  1,  $\epsilon_{b2}$  0.0035

Випадковий ексцентриситети (стержень): По висоті перерізу EY: 0 см, По ширині перерізу EZ: 0 см

	B25 (МПа)
Eb	30000.00
Rbn	18.50
Rbfn	1.55
Rb	14.50
Rbt	1.05
Eps_b0 (*1000)	3.00
Eps_b2 (*1000)	4.20
Eps_b1red (*1000)	2.40
Eps_bt0 (*1000)	0.21
Eps_bt2 (*1000)	0.27
Eps_btired (*1000)	0.19
Fib_cr	1.80

Рис. 21.12. Діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій (для бетону)**

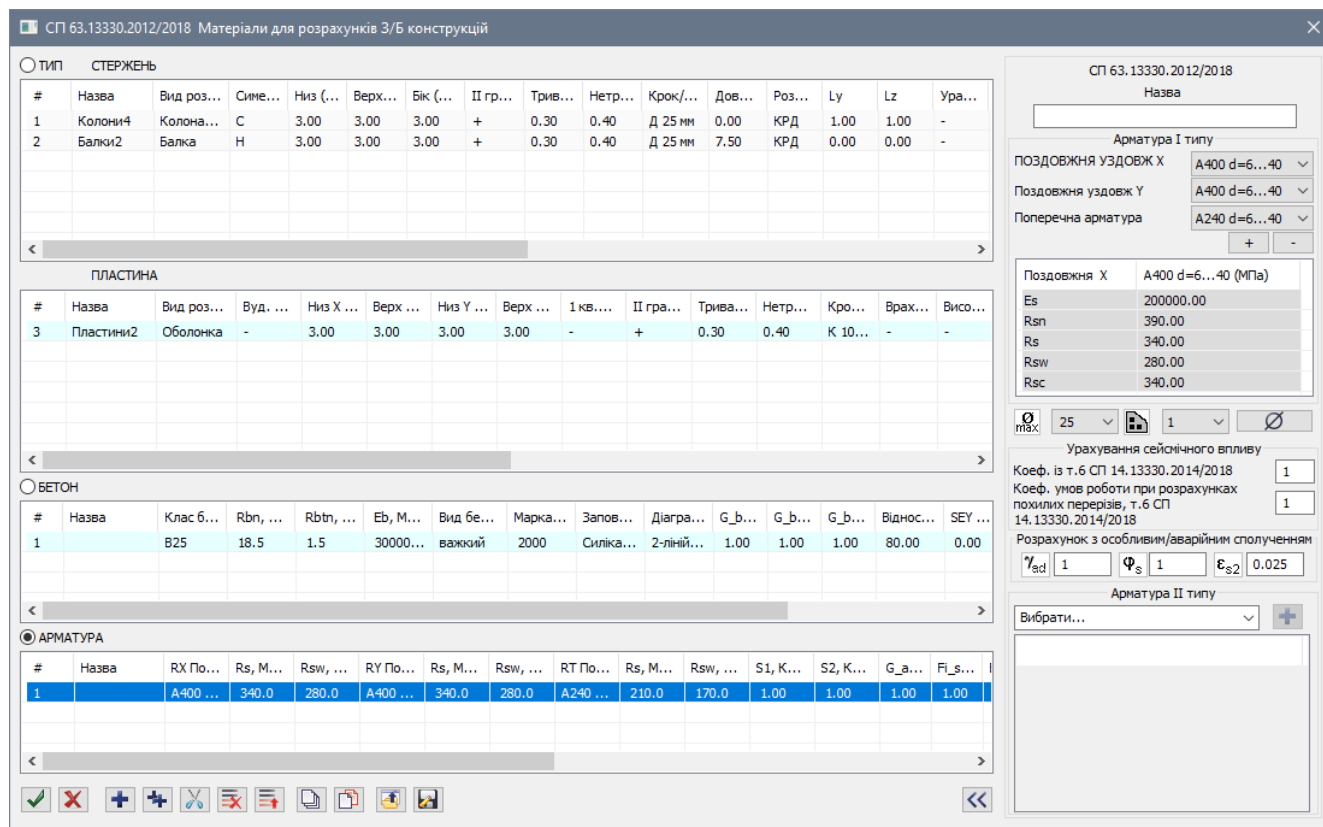




Рис. 21.13. Діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій (для арматури)**

#### Завдання матеріалів для п'ятого варіанту конструювання залізобетонних конструкцій

- Для переключення на п'ятий варіант конструювання, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленому прапорці **Матеріали**, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання **5**.
- Далі у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** включіть радіо-кнопку **Бетон** і натисніть кнопку **Редагувати**.
- На екран виводиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій**.
- Натисніть кнопку  – **Додати**, щоб створити другий вид бетону.
  - у розкривному списку **Клас бетону** виберіть рядок відповідний класу **B30**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- Після цього натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

#### Призначення жорсткостей та матеріалів елементів схеми для першого варіанту конструювання

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** (рис. 21.14), при включеній радіо-кнопці **Бетон**, у списку типів властивостей бетонів виділіть курсором рядок **1.B25**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип властивостей бетону записується у рядку редагування **Матеріали** поля **Призначити елементами схеми**. Можна призначити поточний тип властивостей бетону подвійним натисканням по рядку списку).
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** включіть радіо-кнопку **Тип** і у списку типів загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій виділіть курсором рядок **3.Оболонка (Вигин, Стиск/Розтяг). Пластини**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- Для переключення на перший варіант конструювання, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання **1** (при цьому в списку поточного типу жорсткості повинна бути встановлена жорсткість – **3.Пластина Н 20**).

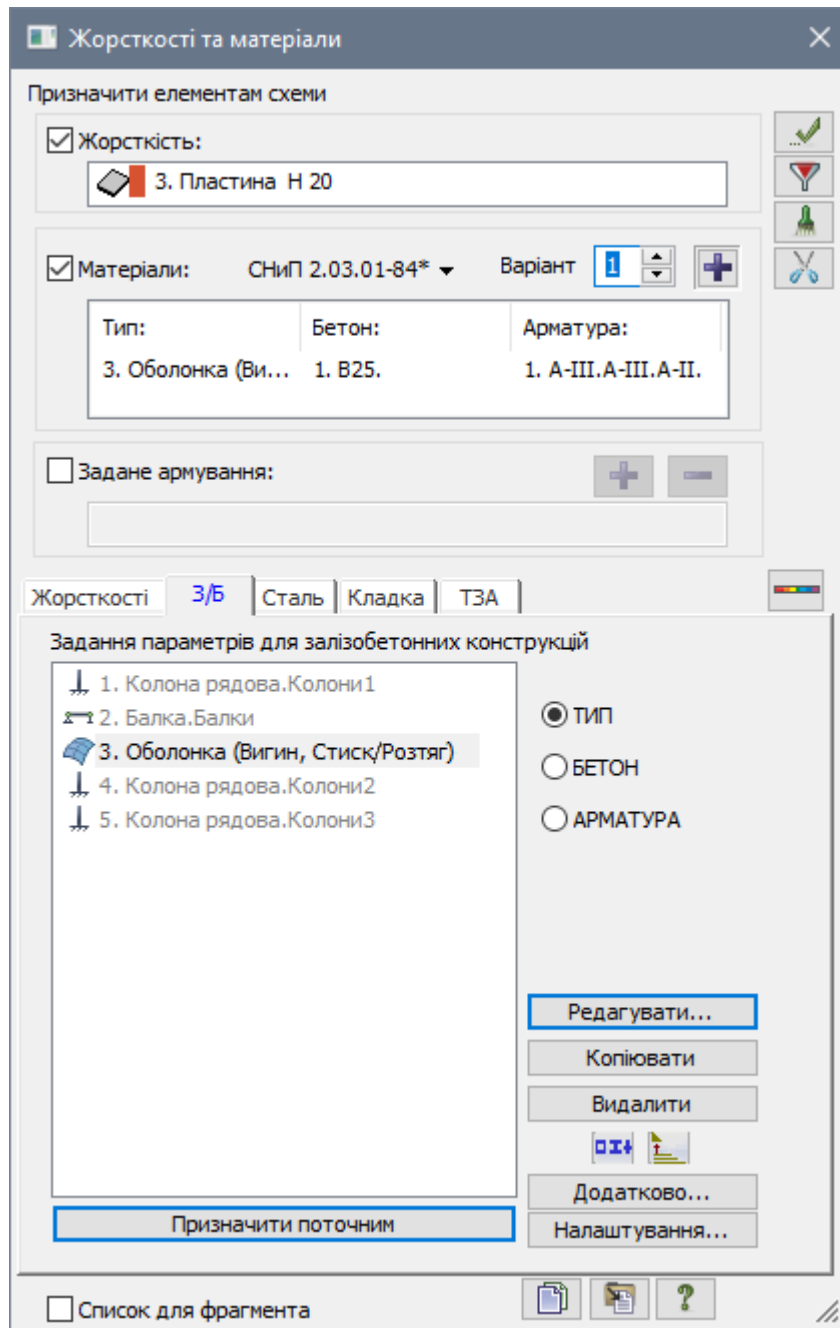




Рис. 21.14. Діалогове вікно Жорсткості та матеріали

- Натисніть кнопку  – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми (виділені елементи фарбуються в червоний колір).



*Відмітка елементів виконується за допомогою одиночної вказівки курсором або розтягуванням навколо потрібних елементів «рамки вибору».*

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням (рис. 21.15) натисніть кнопку **ОК**.

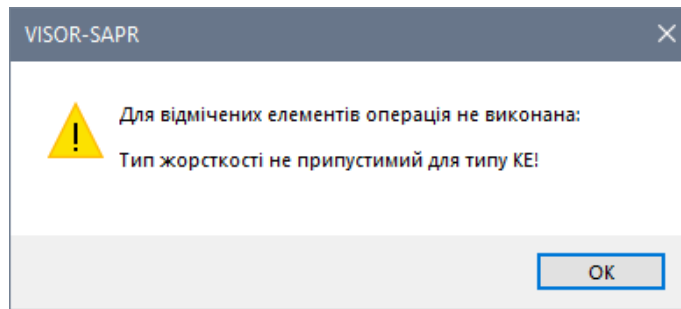




Рис. 21.15. Діалогове вікно VISOR-SAPR






- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали у списку типів загальних властивостей матеріалів** для залізобетонних конструкцій виділіть курсором рядок **2.Балка. Балки**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть по першій закладці **Жорсткості** і у списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2. Тавр\_Т 30x50**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку – **Застосувати**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть кнопку **Ні**.
- Далі у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** у списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1. Брус 40x40**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- Після цього у діалоговому вікні **Жорсткості елементів** натисніть по другій закладці **З/Б** і у списку типів загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій виділіть курсором рядок **1.Колона рядова. Колони1**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- Натисніть кнопку – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку – **Застосувати**.
- У першому діалоговому вікні, що з'явилося з попередженням, натисніть кнопку **Так**.

#### Призначення матеріалів елементів схеми для другого варіанту конструювання

- Для переключення на другий варіант конструювання, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленому прапорці **Матеріали**, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання **2**.
- Щоб призначити матеріали залізобетонним конструкціям для другого варіанту конструювання, зніміть прапорець **Жорсткість** у полі **Призначити елементам**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** у списку типів загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій виділіть курсором рядок **3.Оболонка (Вигин, Стиск/Розтяг). Пластини**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- Натисніть кнопку – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **ОК**.
- Призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **2.Балка. Балки**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні, яке з'явилося з попередженням, натисніть кнопку **Ні**.
- Призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **4.Колона рядова. Колони2**.

- Натисніть кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.

#### Призначення матеріалів елементам схеми для третього варіанту конструювання

- Для переключення на третій варіант конструювання, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленому прапорці **Матеріали**, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання **3**.
- Призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **3. Оболонка (Вигин, Стиск/Розтяг). Пластини**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **ОК**.
- Призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **2. Балка Балки**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **Ні**.
- Призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **5. Колона рядова. Колони3**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.


#### Призначення матеріалів елементам схеми для четвертого варіанту конструювання


- Для переключення на четвертий варіант конструювання, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленому прапорці **Матеріали**, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання **4**.
- У списку поточних матеріалів повинні бути встановлені в якості поточних: тип – **3. Оболонка (Вигин, Стиск/Розтяг). Пластини**, клас бетону – **1.B25** і клас арматури – **1.A400**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **ОК**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **2. Балка Балки**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **Ні**.
- Призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **1. Колона рядова. Колони4**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.


- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.


#### Призначення матеріалів елементам схеми для п'ятого варіанту конструювання

- Для переключення на п'ятий варіант конструювання, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленому прапорці **Матеріали**, за допомогою лічильника **Номер поточного варіанту конструювання схеми** переключіться на номер варіанту конструювання **5**.
- Призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **3. Оболонка (Вигин, Стиск/Розтяг). Пластини**.

- Натисніть кнопку  – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі елементи схеми.

- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **ОК**.
- Призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **2. Балка. Балки**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** включіть радіо-кнопку **Бетон**.
- Призначте поточним тип властивостей бетону **2.В30**.



- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні з попередженням натисніть кнопку **Ні**.
- Включіть радіо-кнопку **Тип**.
- Призначте поточним тип загальних властивостей матеріалів для залізобетонних конструкцій **1. Колона рядова. Колони1**.

- Натисніть кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть кнопку  – **Застосувати**.

#### **Етап 5. Завдання навантажень**

##### Формування завантаження № 1

- Натисканням по кнопці  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 21.16).
- У цьому вікні, при включеній радіо-кнопці **все** і заданому коеф. надійності по навантаженнях, який дорівнює **1**, натисніть кнопку  – **Застосувати** (елементи автоматично завантажуються навантаженням від власної ваги).

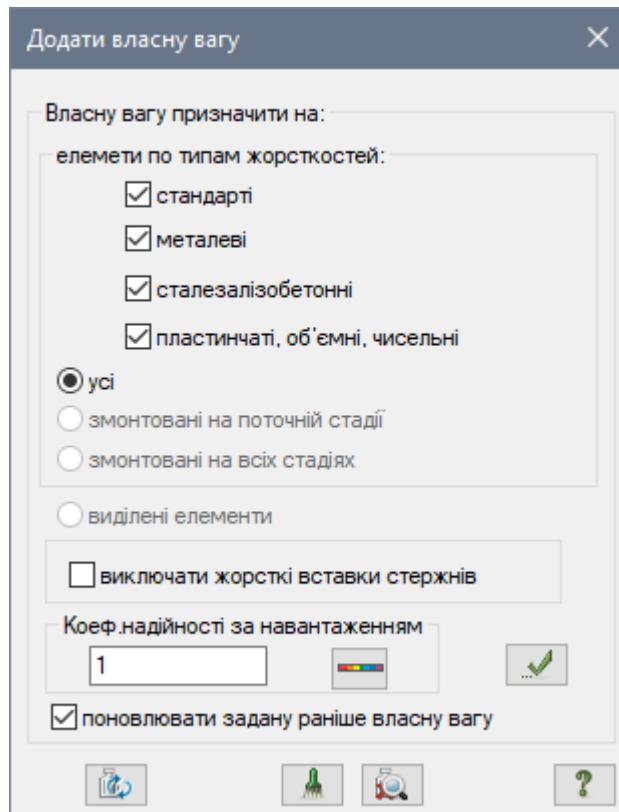





Рис. 21.16. Діалогове вікно **Додати власну вагу**

#### Формування завантаження № 2

- Змініть номер поточного завантаження натисканням по кнопці  – **Наступне завантаження** у рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть кнопку  – **Відмітка елементів** у розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Виділіть всі елементи схеми.
- Викличте діалогове вікно **Завдання навантажень** на закладці **Навантаження на пластини** (рис. 21.17) вибравши команду  – **Навантаження на пластини** у розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому вікні за умовчанням указана система координат **Глобальна**, напрямок – уздовж осі **Z**.

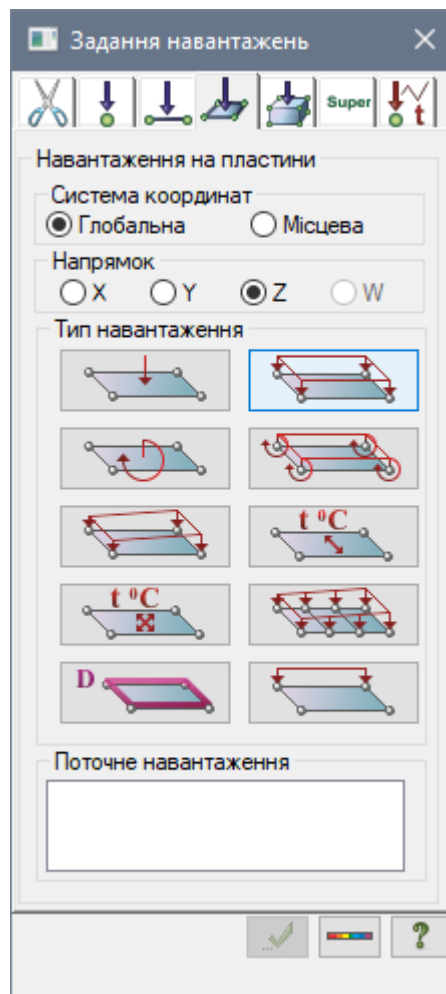



Рис. 21.17. Діалогове вікно **Задання навантажень**

- Натисканням по кнопці **рівномірно розподіленого навантаження** викличе діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 1.5 \text{ т/м}^2$  (рис. 21.18).
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

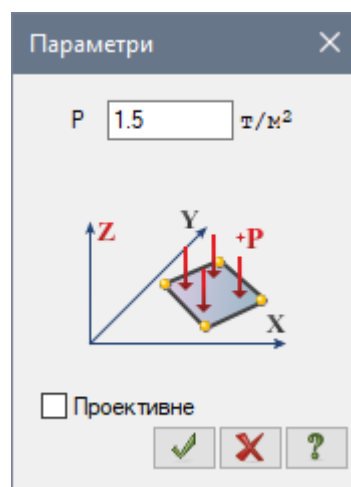


Рис. 21.18. Діалогове вікно **Параметри**

- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження** (рис. 21.19), в якому натисніть кнопку **ОК**.



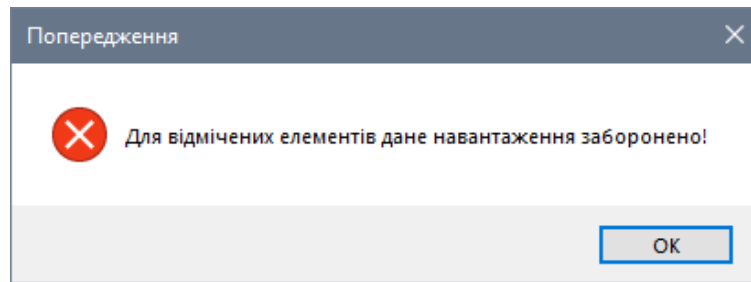




Рис. 21.19. Діалогове вікно Попередження







Попередження пов'язане з тим, що при виділенні всіх елементів схеми виділяються одночасно стержні та пластини. Навантаження, що задається на пластини, заборонене для стержневих елементів.



### Формування завантаження № 3


- Змініть номер поточного завантаження натисканням по кнопці  – Наступне завантаження у рядку стану.
- Ще раз виділіть всі елементи схеми.
- У діалоговому вікні **Завдання навантажень** натисканням по кнопці **рівномірно розподіленого навантаження** викличе діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.35 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть кнопку  – Підтвердити.

### Формування завантаження № 4


- Змініть номер поточного завантаження на 4.
- Перейдіть у проекцію на площину XOZ натисканням по кнопці  – **Проекція на XOZ** на панелі інструментів **Проекція** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Після натискання по кнопці  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору** виділіть крайній лівий ряд колон.
- У діалоговому вікні **Завдання навантажень** перейдіть на третю закладку **Навантаження на стержні** і для зміни напрямку навантаження включіть радіо-кнопку **X**.
- Натисканням по кнопці **рівномірно розподіленого навантаження** () викличе діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = -0.5 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть кнопку  – Підтвердити.


### Формування завантаження № 5

- Змініть номер поточного завантаження на 5.
- Перейдіть у проекцію на площину YOZ натисканням по кнопці  – **Проекція на YOZ** на панелі інструментів **Проекція**.
- Виділіть колони розташовані попереду будівлі (крайній лівий ряд на проекції).
- У діалоговому вікні **Завдання навантажень** для зміни напрямку навантаження включіть радіо-кнопку **Y**.
- Натисканням по кнопці **рівномірно розподіленого навантаження** викличе діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = -0.5 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть кнопку  – Підтвердити.

- Перейдіть у діаметричну фронтальну проекцію представлення розрахункової схеми натисканням по кнопці  – Діаметрична фронтальна проекція на панелі інструментів Проекція.

#### Завдання розширеної інформації про завантаження

- Викличте діалогове вікно **Редактор завантажень** (рис. 21. 20) натисканням по кнопці  – **Редактор завантажень** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому діалоговому вікні у списку завантажень виділіть рядок відповідний **першому** завантаженню.
- Далі у полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку **Вид** рядок

**Постійне** і натисніть кнопку  – **Застосувати**.

- Після цього у списку завантажень виділіть рядок відповідний **другому** завантаженню, а потім у полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку **Вид** рядок **Тимчасове трив.**

**/Тривале** і натисніть кнопку  – **Застосувати**.

- Далі у списку завантажень виділіть рядок відповідний **третьому** завантаженню, а потім у полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку **Вид** рядок **Короткочасне** і

натисніть кнопку  – **Застосувати**.

- Далі у списку завантажень виділіть рядок відповідний **четвертому** завантаженню, а потім у полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку **Вид** рядок **Миттєве** і

натисніть кнопку  – **Застосувати**.

- Далі у списку завантажень виділіть рядок відповідний **п'ятому** завантаженню, а потім у полі **Редагування вибраного завантаження** виберіть у розкритому списку **Вид** рядок **Миттєве** і

натисніть кнопку  – **Застосувати**.

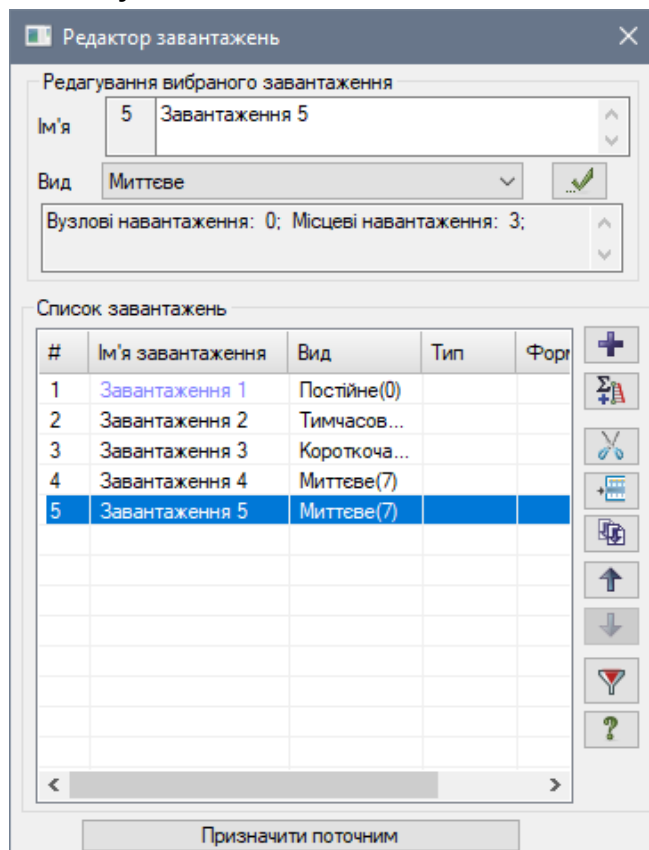

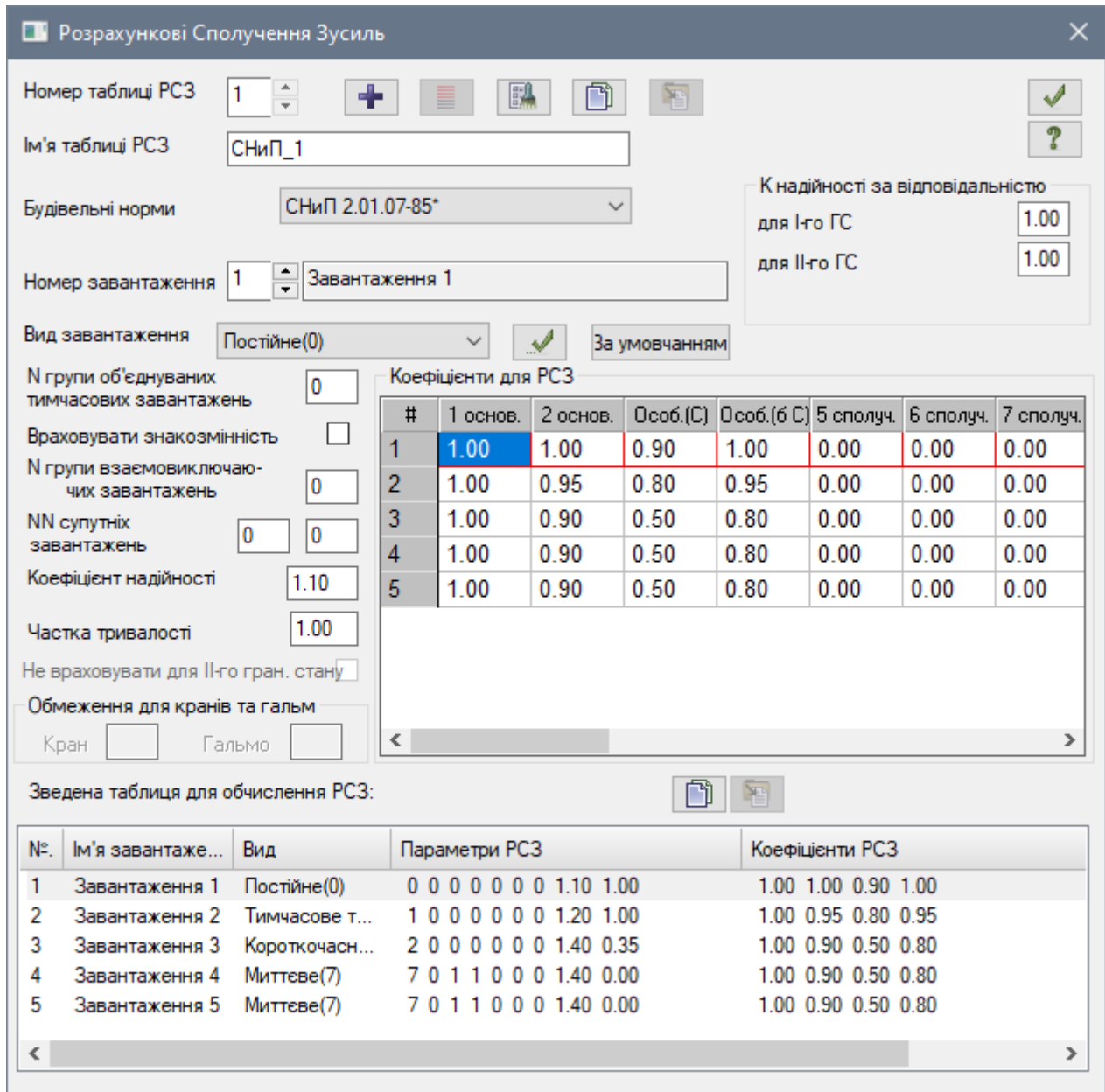


Рис. 21.20. Діалогове вікно **Редактор завантажень**

- Натисканням по кнопці  – **Таблиця РСЗ** (панель **РСЗ** на вкладці **Розрахунок**) викличе діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль** (рис. 21.21).



Розрахункові Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ: 1

Ім'я таблиці РСЗ: СНиП\_1

Будівельні норми: СНиП 2.01.07-85\*

Номер завантаження: 1, Завантаження 1

Вид завантаження: Постійне(0)

К надійності за відповідальністю для I-го ГС: 1.00, для II-го ГС: 1.00




Коефіцієнти для РСЗ



#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б С)	5 сполуч.	6 сполуч.	7 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00

Зведена таблиця для обчислення РСЗ:


№.	Ім'я завантаже...	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Завантаження 1	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Завантаження 2	Тимчасове т...	1 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95
3	Завантаження 3	Короткочасн...	2 0 0 0 0 0 0 1.40 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
4	Завантаження 4	Миттєве(7)	7 0 1 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 0.90 0.50 0.80
5	Завантаження 5	Миттєве(7)	7 0 1 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 0.90 0.50 0.80

Рис. 21.21. Діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль**

- У цьому вікні, при вибраних будівельних нормах **СНиП 2.01.07-85\***, для формування таблиці РСЗ зі значеннями, прийнятими за умовчанням для кожного завантаження, натисніть кнопку  – **Заповнити таблицю РСЗ значеннями за умовчанням.**
- Далі у зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідний 3-му завантаженню. Потім у текстовому полі **Коефіцієнт надійності** задайте величину 1.4 і після цього натисніть кнопку  – **Застосувати;**
- Далі у зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідний 4-му завантаженню. Потім встановіть прапорець **Враховувати знакозмінність**, у текстовому полі **№ групи взаємовиключних завантажень** задайте 1 і натисніть кнопку  – **Застосувати;**

- Далі у зведеній таблиці для обчислення РСЗ виділіть рядок відповідний 5-му завантаженню. Потім встановіть прапорець **Враховувати знакозмінність**, у текстовому полі **№ групи взаємовиключних завантажень** задайте **1** і після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Для закінчення формування таблиці РСЗ, натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

### Етап 7. Повний розрахунок схеми



- Запустіть задачу на розрахунок натисканням по кнопці  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).

### Етап 8. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку





Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного та динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.





#### Відключення відображення навантажень на розрахунковій схемі

- Натисніть кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- У діалоговому вікні **Показати** перейдіть на третю закладку **Загальні** і зніміть прапорець **Навантаження**.
- Натисніть кнопку  – **Перемалювати**.
- У режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів.


#### Виведення на екран ізополей переміщень

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




#### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

- Виведіть на екран епюру **My** натисканням по кнопці  – **Епюри My** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення епюри **Qz** натисніть кнопку  – **Епюри поперечних сил Qz** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення епюри **N** натисніть кнопку  – **Епюри поздовжніх сил N** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля **N**, виберіть команду  – **Мозаїка зусиль в стержнях** у розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).



### Зміна номеру поточного завантаження

- У рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) у розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню і натисніть кнопку  – **Застосувати**.

### Виведення на екран мозаїк напружень

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по  $M_x$ , виберіть команду  – **Мозаїка напружень** у розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть кнопку  – **Мозаїка напружень по  $M_x$**  (панель **Напруження в пластинах і об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по  $N_x$ , натисніть кнопку  – **Мозаїка напружень по  $N_x$**  (панель **Напруження в пластинах і об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).

### Формування та перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями розрахункових сполучень зусиль в елементах схеми, виберіть команду  – **Стандартні таблиці** у розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього у діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 21.22) виділіть рядок **PC3 розрахункові**.
- Натисніть кнопку  – **Застосувати**.



За умовчанням стандартні таблиці створюються в форматі CSV. Інформація, яка виводиться в даних таблицях, розділена по різних закладках: 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 в «Книгу звітів»** таблиця буде створена тільки у форматі CSV і вставлена в **«Книгу звітів»**. Таблицю, яка знаходиться в **«Книзі звітів»**, можна надалі оновлювати в разі потреби і верстати у звіт засобами **«Книги звітів»**.

Щоб змінити формат створюваної таблиці, потрібно у діалоговому вікні **Стандартні таблиці** натиснути кнопку **Інший** і у вікні, яке з'явилося, **Формат таблиць** вибрати потрібний формат і підтвердити вибір натисканням по кнопці **Підтвердити** (для створення таблиць у текстовому форматі потрібно включити 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**).

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

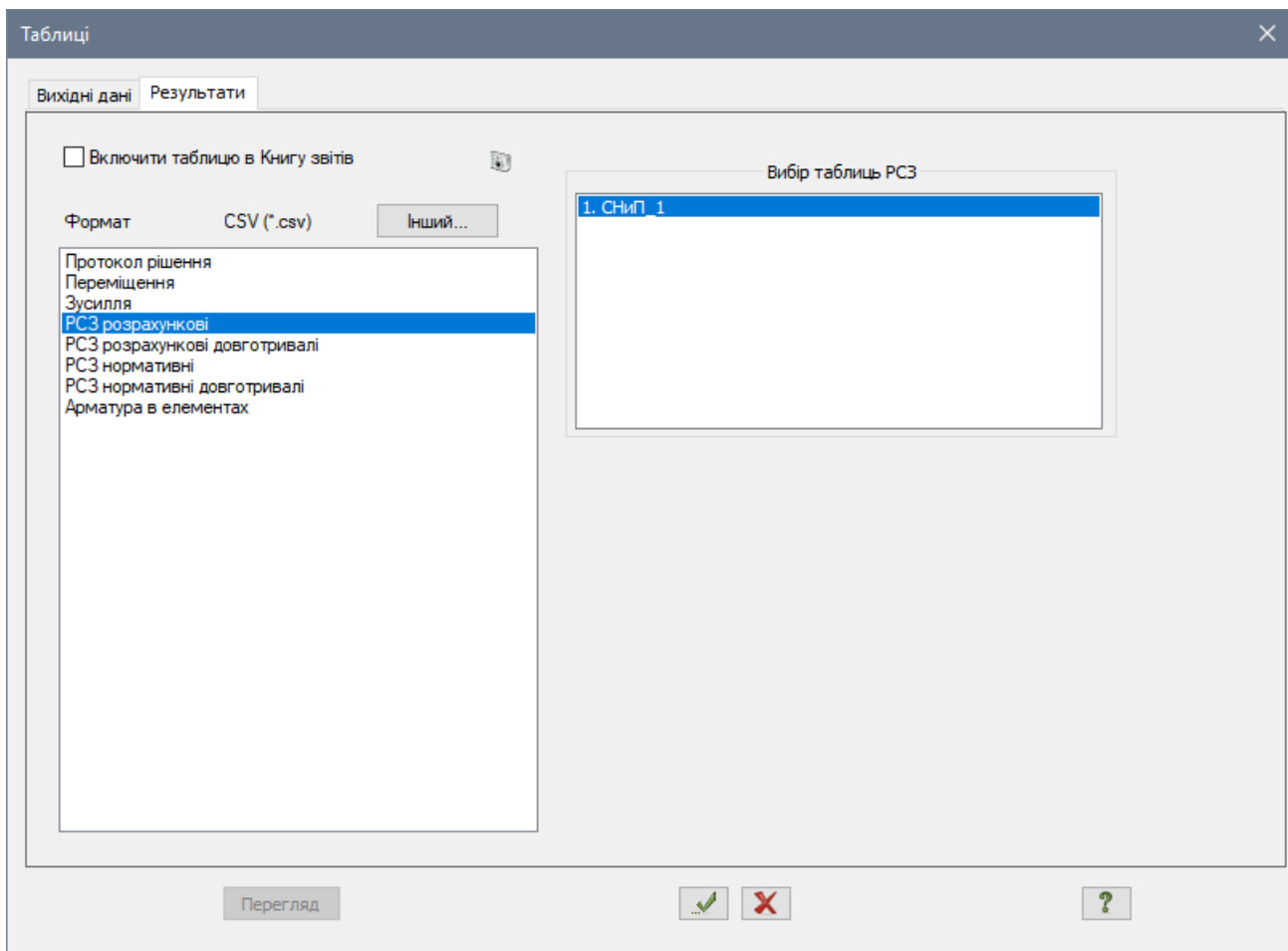



Рис. 21.22. Діалогове вікно **Таблиці**




- Після аналізу закрийте таблицю натисканням по кнопці  – **Закрити**.






### Етап 9. Перегляд і аналіз результатів конструювання






Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів конструювання здійснюється на вкладці **Залізобетон** (для стандартного стилю стрічкового інтерфейсу).

#### Перегляд результатів армування

- Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному з елементів, натисніть кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-який стержневий або пластинчастий елемент.
- У діалоговому вікні, яке з'явилось, міститься повна інформація про вибраний елемент, в тому числі і з результатами підбору арматури.
- Закрийте діалогове вікно натисканням по кнопці  – **Закрити**.
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі X1, натисніть кнопку  – **Нижня арматура в пластинах по осі X1** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).

- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі Y1, натисніть кнопку  – **Нижня арматура в пластинах по осі Y1** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Для установки режиму відображення симетричного армування в перерізах стержнів, виберіть команду  – **Симетрія** у розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі поздовжньої арматури в нижньому лівому кутку перерізу стержня AU1, натисніть кнопку  – **Кутова арматура AU1** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі поздовжньої арматури в нижньому правому куті перерізу стержня AU2, натисніть кнопку  – **Кутова арматура AU2** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Для установки режиму відображення несиметричного армування в перерізах стержнів, виберіть команду  – **Несиметрія** у розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).

#### [Формування та перегляд таблиць результатів підбору арматури](#)

- Викличте діалогове вікно **Таблиці** (рис. 21.23), вибравши команду  – **Таблиці результатів для ЗБ** у розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).
- У цьому вікні за умовчанням вибраний рядок **Арматура в елементах** і у полі **Арматура** включена радіокнопка **Стержні**.
- Натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Після аналізу закрийте таблицю натисканням по кнопці  – **Закрити**.

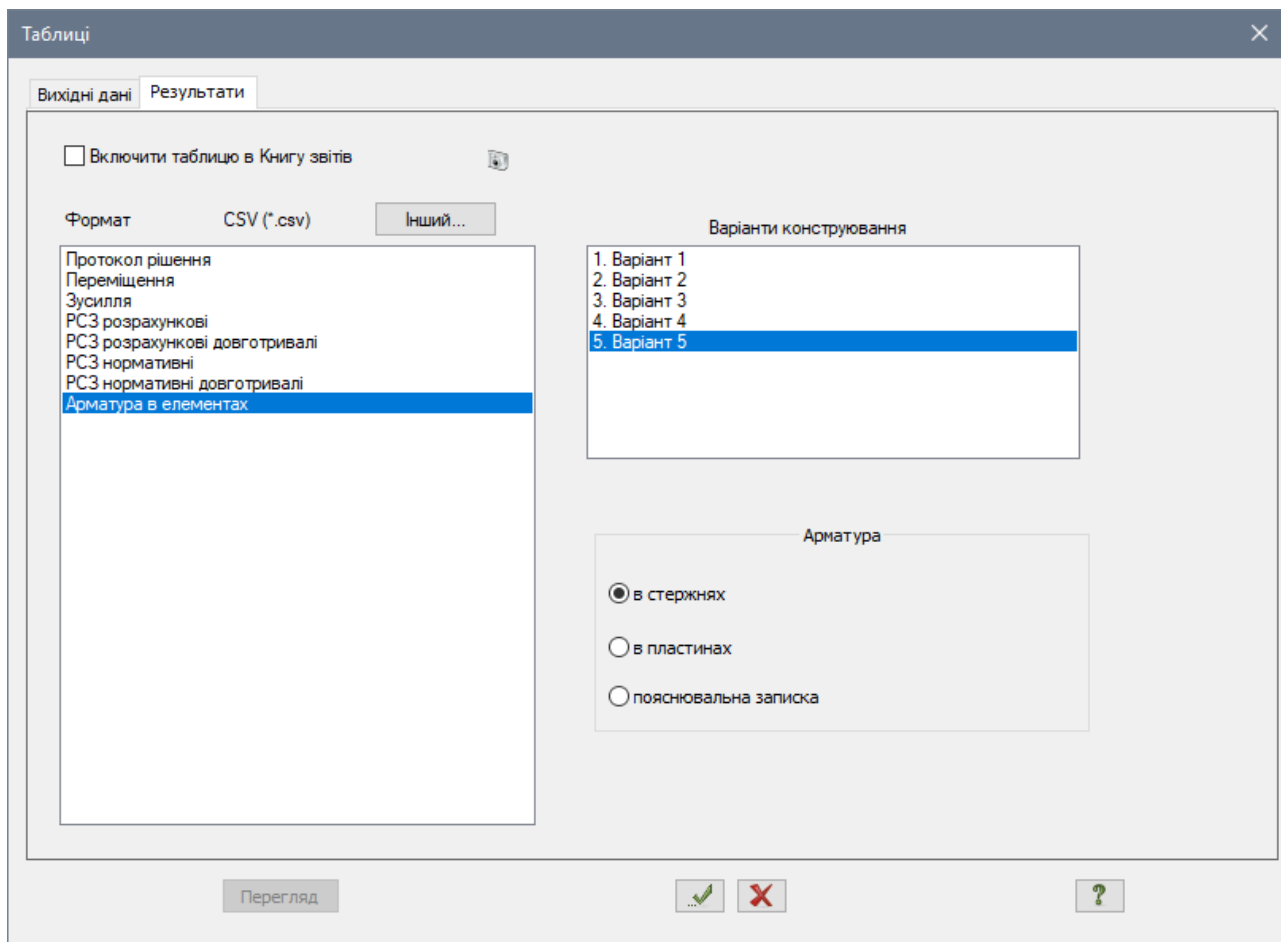



Рис. 21.23. Діалогове вікно Таблиці

### Зміна номеру варіанту конструювання

- У рядку стану у розкритому списку **Змінити номер варіанту конструювання** виберіть рядок відповідний другому варіанту конструювання.



Для альтернативного переключення на інший варіант конструювання, потрібно викликати

діалогове вікно **Варіанти конструювання** (рис. 21.4) натисканням по кнопці  – **Варіанти конструювання** (панель **Конструювання** на вкладці **Залізобетон**).

Щоб переключитися на інший варіант конструювання, потрібно вибрати відповідний рядок у **Списку варіантів конструювання схеми** і натиснути кнопку **Призначити поточним**.




Перегляд і аналіз результатів армування по інших варіантах конструювання здійснюється аналогічно першому варіанту конструювання.



### Зміна розмірів перерізу




Проаналізувавши результати армування по всіх варіантах конструювання, за остаточний приймаємо четвертий варіант конструювання. Для цього варіанту конструювання виконаємо підбір арматури при збільшених розмірах перерізів стержневих елементів.

- Натисканням по кнопці  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Конструювання** на вкладці **Залізобетон**) викличте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали**.



- У цьому вікні у списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1. Брус 40x40**.
- Натисніть кнопку **Змінити**.
- У діалоговому вікні, яке з'явилося, **Завдання стандартного перерізу** задайте нові параметри перерізу **Брус**:
  - геометричні розміри – **B = 50 см; H = 50 см**.
- Для вводу даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.
- Після цього у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріалі** у списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2. Тавр\_Т 30x50**.
- Натисніть кнопку **Змінити**.
- У новому вікні **Завдання стандартного перерізу** задайте нові параметри перерізу **Тавр\_Т**:
  - геометричні розміри – **H = 60 см**.
- Для вводу даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

#### Підбір арматури при змінених розмірах перерізів

- Переключіться на четвертий варіант конструювання.
- Запуск задачі на підбір арматури здійснюється натисканням по кнопці  - **Розрахунок арматури** (панель **Розрахунок** на вкладці **Залізобетон**).
- У діалоговому вікні, яке з'явилося, **Розрахунок і конструювання залізобетонних елементів** (рис. 21.24) натисніть кнопку **Підтвердити**.

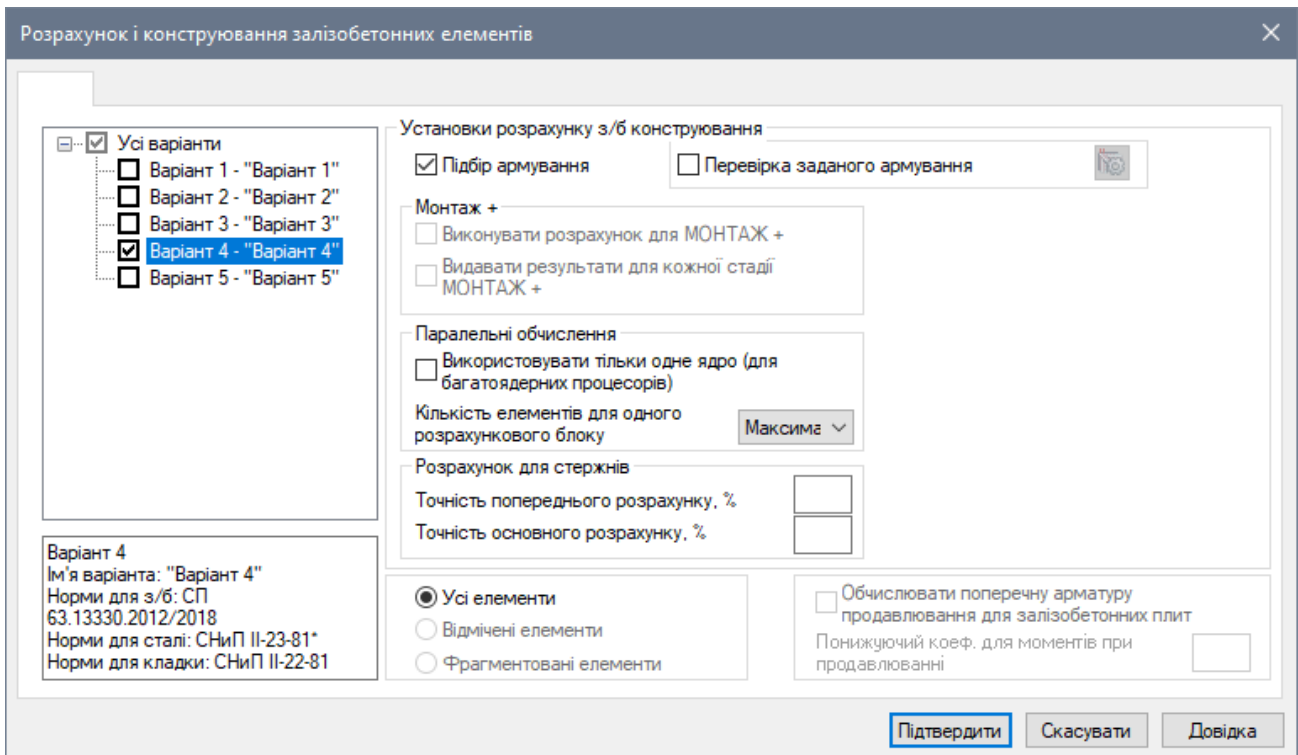


Рис. 21.24. Діалогове вікно **Розрахунок і конструювання залізобетонних елементів**



Перегляд і аналіз результатів армування після підбору арматури при змінених розмірах перерізу здійснюється аналогічно описаному вище.

## Приклад 22. Розрахунок конструкції на пальовій основі з обчисленням жорсткості паль за допомогою системи ҐРУНТ (використання KE 57)

### Цілі та задачі:

- продемонструвати процедуру побудови розрахункової схеми;
- показати технологію завдання пальової основи;
- показати процедуру обчислення жорсткості паль за допомогою системи ҐРУНТ.

### Вихідні дані:

Однопрогонова одноповерхова будівля. Розмір прогону - 6 м, крок колон - 6 м, висота поверху – 4 м.  
Бічні звіси плити ростверку – 1 м.

### Перерізи елементів:

- балки – тавровий переріз висотою 500 мм (ширина полиці – 500 мм, товщина полиці – 200 мм, товщина стінки – 300 мм);
- колони – прямокутний переріз розміром 400 x 400 мм;
- плита покриття – товщина 200 мм;
- плита ростверку – товщина 500 мм.

Матеріал елементів схеми – залізобетон В25.



### Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага;
- завантаження 2 – постійне рівномірно розподілене  $p = 1.5 \text{ т/м}^2$ , прикладене на покриття; постійне рівномірно розподілене  $p = 2 \text{ т/м}^2$ , прикладене на плиту ростверку;
- завантаження 3 – снігове  $p = 0.35 \text{ т/м}^2$ .

Для того щоб почати роботу з ПК ЛІРА-САПР®, виконайте наступну команду Windows:

Пуск ⇒ Програми (Всі програми) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛІРА-САПР 2020 ⇒ ЛІРА-САПР 2020.

### Етап 1. Створення нової задачі

- Для створення нової задачі відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Опис схеми** (рис. 22.1) задайте наступні параметри:
  - ім'я створюваної задачі – **22\_3D каркас\_пальова основа**;
  - у розкритому списку **Ознака схеми** виберіть рядок **5 – Шість ступенів свободи у вузлі**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

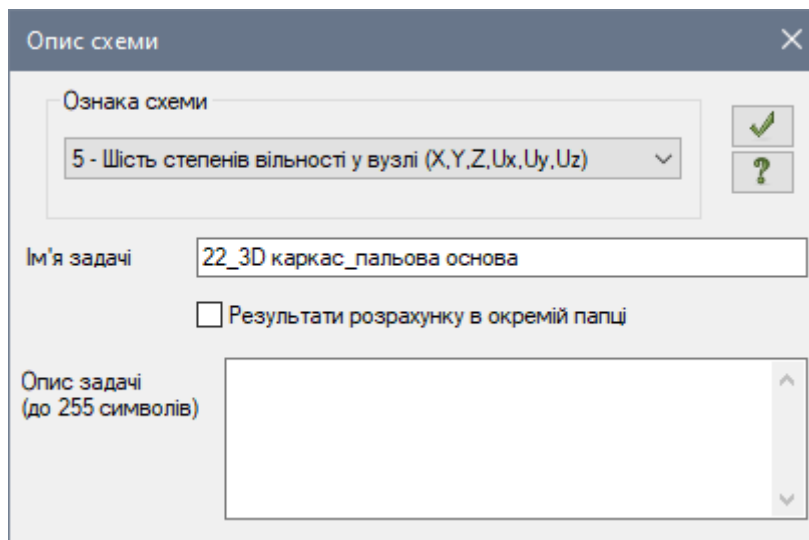




Рис. 22.1. Діалогове вікно **Опис схеми**




Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в

меню **Програми** у розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу у розкритому

списку **Новий** виберіть команду  **П'ята ознака схеми (Шість ступенів свободи у вузлі)**. Після цього потрібно задати тільки ім'я задачі.

Установлення прапорця **Результати розрахунку в окремій папці** у 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 та подальшої передачі файлів результатів розрахунку або перегляду та аналізу цих файлів за допомогою провідника або інших файлових менеджерів

## Етап 2. Створення геометричної схеми

➤ Викличте діалогове вікно **Просторова рама** натисканням по кнопці  **Генерація просторових рам** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).

➤ У цьому діалоговому вікні задайте наступні параметри просторової рами (рис. 22.2):

- Крок уздовж осі X: Крок уздовж осі Y: Крок уздовж осі Z:


L(м)	N	M	L(м)	N	M	L(м)	N	M
6	1	12	6	1	12	4	1	1.

➤ Далі зніміть прапорець **Накладати закріплення**;

➤ Потім встановіть прапорець **Задавати бокові звіси** в полі **Параметри фундаментної плити** і задайте наступні параметри в полі **Бокові звіси**:

- Ширина звисів уздовж X = 1 м;
- Кількість KE уздовж X = 2;
- Ширина звисів уздовж Y = 1 м;
- Кількість KE уздовж Y = 2.


➤ Інші параметри приймаються за умовчанням.

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



### Етап 3. Завдання жорсткісних параметрів елементам схеми

#### Формування типів жорсткості

- Натисканням по кнопці  – **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 22.3,а).
- У цьому вікні натисканням по кнопці **Додати** викличе діалогове вікно **Додати жорсткість**, для того щоб вивести список стандартних типів перерізів (рис. 22.3,б).
- Виберіть подвійним натисканням миші на елементі графічного списку тип перерізу **Брус** (на екран виводиться діалогове вікно для завдання жорсткісних характеристик вибраного типу перерізу).

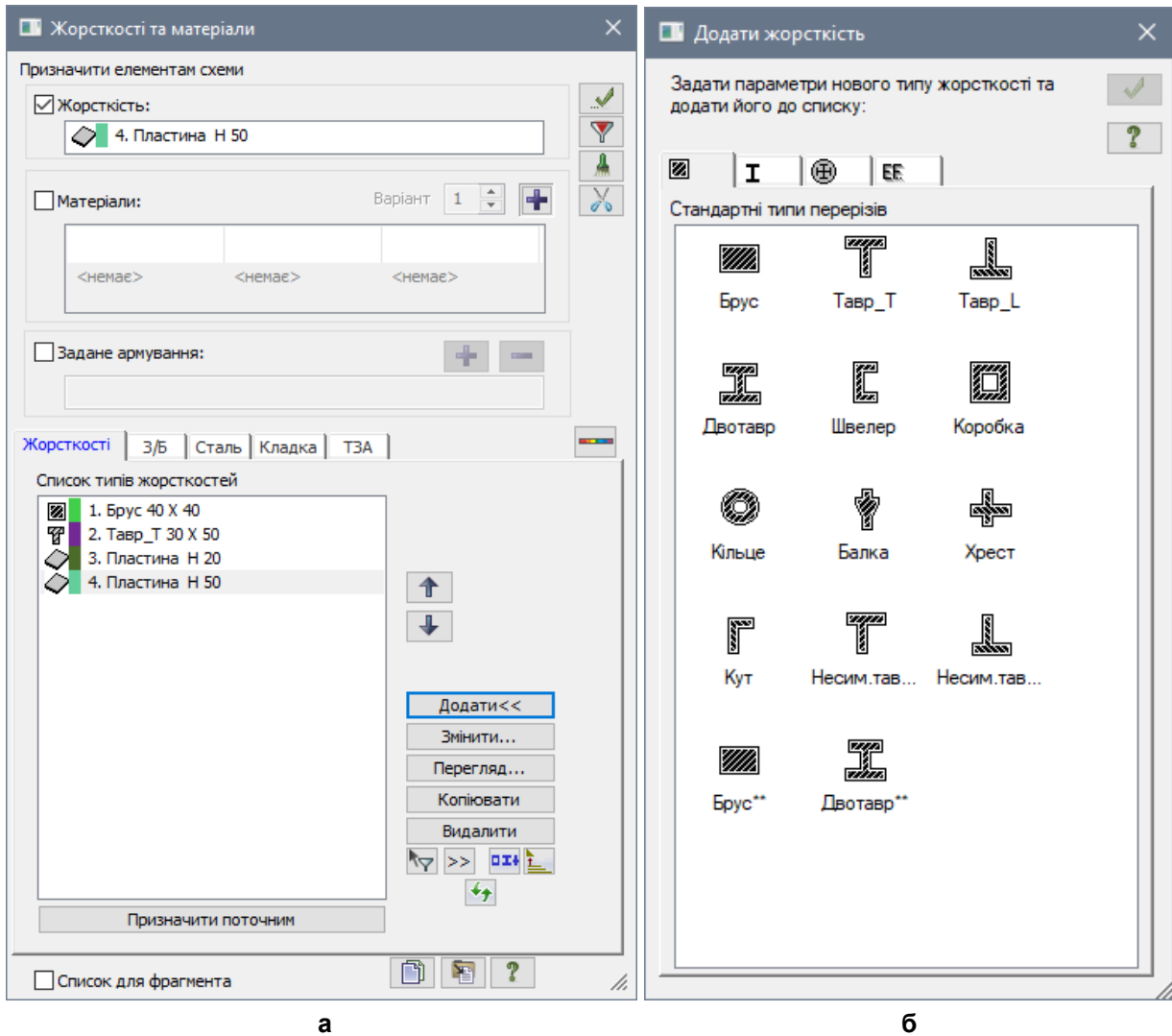

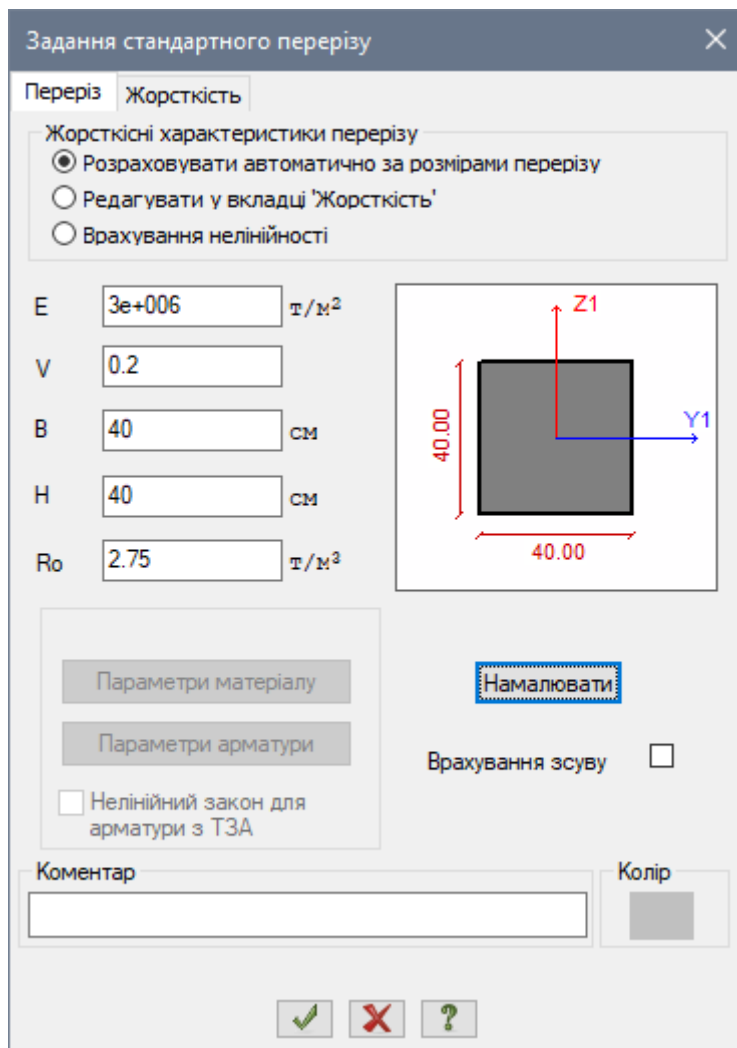


Рис. 22.3. Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали, б – Додати жорсткість

- У діалоговому вікні **Завдання стандартного перерізу** (рис. 22.4) задайте параметри перерізу **Брус**:
  - модуль пружності –  $E = 3e6 \text{ т/м}^2$  (при англійській розкладці клавіатури);
  - коефіцієнт Пуассона –  $\nu = 0.2$ ;
  - геометричні розміри –  $B = 40 \text{ см}$ ;  $H = 40 \text{ см}$ ;
  - питома вага матеріалу –  $R_0 = 2.75 \text{ т/м}^3$ .
- Щоб побачити ескіз створюваного перерізу з усіма розмірами, натисніть на кнопку **Намалювати**.
- Для введення даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 22.4. Діалогове вікно **Задання стандартного перерізу**






- Потім у діалоговому вікні **Додати жорсткість** виберіть тип перерізу **Тавр\_Т**.
- У новому вікні **Задання стандартного перерізу** задайте параметри перерізу **Тавр\_Т**:
  - модуль пружності – **E** = 3e6 т/м<sup>2</sup>;
  - коефіцієнт Пуассона – **V** = 0.2;
  - геометричні розміри – **B** = 30 см; **H** = 50 см; **B1** = 50 см; **H1** = 20 см;
  - питома вага матеріалу – **Ro** = 2.75 т/м<sup>3</sup>.
- Для введення даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.
- Потім у діалоговому вікні **Додати жорсткість** перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості.
- Подвійним натисканням миші виберіть тип перерізу **Пластини**.
- У вікні **Задання жорсткості для пластин** (рис. 22.5) задайте параметри перерізу **Пластини** (для плити перекриття):
  - модуль пружності – **E** = 3e6 т/м<sup>2</sup>;
  - коефіцієнт Пуассона – **V** = 0.2;
  - товщина – **H** = 20 см;
  - питома вага матеріалу – **Ro** = 2.75 т/м<sup>3</sup>.
- Для введення даних натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

Рис. 22.5. Діалогове вікно **Задання жорсткості для пластин**

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** у списку типів жорсткостей виділіть курсором строку **3. Пластина Н 20** і натисніть на кнопку **Копіювати**.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей за допомогою курсору виділіть рядок **4.Пластина Н 20** і натисніть на кнопку **Змінити**.
- У діалоговому вікні **Задання жорсткості для пластин** змініть параметри для плити ростверку:
  - товщина – **H = 50 см**.
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.
- Для того щоб приховати бібліотеку жорсткісних характеристик, у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** і натисніть на кнопку **Додати**.

#### [Призначення жорсткостей елементам схеми](#)

- Натисніть кнопку  – **Відмітка блоку та його вузлів** у розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Вкажіть курсором на будь-який вузол або елемент плити покриття (вузли та елементи плити покриття, а також балок і колон фарбуються в червоний колір).

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали**, при встановленому поточному типі жорсткості **3.Пластина Н 20** в рядку редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**, натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **VISOR-SAPR** (рис. 22.6), в якому натисніть кнопку **ОК**.

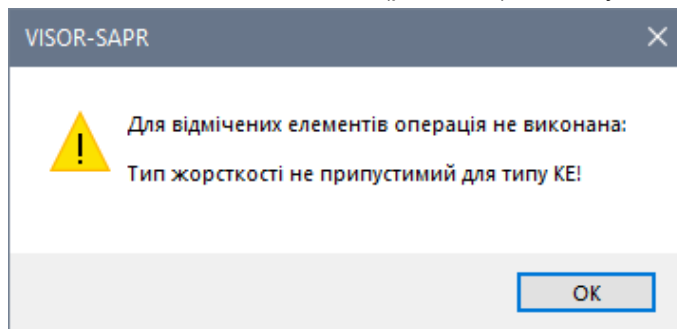


Рис. 22.6. Діалогове вікно **VISOR-SAPR**







*Попередження пов'язане з тим, що при виділенні плити покриття виділяються одночасно стержні та пластини. Жорсткість, яка призначається на пластини, заборонена для стержневих елементів.*

- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** у списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2. Тавр\_Т 30x50**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним** (при цьому обраний тип жорсткості записується в рядку редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточний тип жорсткості подвійним натисканням по рядку списку).
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** у списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1. Брус 40x40**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.





*Відмітка елементів виконується за допомогою одиночної вказівки курсором або розтягуванням навколо потрібних елементів "рамки вибору".*

- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження**, в якому натисніть кнопку **Так**.
- Потім у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** у списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **4. Пластина Н 50**.
- Натисніть кнопку **Призначити поточним**.
- Натисніть кнопку  – **Відмітка блоку** у розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Вкажіть курсором на будь-який елемент плити ростверку.
- У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Зніміть виділення з вузлів натисканням по кнопці  – **Скасування виділення** на панелі інструментів **Панель вибору**.



#### Етап 4. Завдання параметрів пальової основи

##### Виведення на екран номерів вузлів

- Натисніть кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- У діалоговому вікні **Показати** (рис. 22.7) перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Перемалювати**.

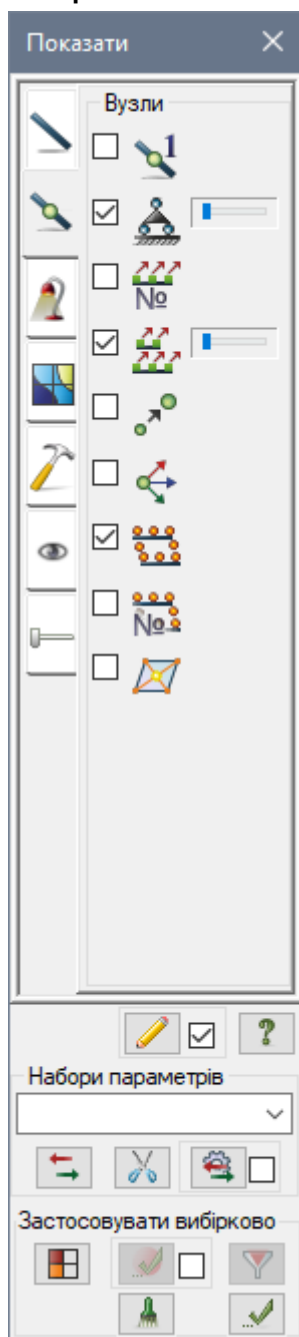



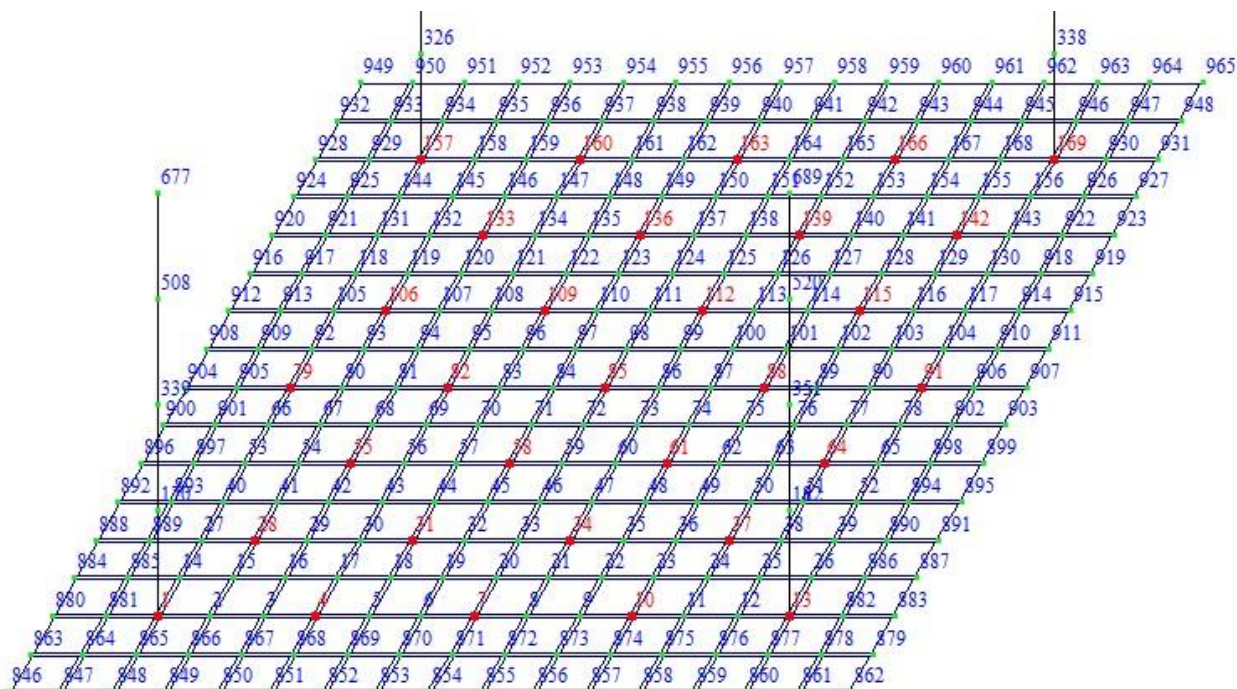


Рис. 22.7. Діалогове вікно Показати


Додавання KE 57

- При активній кнопці  – **Відмітка блоку** у розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**, вкажіть курсором на будь-який вузол або елемент плити ростверку.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи.
- Для відображення на екрані тільки відмічених вузлів і елементів схеми, виконайте фрагментацію натисканням по кнопці  – **Фрагментація** на панелі інструментів **Панель вибору**.

- Натисніть кнопку  – **Відмітка вузлів** у розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- За допомогою курсору виділіть вузли № 1, 4, 7, 10, 13, 28, 31, 34, 37, 55, 58, 61, 64, 79, 82, 85, 88, 91, 106, 109, 112, 115, 133, 136, 139, 142, 157, 160, 163, 166 и 169 (рис. 22.8).



**Рис. 22.8. Відмічені вузли № 1, 4, 7, 10, 13, 28, 31, 34, 37, 55, 58, 61, 64, 79, 82, 85, 88, 91, 106, 109, 112, 115, 133, 136, 139, 142, 157, 160, 163, 166, 169**

- Викличте діалогове вікно **Додати елемент** (рис. 22.9) на закладці **Додати одновузлові KE**, вибравши команду  – **Додати одновузлові KE** у розкритому списку **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому вікні за допомогою установки відповідної радіо-кнопки вкажіть тип **KE 57 (паля)**.

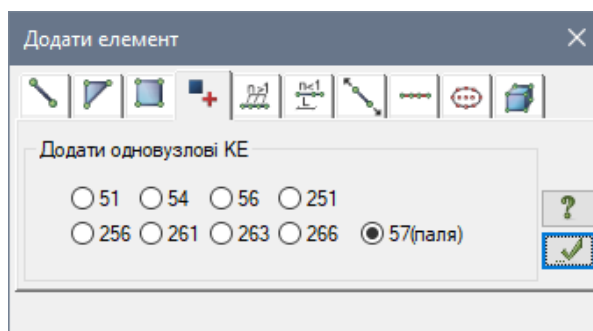






Рис. 22.9. Діалогове вікно **Додати елемент**

- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати**.
- Для відновлення розрахункової схеми у первісному виді після операції фрагментації, натисніть кнопку  – **Відновлення конструкції** на панелі інструментів **Панель вибору**.

#### Відключення відображення номерів вузлів на розрахунковій схемі

- У діалоговому вікні **Показати** зніміть прапорець **Номери вузлів**.
- Натисніть кнопку  – **Перемалювати**.

#### Завдання параметрів жорсткості паль

- Натисканням по кнопці  – **Розрахунок жорсткості паль** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Завдання параметрів жорсткості паль** (рис. 22.10).
- У цьому вікні натисніть кнопку **Вихідні дані для обчислення**.

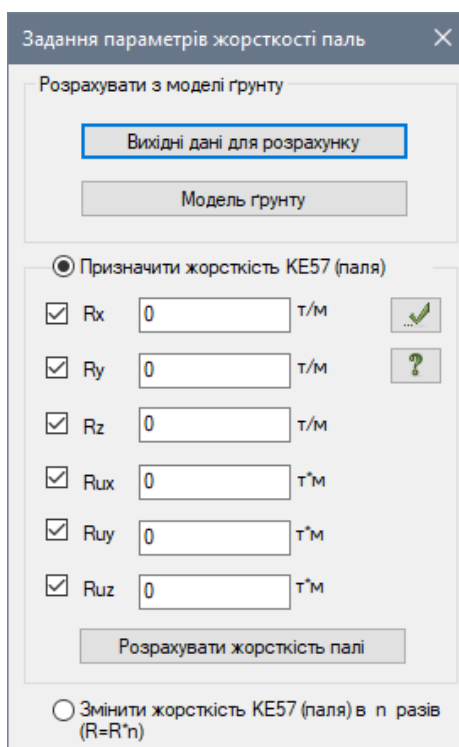



Рис. 22.10. Діалогове вікно **Завдання параметрів жорсткості паль**

- У новому діалоговому вікні **Групи палів** (рис. 22.11) натисніть кнопку **Палів круглого поперечного перерізу** і після цього задайте наступні параметри палів:
  - довжина палів –  $L = 15$  м;
  - зовнішній діаметр палів –  $D = 80$  см;
  - коефіцієнт умов роботи –  $\gamma_{cz} = 1$ ;
  - коефіцієнт глибини під п'ятою –  $k = 0.5$ ;
  - модуль деформації матеріалу палів –  $E_s = 3e6$  т/м<sup>2</sup> (при англійській розкладці клавіатури);
  - кількість ділянок розбиття –  $L_v = 20$ .
- Для внесення заданих параметрів у таблицю, розташовану в лівій частині вікна, натисніть кнопку  – Додати новий рядок.

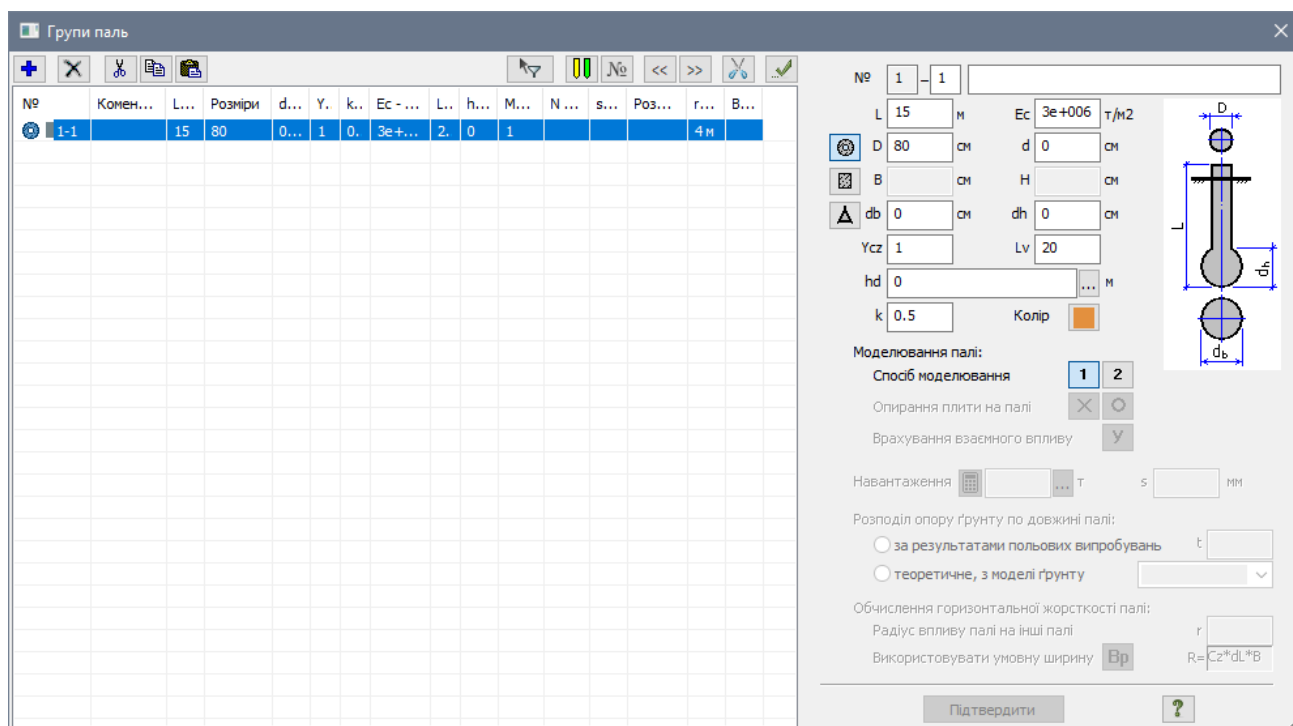



Рис. 22.11. Діалогове вікно **Групи палів**

#### Призначення параметрів жорсткості палів

- Для виділення елементів палів натисканням по кнопці  – **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** викличе діалогове вікно **ПоліФільтр**.
- У цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів** (рис. 22.12).
- Далі встановіть прапорець **По типу КЕ** і у розкритому списку виберіть рядок **Тип 57 (палів) – одновузловий КЕ для палів**.

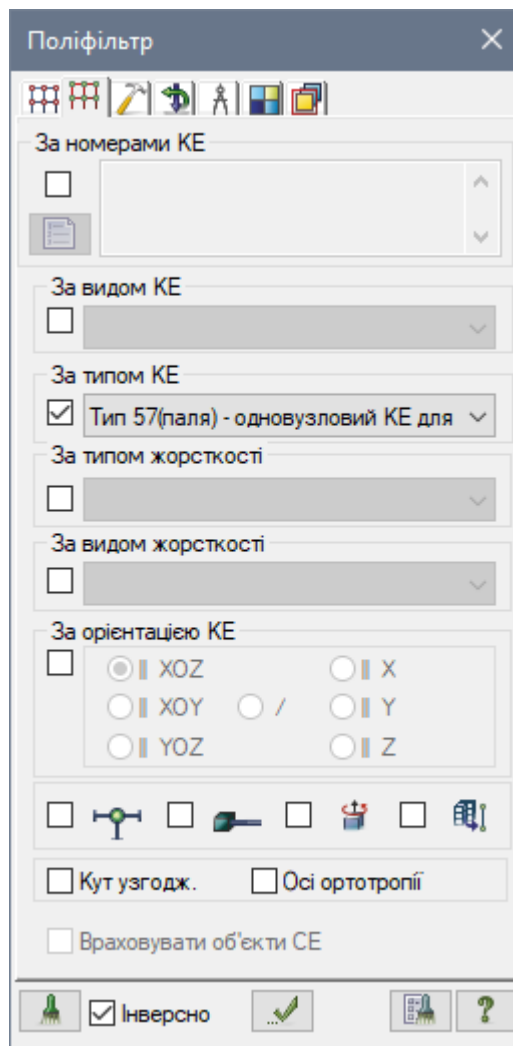





Рис. 22.12. Діалогове вікно Поліфільтр

- Натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Після цього у діалоговому вікні **Групи пальового поля** натисніть кнопку  – **Призначити відміченим на схемі палям виділені параметри**.
- Закрийте діалогове вікно **Групи пальового поля** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

#### Запуск системи ГРУНТ

- Для запуску системи **ГРУНТ**, у діалоговому вікні **Завдання параметрів жорсткості паль** (рис. 22.10) натисніть кнопку **Модель ґрунту**.
- У діалоговому вікні **Модель ґрунту** (рис. 22.13) натисніть кнопку **Підключити модель ґрунту**.

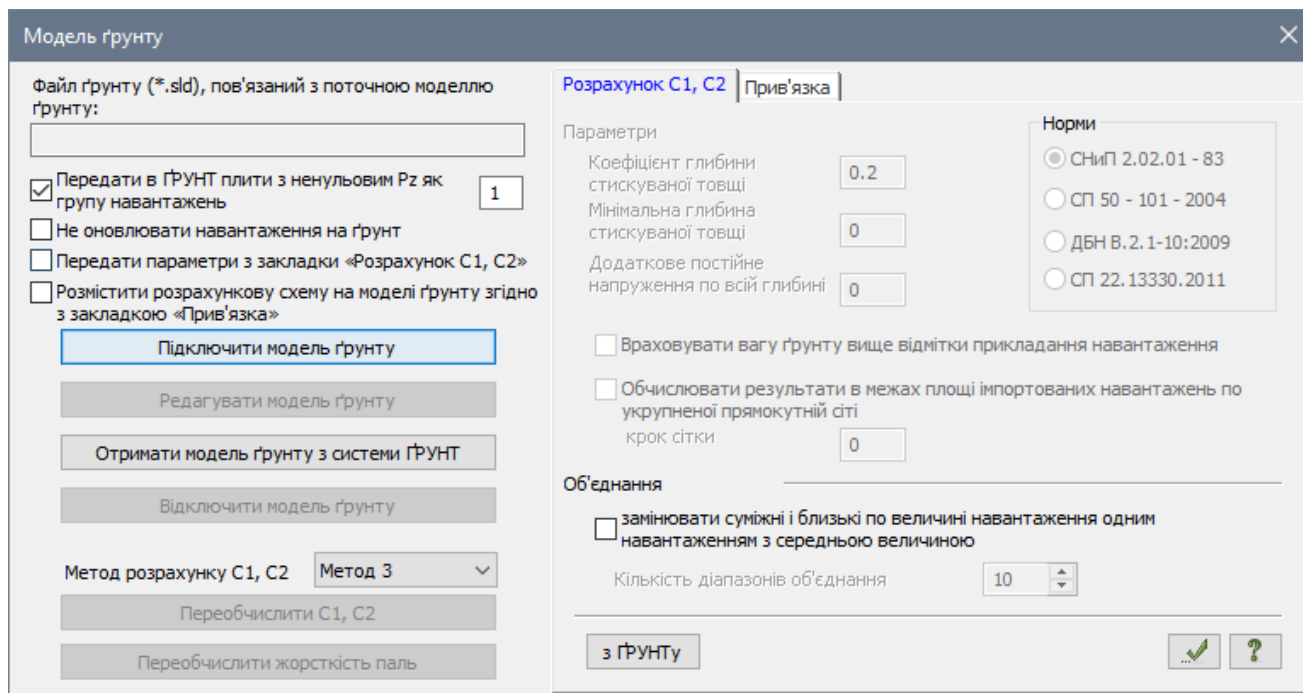


Рис. 22.13. Діалогове вікно **Модель ґрунту**



Для розрахунку жорсткості паль буде використана модель ґрунту з прикладу 9, в якому описаний процес створення моделі ґрунту.

- У новому діалоговому вікні **Відкрити файл моделі ґрунту** (рис. 22.14) виберіть рядок **09\_модель ґрунту** і натисніть на кнопку **Відкрити**.

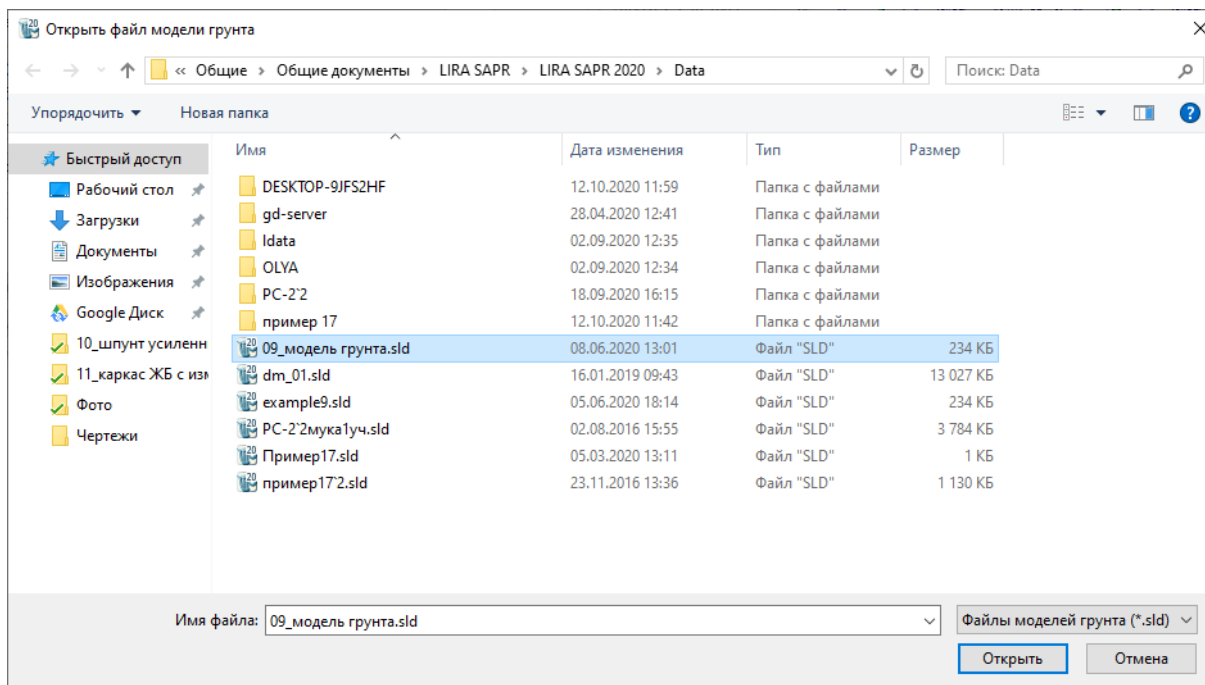






Рис. 22.14. Діалогове вікно **Відкрити файл моделі ґрунту**

- Переключитесь на вікно **22\_3D каркас\_пальова основа**, натиснувши по випадному списку **Вікно**.
- У діалоговому вікні **Модель ґрунту** (рис. 22.13) встановіть прапорець **Розмістити розрахункову схему на моделі ґрунту** згідно закладки «Прив'язка».
- Перейдіть на закладку прив'язка та задайте наступні параметри прив'язки розрахункової схеми до моделі ґрунту:
  - прив'язка в плані точки 1 на розрахунковій схемі –  $X = -1$  м;

- прив'язка в плані точки 1 на розрахунковій схемі –  $Y = -1$  м;
  - прив'язка в плані точки 2 на розрахунковій схемі –  $X = 0$  м;
  - прив'язка в плані точки 2 на розрахунковій схемі –  $Y = 0$  м;
  - прив'язка по висоті мінімальної аплікати розрахункової схеми –  $Z = 0$  м;
  - прив'язка в плані точки 1 на моделі ґрунту –  $X = 0$  м;
  - прив'язка в плані точки 1 на моделі ґрунту –  $Y = 0$  м;
  - прив'язка в плані точки 2 на моделі ґрунту –  $X = 1$  м;
  - прив'язка в плані точки 2 на моделі ґрунту –  $Y = 1$  м;
  - прив'язка по висоті відповідної аплікати моделі ґрунту –  $Z = 96$  м.
- Натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- Закрийте діалогове вікно **Модель ґрунту** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

## Етап 5. Завдання навантажень

### Формування завантаження № 1

- Натисканням по кнопці  – **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) викличе діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 22.15).
- У цьому вікні, при включеній радіо-кнопці **всі** та заданому коеф. надійності по навантаженню рівному **1**, натисніть кнопку  – **Застосувати** (елементи автоматично завантажуються навантаженням від власної ваги).

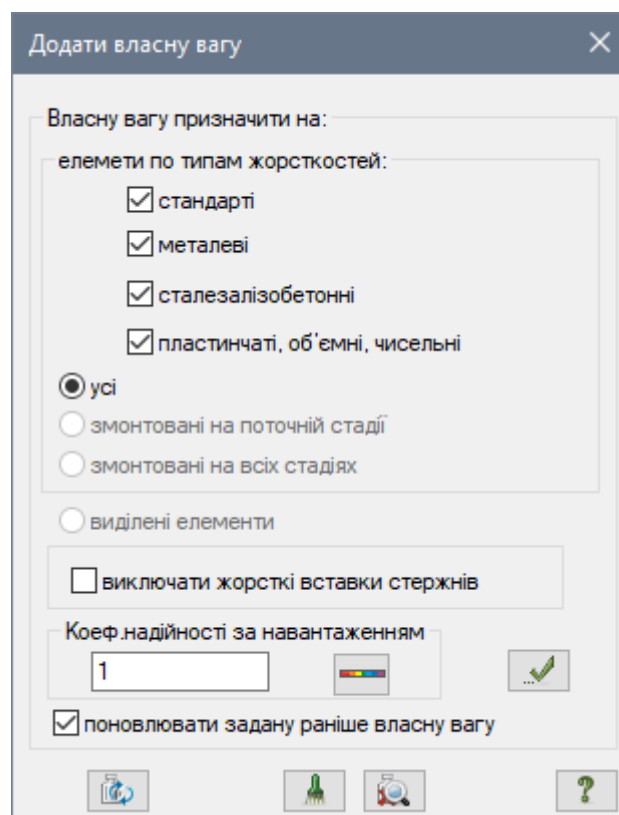





Рис. 22.15. Діалогове вікно **Додати власну вагу**

- Змініть номер поточного завантаження натисканням по кнопці  – **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).
- Натисніть кнопку  – **Відмітка блоку та його вузлів** у розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- Вкажіть курсором на будь-який вузол або елемент плити покриття.
- Викличте діалогове вікно **Завдання навантажень** на закладці **Навантаження на пластини** (рис. 22.16) вибравши команду  – **Навантаження на пластини** у розкритому списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**).
- У цьому вікні за умовчанням указана система координат **Глобальна**, напрямок – уздовж осі **Z**.

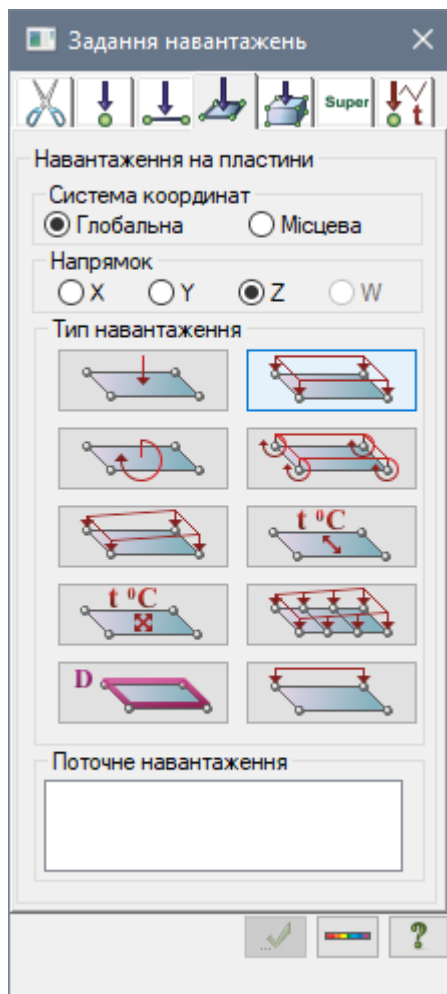


Рис. 22.16. Діалогове вікно **Завдання навантажень**

- Натисканням по кнопці **рівномірно розподіленого навантаження** викличте діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p=1.5 \text{ т/м}^2$  (рис. 22.17).



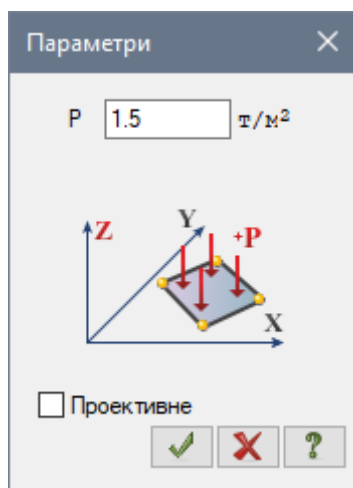


Рис. 22.17. Діалогове вікно **Параметри**

- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.
- На екрані з'являється діалогове вікно **Попередження** (рис. 22.18), в якому натисніть кнопку **ОК**.

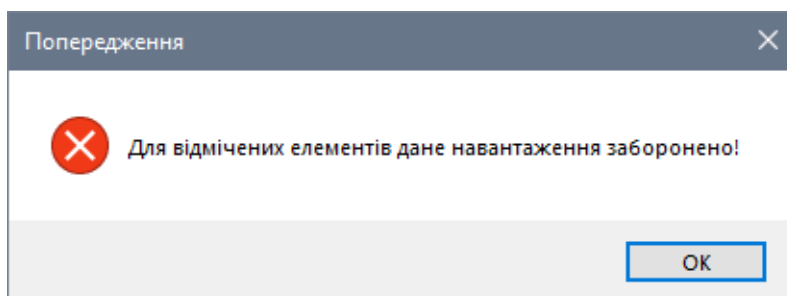







Рис. 22.18. Діалогове вікно **Попередження**




*Попередження пов'язане з тим, що при виділенні плити покриття виділяються одночасно стержні та пластини. Навантаження, що задається на пластини, заборонене для стержневих елементів.*


- Зніміть виділення з вузлів та елементів натисканням по кнопці  – **Скасування виділення** на панелі інструментів **Панель вибору**.
- При активній кнопці  – **Відмітка блоку** у розкритому списку **Відмітка блоку** на панелі інструментів **Панель вибору** вкажіть курсором на будь-який вузол або елемент плити ростверку.
- У діалоговому вікні **Завдання навантажень** натисканням по кнопці **рівномірно розподіленого навантаження** викличте діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність  $p = 2 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

### Формування завантаження № 3

- Змініть номер поточного завантаження натисканням по кнопці  – **Наступне завантаження** в рядку стану.
- Ще раз виділіть елементи плити покриття.
- У діалоговому вікні **Завдання навантажень** натисканням по кнопці **рівномірно розподіленого навантаження** викличте діалогове вікно **Параметри**.
- У цьому вікні задайте інтенсивність навантаження  $p = 0.35 \text{ т/м}^2$ .
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

- У діалоговому вікні **Попередження** натисніть кнопку **ОК**.
- Зніміть виділення з вузлів та елементів натисканням по кнопці  – **Скасування виділення** на панелі інструментів **Панель вибору**.

## Етап 6. Статичний розрахунок схеми

- Запустите задачу на розрахунок натисканням по кнопці  – **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).
- У діалоговому вікні **Перерахунок коеф. Постелі С1, С2** або жорсткості паль по моделі ґрунту (рис. 22.19), при встановленому прапорці **перерахувати жорсткість паль (КЕ 57) по моделі ґрунту**, натисніть кнопку **Перерахувати**.

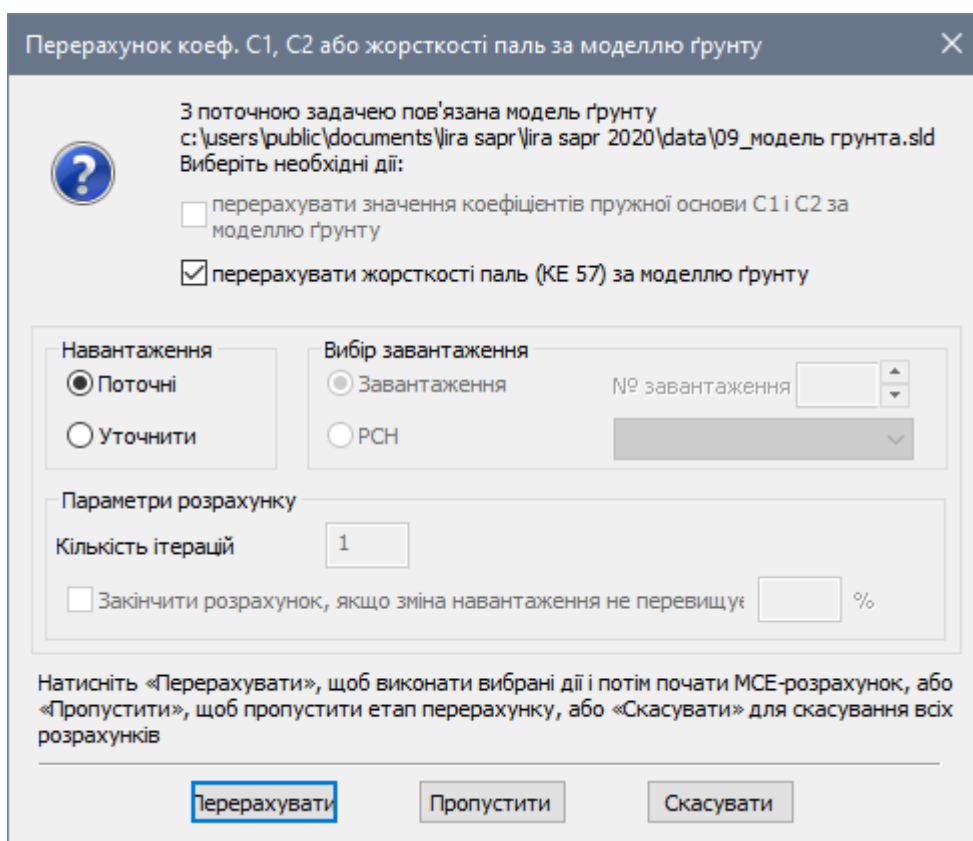









Рис. 22.19. Діалогове вікно **Перерахунок коеф. Постелі С1, С2** або жорсткості паль по моделі ґрунту

## Етап 7. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку

### Відключення відображення навантажень на розрахунковій схемі

- У діалоговому вікні **Показати** перейдіть на третю закладку **Загальні** та зніміть прапорець **Навантаження**.
- Натисніть кнопку  – **Перемалювати**.

Виведення на екран мозаїк жорсткісних характеристик паль

- Щоб вивести на екран мозаїку жорсткісних характеристик паль  $R_z$ , у розкритому списку  – **Мозаїка жорсткісних характеристик паль  $R_z$**  натисніть кнопку  – **Мозаїка жорсткісних характеристик паль  $R_z$**  (панель **Інструменти** на вкладці **Створення та редагування**).
- Щоб вивести на екран мозаїку жорсткісних характеристик паль  $R_x$ , у розкритому списку  – **Мозаїка жорсткісних характеристик паль  $R_x$**  натисніть кнопку  – **Мозаїка жорсткісних характеристик паль  $R_x$**  (панель **Інструменти** на вкладці **Створення та редагування**).
- Для перегляду інформації про параметри жорсткості однієї з паль, що нас цікавлять, натисніть кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-який одновузловий елемент (наприклад, під лівою колоною).
- У діалоговому вікні **Вузол або одновузловий KE?** (рис. 22.20) включите радіо-кнопку **Елемент** і натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

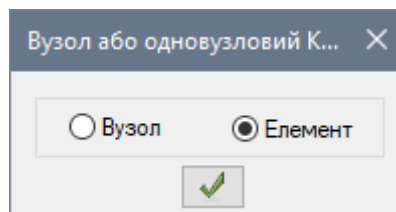



Рис. 22.20. Діалогове вікно **Вузол або одновузловий KE?**

- У новому діалоговому вікні **Вибір елемента** (рис. 22. 21) виділіть рядок відповідний одновузловому елементу і натисніть на кнопку  – **Підтвердити**.

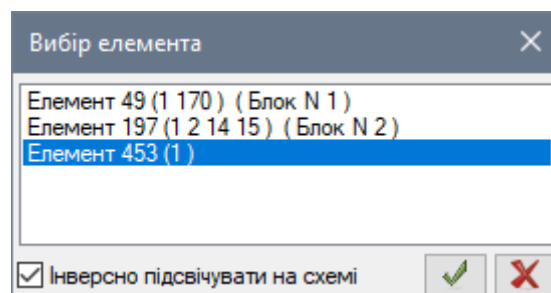




Рис. 22.21. Діалогове вікно **Вибір елемента**







Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного та динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

- У режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів.


### Виведення на екран ізополей переміщень

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




### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

- Виведіть на екран епюру **My** натисканням по кнопці  – **Епюри My** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення епюри **Qz** натисніть кнопку  – **Епюри поперечних сил Qz** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення епюри **N** натисніть кнопку  – **Епюри поздовжніх сил N** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля **N**, виберіть команду  – **Мозаїка зусиль в стержнях** у розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).



### Зміна номера поточного завантаження

- У рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) у розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний другому завантаженню і натисніть на кнопку  – **Застосувати**.



### Виведення на екран мозаїк напружень

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по **Mx**, виберіть команду  – **Мозаїка напружень у розкритому списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть кнопку  – **Мозаїка напружень по Mx** (панель **Напруження в пластинах і об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).**
- Для відображення мозаїки напружень по **Nx**, натисніть кнопку  – **Мозаїка напружень по Nx** (панель **Напруження в пластинах і об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**).

### Виведення на екран зусиль в елементах паль

- Щоб вивести на екран мозаїку зусиль **Rz** в одноузлових елементах, натисніть кнопку  – **Rz (51,56, 57,256,266 KE)** (панель **Зусилля в одноузлових KE** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести на екран мозаїку зусиль **Rx** в одноузлових елементах, натисніть кнопку  – **Rx (51,56, 57,256,266 KE)** (панель **Зусилля в одноузлових KE** на вкладці **Аналіз**).
- Перегляд інформації про зусилля в одноузловому елементі, що цікавить нас, здійснюється за допомогою команди **Інформація про вузол або елемент** аналогічно інформації про параметри жорсткості.

### Формування та перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями зусиль в елементах схеми виберіть команду  – **Стандартні таблиці** у розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього у діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 22.22) виділіть рядок **Зусилля**.
- При активній рядку **Всі завантаження** в полі **Вибір завантажень**, натисніть кнопку  – **Застосувати**.

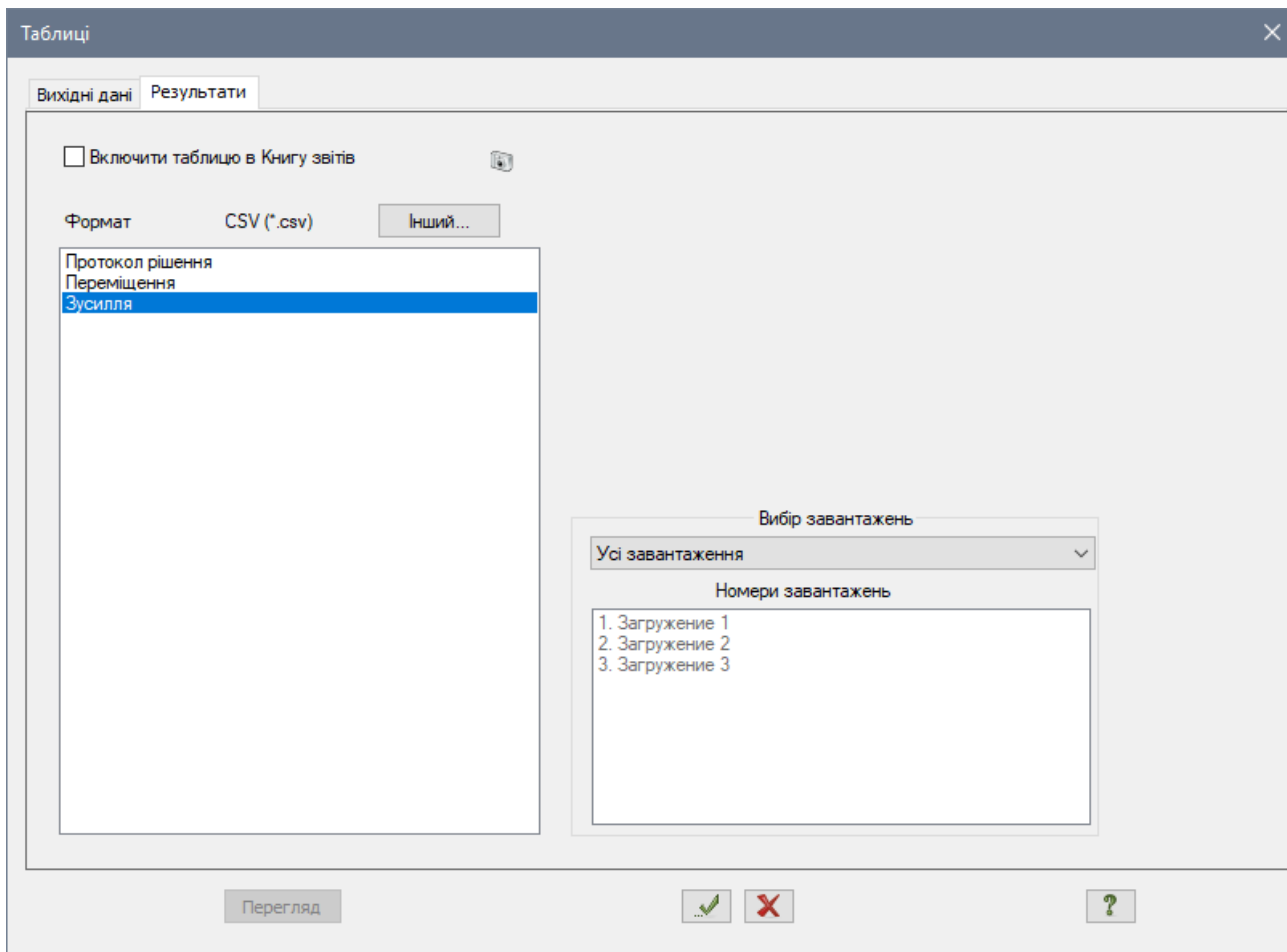



Рис. 22.22. Діалогове вікно **Таблиці**

- Після аналізу закрийте таблицю натисканням по кнопці  – **Закрити**.

## Приклад 23. Розрахунок багатоповерхової будівлі з безригельним каркасом і проектування монолітної з/б плити за допомогою систем САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ та САПФІР-ЗБК

### Цілі та задачі:

- показати процедуру створення архітектурної та аналітичної моделі багатоповерхової будівлі в програмі **САПФІР**;
- продемонструвати технологію створення монтажних таблиць у програмі **САПФІР**;
- показати технологію створення скінченно-елементної розрахункової схеми багатоповерхової будівлі в системі **САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ** для подальшої передачі в систему **ВІЗОР-САПР**;
- продемонструвати технологію імпорту розрахункової схеми в систему **ВІЗОР САПР**;
- продемонструвати технологію імпорту розрахункової схеми в систему;
- виконати підбір арматури для елементів безригельного каркасу багатоповерхової будівлі;
- продемонструвати технологію імпорту результатів розрахунку арматури, виконаних в **ПК ЛІРА-САПР** в систему **САПФІР-ЗБК**;
- виконати проектування монолітної залізобетонної плити перекриття поверху за допомогою системи **САПФІР-ЗБК**.

### Вихідні дані:

План першого поверху та розріз показані на рис. 23.1.а, 23.1.б.

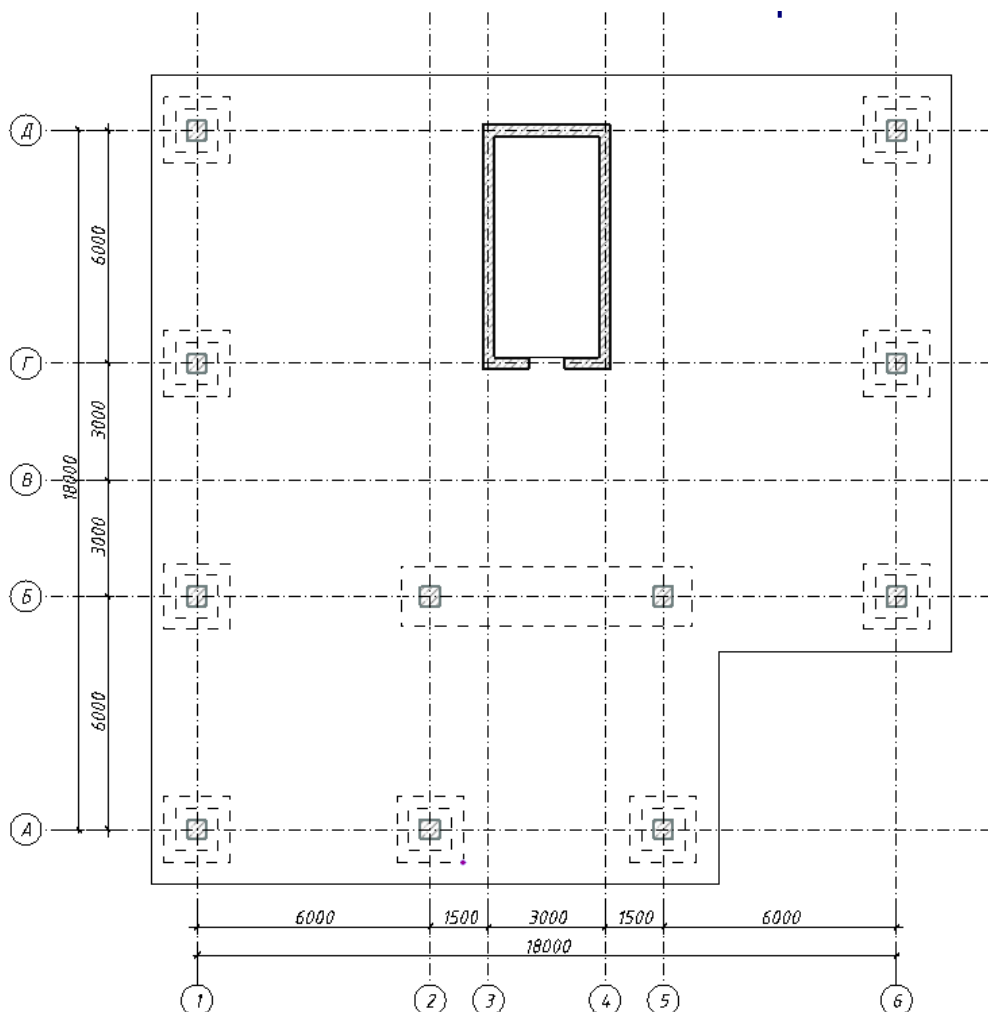


Рис. 23.1.а. План першого поверху

Висота типового поверху 4 м. Кількість поверхів 5. Відмітка підлоги першого поверху 0,000.

Норми розрахунку елементів – **СП 63.13330.2012/2018**. Матеріал елементів: колони, капітелі – бетон Б30, стіни, плити перекриттів, фундаментна плита – бетон В25.

Розміри перерізу колон 0.6x0.8 м. Розміри капітелі: два рівні,  $b \times h = 0.3 \times 0.2$  м. Товщина плити перекриття – 0,2 м. Розмір потовщення плити – 0.2 м. Товщина фундаментної плити 0.6 м. Товщина стін – 0.2 м.

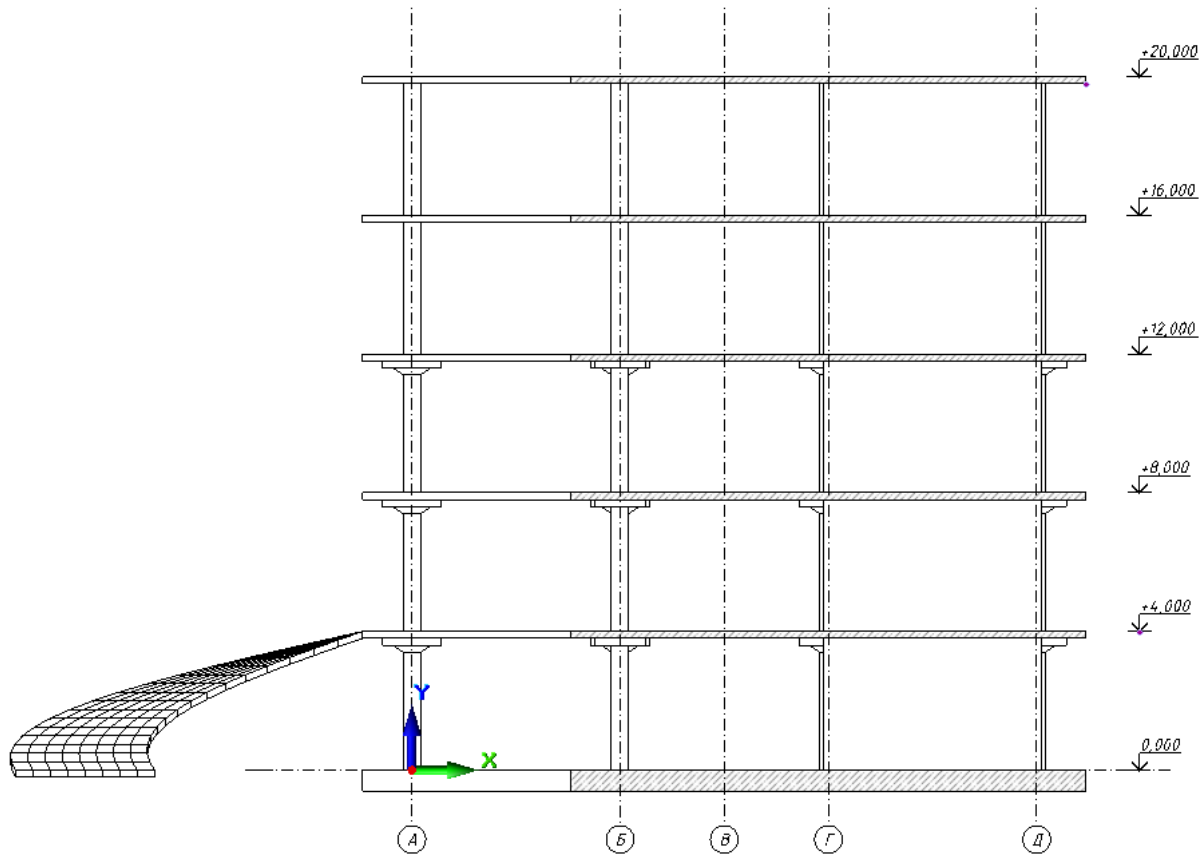


Рис. 23.1.6. Розріз будівлі


#### Навантаження:

- Завантаження 1 – навантаження від огорожувальних стін – постійна рівномірно–розподілена по лінії  $g_1 = 1.6 \text{ тс/м}$ , прикладена на плити перекриття по всіх поверхах; навантаження від перегородки – постійна рівномірно–розподілена по лінії  $g_2 = 1.6 \text{ тс/м}$ , прикладена на плити перекриття по всіх поверхах; навантаження конструкцій підлоги – постійна рівномірно розподілена по площі  $g_3 = 0.3 \text{ тс/м}^2$ , прикладена на плити перекриття по всіх поверхах; навантаження від конструкцій покриття – постійна рівномірно–розподілена по площі  $g_4 = 0.1 \text{ тс/м}^2$ , прикладена на плиту покриття.
- Завантаження 2 – корисне навантаження на плити перекриття  $g_5 = 0.5 \text{ тс/м}^2$ , навантаження–штамп на плити перекриття  $g_6 = 2.0 \text{ тс/м}^2$ .


Для того щоб почати роботу з ПК САПФІР, виконайте наступні команди Windows:

Пуск ⇒ ЛІРА–САПР 2020 ⇒ САПФІР–3D 2020.

#### Етап 1. Створення нового проекту та налаштування його властивостей

- Для створення нового проекту відкрийте меню програми та виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі інструментів).

### Налаштування властивостей проекту

- Викличте діалогове вікно **Параметри** натисканням по кнопці  – **Властивості проекту** (панель **Проект** на вкладці **Створення**)
- У цьому діалоговому вікні переконайтеся, що в якості поточного нормативу ЗБК обраний **СП 63.13330.2012/2018**. Інші параметри залиште за умовчанням (рис. 23.2).
- Натисніть кнопку **Застосувати**.
- Натисніть кнопку **Вихід**.

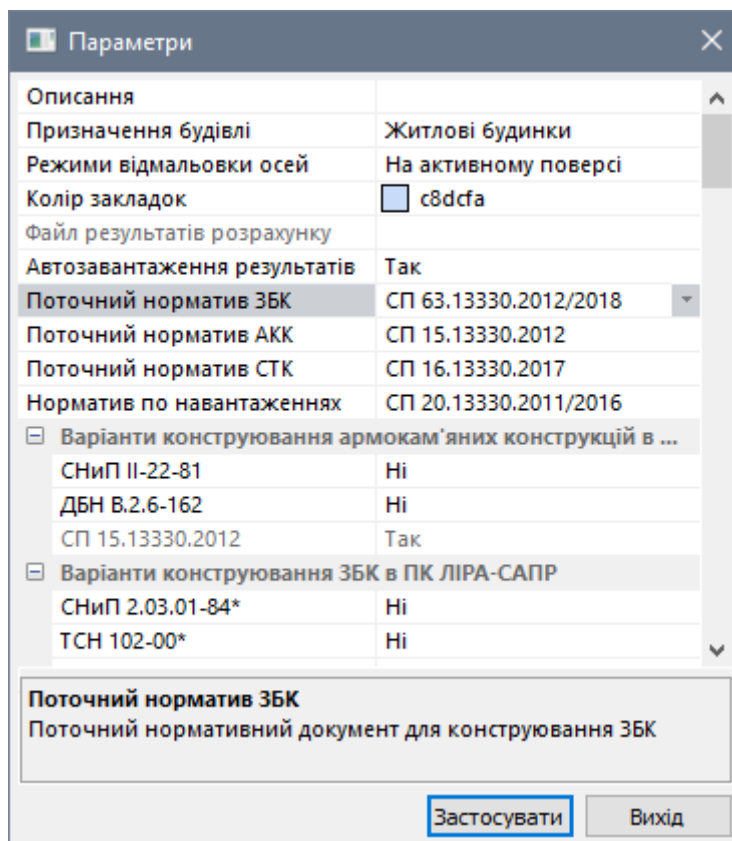



Рис. 23.2. Діалогове вікно **Параметри**

### Візуалізація робочого простору

- Для налаштування візуалізації робочого простору натисніть кнопку  **Налаштування візуалізації** (панель **Налаштування** на вкладці **Вид**).
- У діалоговому вікні **Налаштування візуалізації** слід задати такі характеристики (рис. 23.3):
  - установіть прапорець для метричної сітки – **Тільки в 1-му квадранті**;
  - задайте кількість клітинок – **20**
- Після цього натисніть кнопку **Підтвердити**, щоб закрити діалогове вікно та застосувати зроблені зміни.



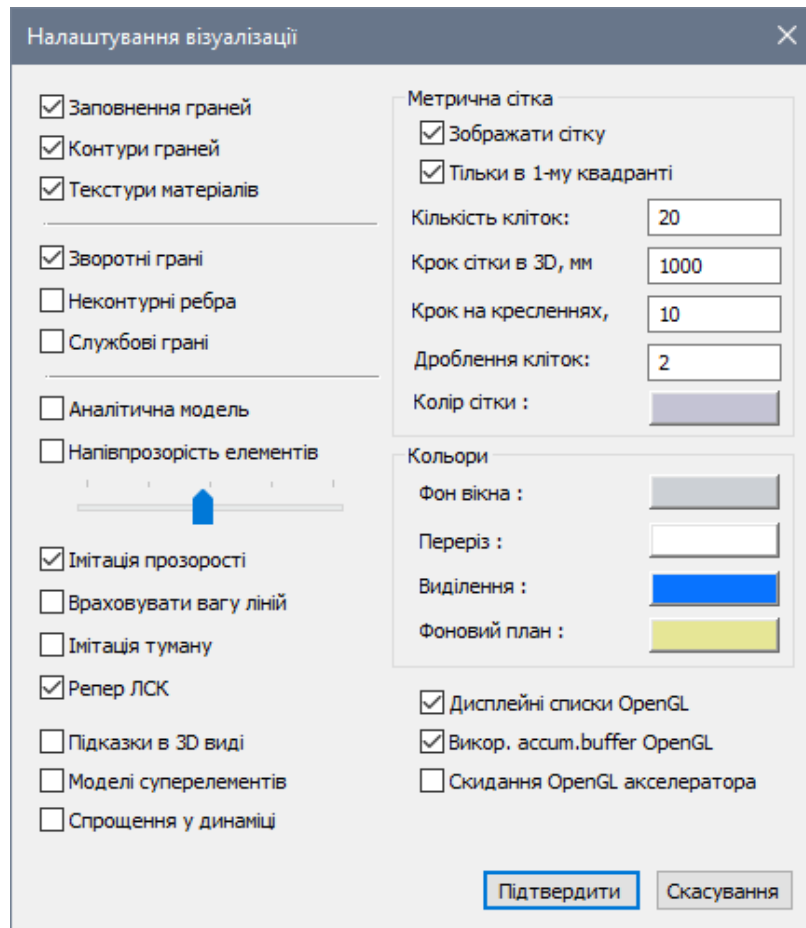



Рис. 23.3. Діалогове вікно Налаштування візуалізації



### Завдання імені проекту

- Для збереження інформації про проект відкрийте меню програми і виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я файлу – **23\_будівля\_проект\_плити**;
  - папку, в яку буде збережений цей проект.
- Натисніть кнопку **Зберегти**.

### Етап 2. Коригування властивостей поверху





*Будівля та поверх створюються автоматично після того, як в графічному просторі моделі був створений перший об'єкт.*

- Натисніть по рядку  **1-й поверх** у вікні **Структура** у правій частині робочого простору, щоб відобразити властивості поверху в діалоговому вікні **Властивості**.
- У діалоговому вікні **Властивості** задайте:
  - **Висота поверху, мм** клавіатурі 4000.
  - Інші параметри приймаються за умовчанням.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту** у діалоговому вікні **Властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).

### Етап 3. Створення координаційних осей

#### Створення прямокутної сітки в осях 1–6 і А–Д

- Виконайте натискання по кнопці  – **Осі** у розкритому списку **Осі** (панель **Інструменти побудови** на вкладці **Створення**).
- Натисніть кнопку  **Параметри** у рядку властивостей інструменту **Осі**, щоб визвати діалогове вікно **Координаційні осі** (рис. 23.4)

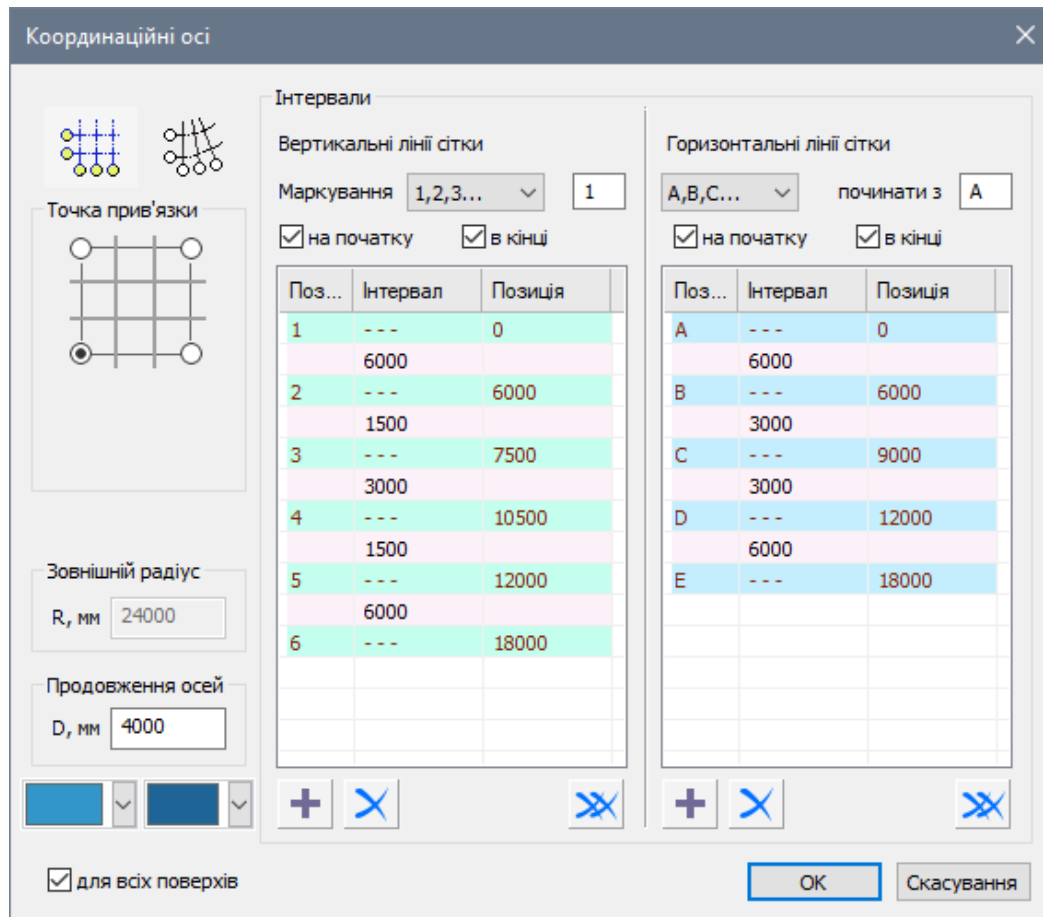




Рис. 23.4. Діалогове вікно **Координаційні осі**

- У цьому діалоговому вікні задайте наступні параметри:
  - виберіть тип сітки – **Прямокутна сітка осей** (за умовчанням лівий нижній кут вказаний як точка прив'язки)
  - задайте продовження осей **D, мм=4000**;
  - натисніть кнопку  – **Додати інтервал** в полі для вертикальних ліній сітки;
  - виділіть значення у стовпці **Інтервал** і змініть його на **6000**;
  - додайте таким чином ще кілька інтервалів між вертикальними лініями сітки (маркування вертикальних ліній виконується арабськими цифрами 1,2,3 ...) зі значеннями **1500, 3000, 1500, 6000** мм. Результуючі позиції осей вираховуються автоматично;
  - виберіть для горизонтальних ліній сітки з розкритого списку маркування **A, B, B...**
  - задайте інтервали між горизонтальними лініями сітки – **6000, 3000, 3000, 6000** мм. Результуючі позиції осей вираховуються автоматично.
- Після цього натисніть кнопку **ОК** (в результаті у графічному вікні біля курсору отримуємо зображення прямокутної сітки координаційних осей).



- Натисніть на клавіатурі клавішу **F4** для позиціонування сітки осей в точку 0,0,0 (абсолютний 0 проекта), там, де розташований репер локальної системи координат. Після цього натисніть лівою кнопкою миші для розміщення осей в проекті.

#### Автоматична простановка розмірів для сітки координаційних осей

- Виділіть сітку координаційних осей за допомогою курсору (сітка пофарбується у блакитний колір).
- У рядку властивостей інструменту **Осі** натисніть кнопку  – **Позначити розміри**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з осей.

### Етап 4. Створення колон

#### Створення колон

- Виконайте натискання по кнопці  – **Колон** у розкритому списку **Колон** (панель **Інструменти побудови** на вкладці **Створення**). У діалоговому вікні властивостей відобразяться властивості побудови колони.
- Викличте діалогове вікно **Параметри перерізу** (рис. 23.5) натисканням по кнопці  **Переріз** у рядку властивостей інструменту **Колон**.
- У діалоговому вікні задайте наступні параметри:
  - у списку типів перерізів виберіть тип **Прямокутник(S0)**;
  - задайте параметр **b**, мм = 600;
  - задайте параметр **h**, мм = 800.
- Після цього натисніть кнопку **ОК**.

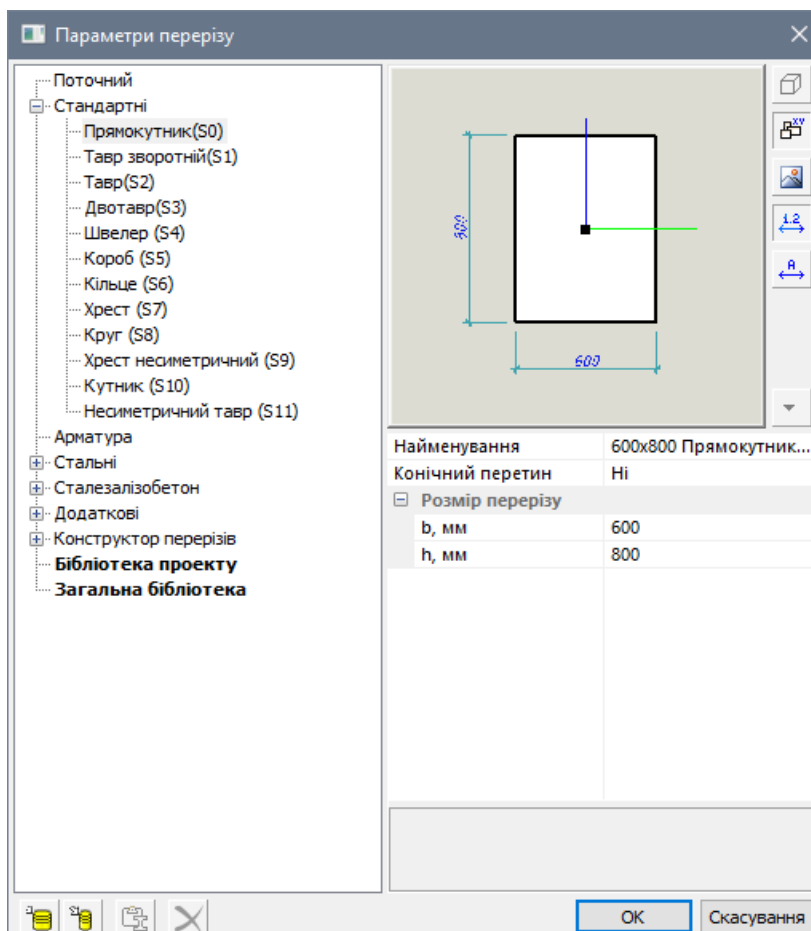







Рис. 23.5. Діалогове вікно **Параметри перерізу**

- У вікні **Властивості побудови: Колона** у вкладці **Параметри АЖТ** установіть **Формувати АЖТ – Так** для автоматичної генерації АЖТ (абсолютно жорсткого тіла) в тілі плити по контуру перерізу колони.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту** (або натисніть клавішу **Enter**).
- Розташуйте колони на перетинаннях осей Б–2 і Б–5 (рис. 23.7).

### Створення колон з капітелями

- Викличте діалогове вікно **Капітель** (рис. 23.6) натисканням по кнопці  у рядку властивостей інструменту **Колона**.
- У діалоговому вікні натисніть кнопку  – **Додати ступінь**, щоб створити рівень капітелі та, виділивши рядок, введіть для нього наступні дані:
  - **h**, мм = 200;
  - **bx**, мм = 300.
  - **by**, мм = 300.
  - установіть прапорець – **Нахил**.
- Ще раз натисніть кнопку  – **Додати ступінь**, щоб створити другий рівень капітелі та, виділивши рядок, введіть для неї наступні дані:
  - **h**, мм = 200;
  - **bx**, мм = 300
  - **by**, мм = 300
- Встановіть прапорець **Аналітична модель** для візуалізації виду створеної капітелі в аналітиці.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.

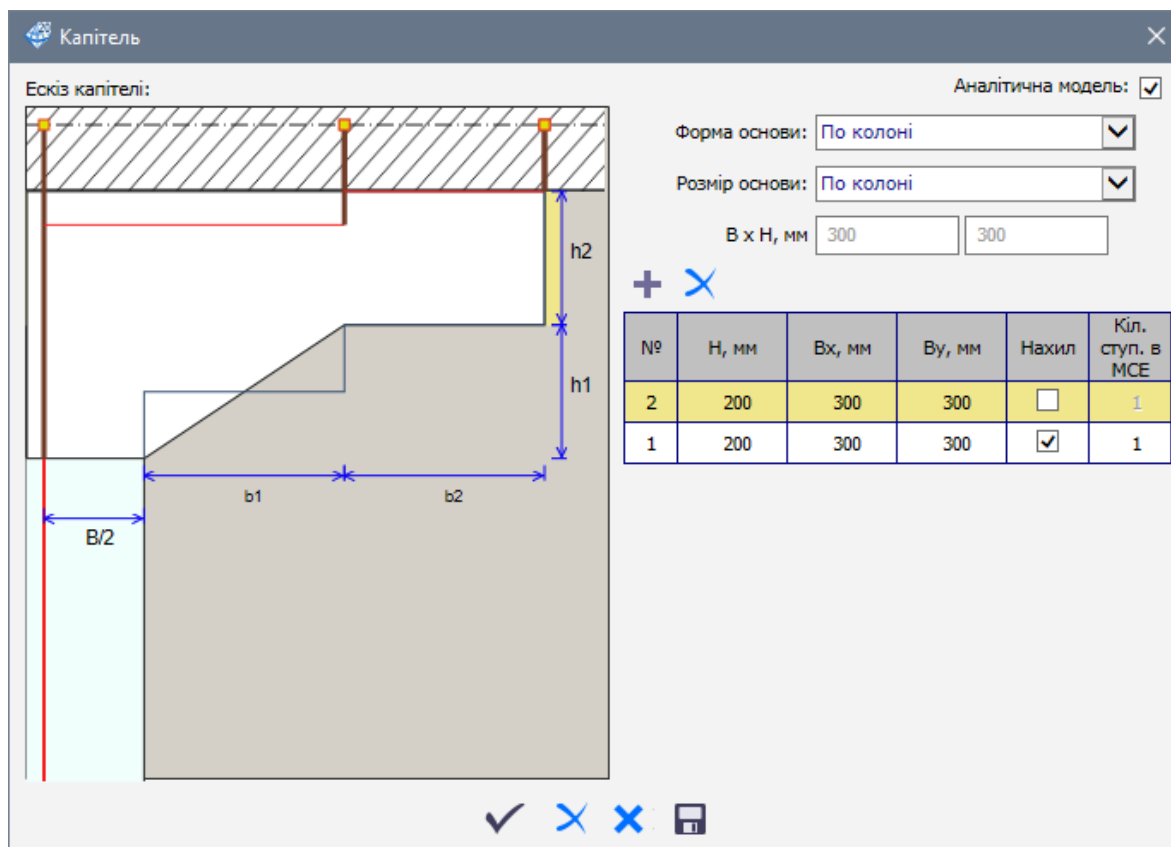


Рис. 23.6. Діалогове вікно **Капітель**

- Розмістіть колони як показано на рис. 23.7.



Поворот схеми для вибору зручного ракурсу як перед, так і під час побудови виконується при натиснутій правій кнопці миші. Навігація в графічній області проекту виконується при натиснутій середній кнопці миші. Для наближення до об'єктів схеми необхідно використовувати колесо прокрутки.

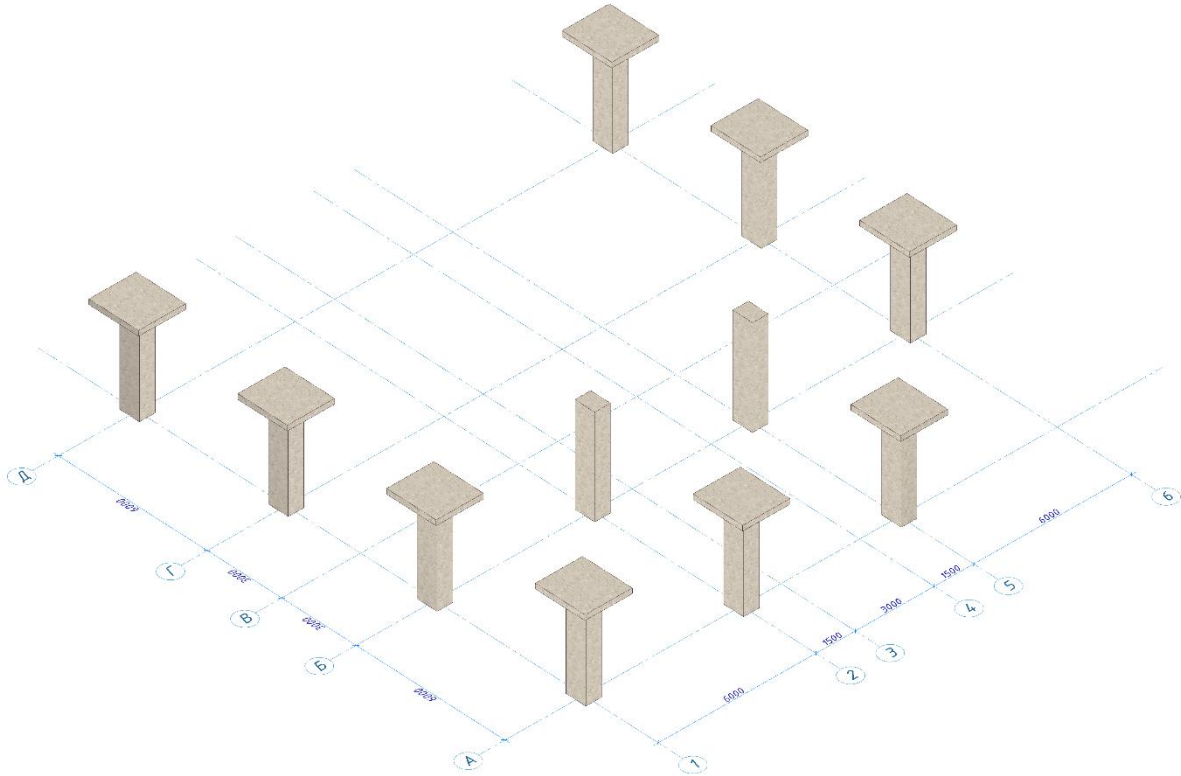






Рис. 23.7. Схема розташування колон

- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб завершити побудову колон.

### Етап 5. Створення стін

#### Створення стін для сходової клітки

- Натисніть кнопку  – **Несуча стіна** у розкритому списку **Стіна** (панель **Інструменти побудови** вкладка **Створення**).
- У діалоговому вікні **Властивості побудови: Стіна** установіть **Формувати АЖТ – Так**.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.
- У рядку властивостей інструменту **Стіна** задайте наступне
  - **спосіб побудови**  – **Прямокутник**;
  -  – **Товщина** – 200;
  - **прив'язка** – по осі;
  - **рівень основи** – 0;
  - **рівень верху стіни** – 0 від верху поверху.
- Виконайте побудову ядра жорсткості, послідовно вводячи пару точок ЗД–4Г (рис. 23.8).

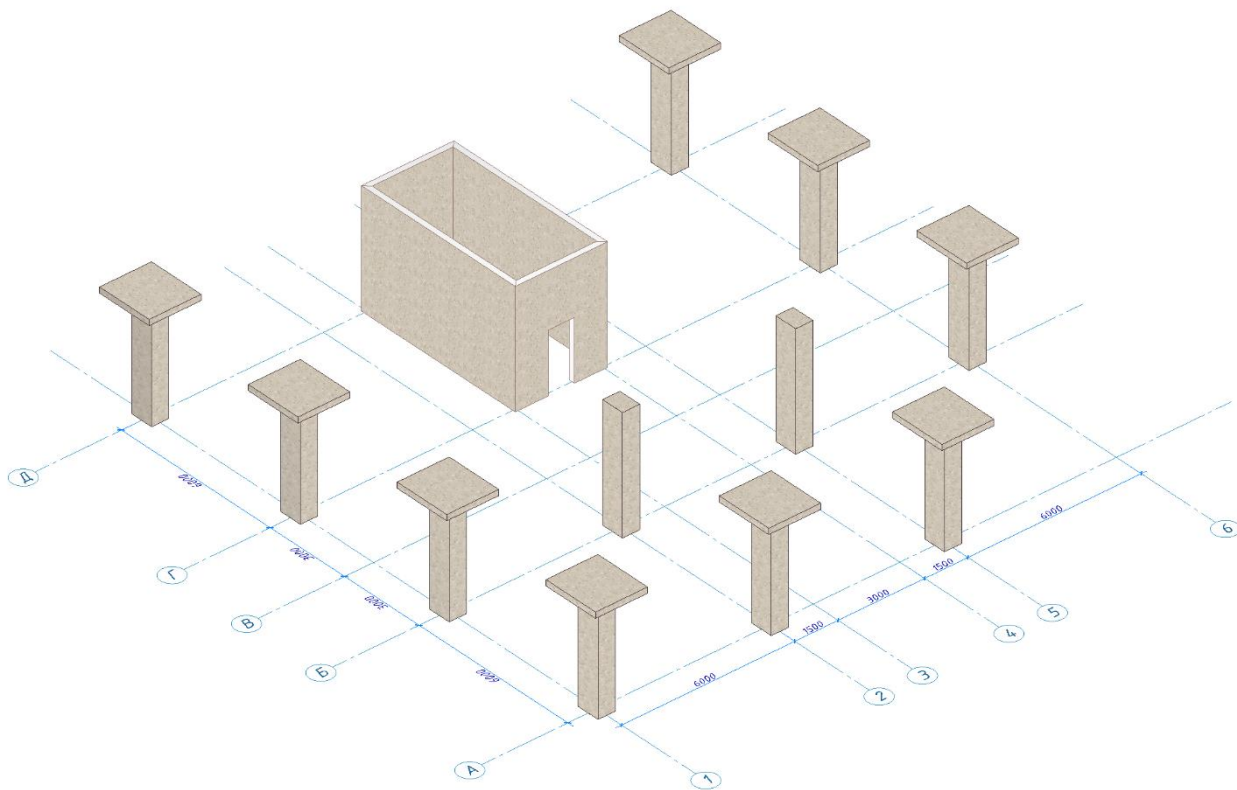




Рис. 23.8. Схема розташування колон і стін

## Етап 6. Завдання дверного прорізу

### Завдання дверного прорізу

- Виконайте натискання по кнопці  – **Двері** (панель **Інструменти побудови** вкладка **Створення**).
- У рядку властивостей інструменту **Двері** натисканням по кнопці  **Параметри** викличте діалогове вікно **Параметри дверей** (рис. 23.9).
- У діалоговому вікні виконайте наступне:
  - розгорніть список **Прямокутні** і виберіть тип дверей – **Прямокутний проріз**.
- Після цього виконайте натискання по кнопці **ОК**.

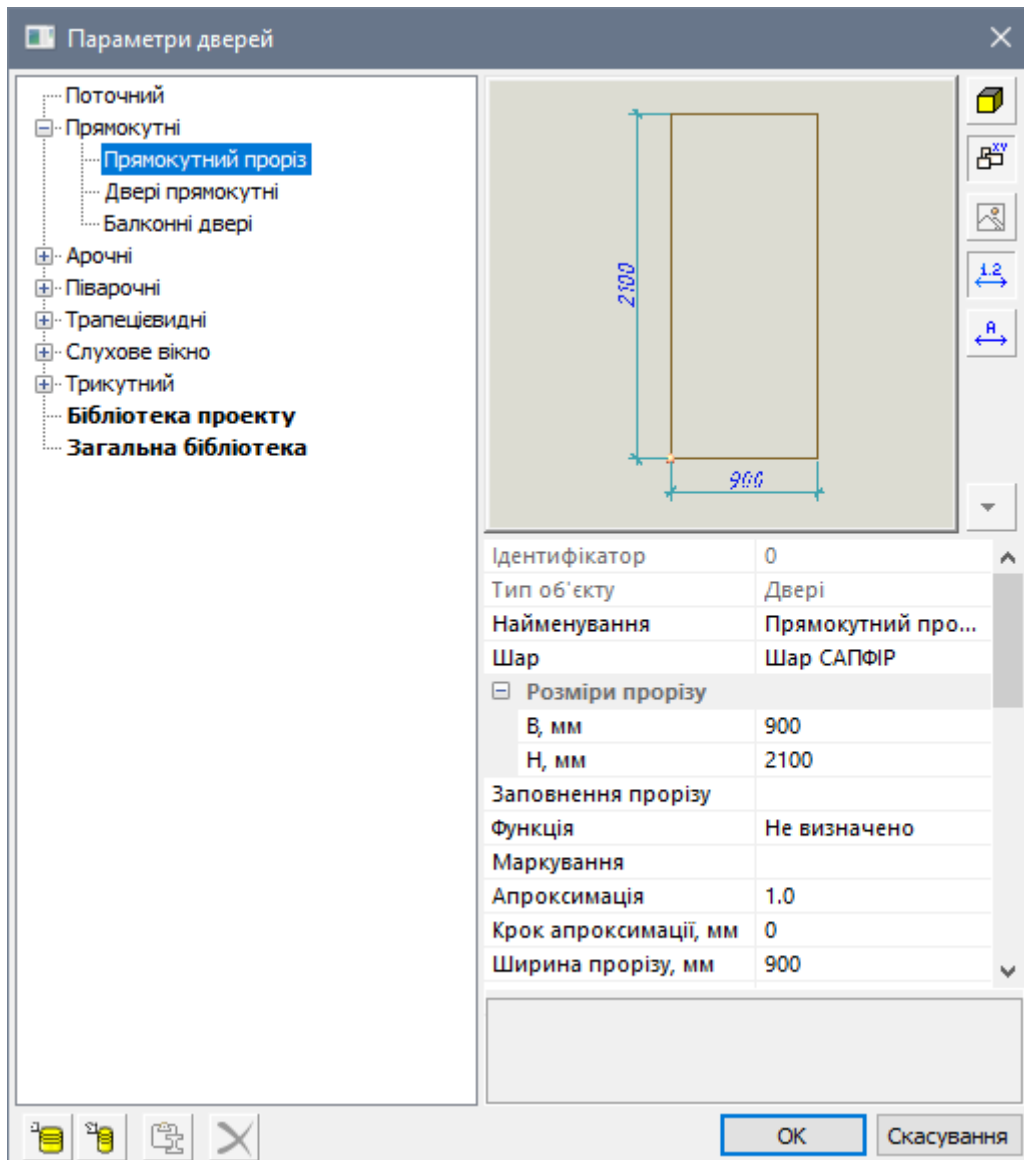




Рис. 23.9. Діалогове вікно Параметри дверей





- У рядку властивостей інструменту **Двері** задайте наступне:
  - **прив'язка дверей** – по центру;
  -  – **ширина дверей**, мм – 900;
  -  – **висота дверей**, мм – 2100.
- Встановіть проріз у центр стіни (для центру стіни відображається трикутний рожевий маркер прив'язки), розташованої на осі Г (рис. 23.8).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб завершити побудову дверей.



Слідом за 3D локатором переміщається каркасне зображення дверного прорізу. Використовуйте 3D локатор для задання бажаної позиції. Зафіксуйте позицію прорізу за допомогою одинарного натискання лівою кнопкою миші.

## Етап 7. Створення і редагування плити перекриття

### Створення плити перекриття

- Виконайте натискання по кнопці  – **Плита** у розкритому списку **Плита** (панель **Інструменти побудови** вкладка **Створення**)
- У рядку властивостей інструменту **Плита** задайте наступне
  - **спосіб побудови**  – Прямокутник;
  -  – **Товщина** – 200;
  - **рівень** –  0 від низу поверху;
- Почніть побудову послідовно вводючи 2 точки (початок і кінець діагоналі прямокутника):
  - натисніть клавішу **X** на клавіатурі (активується поле введення координати **X** у вікні координат) і введіть значення (**-1170**);
  - переключіться за допомогою стрілки вниз на клавіатурі на координату **Y** і введіть для неї значення (**-1420**);
  - підтвердьте введення координат клавішею **Enter** на клавіатурі (введеться перша точка діагоналі плити і в динаміці буде відмальовуватися будована плита);
  - наберіть з клавіатури **19420** (число потрапить у поле редагування для координати **Y**, як остання введена координата);
  - перейдіть за допомогою стрілки вгору з клавіатури на координату **X** і введіть значення **19420**;
  - натисніть клавішу **Enter** для підтвердження введення координат;
  - натисніть клавішу **Esc** щоб вийти з режиму побудови плити.



Для введення координат з клавіатури використовуйте наступні гарячі клавіші:

*X* – активація поля для введення координати *X*;

*Y* – активація поля для введення координати *Y*;

*Z* – активація поля для введення координати *Z*;

*L* – введення значення довжини (відступу від останньої створеної точки);


*U* – активація поля для введення значення кута від осі *X*;

Стрілки вгору/вниз – перемикання між полями редагування у вікні координат.

### Перенесення позначень


- Виділіть розмірний ланцюжок по *X* для осей (програма автоматично активує вкладку **Редагування**).



За умовчанням, у САПФІРі активований режим Автоматичного переносу. Кнопка  – **Перенести** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**) натиснута. Якщо кнопка **Перенести** віджата – активуйте її натисканням.

- Вкажіть базовою точкою одну з контрольних точок розмірної лінії (спочатку або в кінці), натисніть ЛКМ і утримуючи її натиснутою потягніть розмірний ланцюжок. Відпустіть ЛКМ.
- Виконайте натискання в місці, де хочете розташувати розмірну лінію.
- Натисніть **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з розмірів.
- Повторіть те ж саме для розмірного ланцюжка по *Y*.

### Редагування контуру плити перекриття

- Виділіть плиту перекриття (автоматично активується вкладка **Редагування**).
- Натисніть кнопку  – **Вставити вершину** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).
- Поверніть модель таким чином, щоб правий кут плити виявився на передньому плані (перетин осей *B* і *A*).



- Натисніть в грань плити паралельну осі Х (ближню до осі А) і утримуючи натиснутою ЛКМ потягніть грань на себе (контур плити почне ламатися).
- Введіть з клавіатури координати точки (**X=13420, Y= - 1420**).
- Натисніть клавішу **Enter** для підтвердження.
- Між створеною вершиною 1 і правим кутом плити вставте вершину 2 з координатами (**X=13420, Y=4580**) (рис. 23.10).
- Перенесіть правий кут плити в точку з координатами (**X=19420, Y=4580**).
- Натисніть **Esc** на клавіатурі, щоб деактивувати команду **Вставити вершину**.
- Натисніть **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з плити.

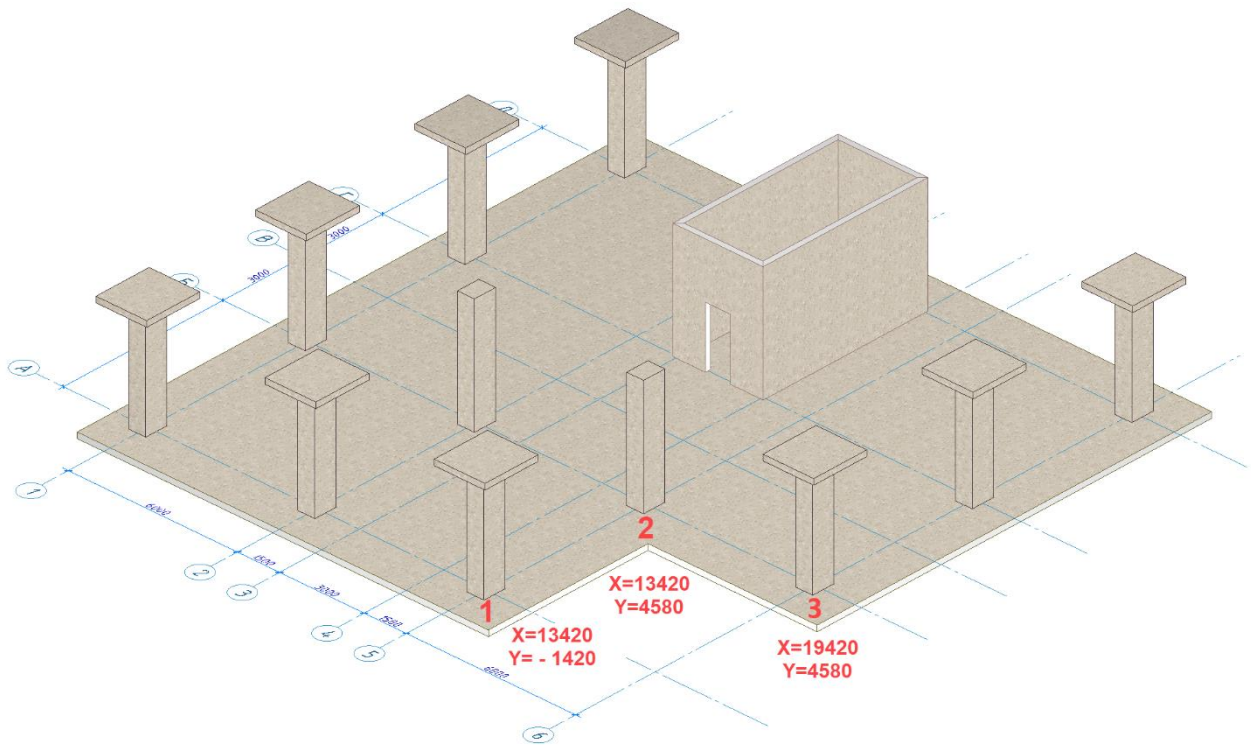





Рис. 23.10. Контур плити після коригування

#### Створення отвору в плиті перекриття

- Щоб відобразити модель в проекції на горизонтальну площину ХОУ натисніть кнопку  – **Вид зверху** на панелі інструментів **Проекції**.
- Виділіть плиту перекриття.
- Натисніть кнопку  – **Проріз** (панель **Інструменти побудови** на вкладці **Створення**).
- У рядку властивостей інструменту **Проріз** оберіть спосіб побудови  – **Прямокутник**.
- Задайте прямокутний отвір для сходової клітки в ядрі жорсткості, вводючи послідовного пару точок вершин прямокутника по діагоналі (рис. 23.11).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з плити.

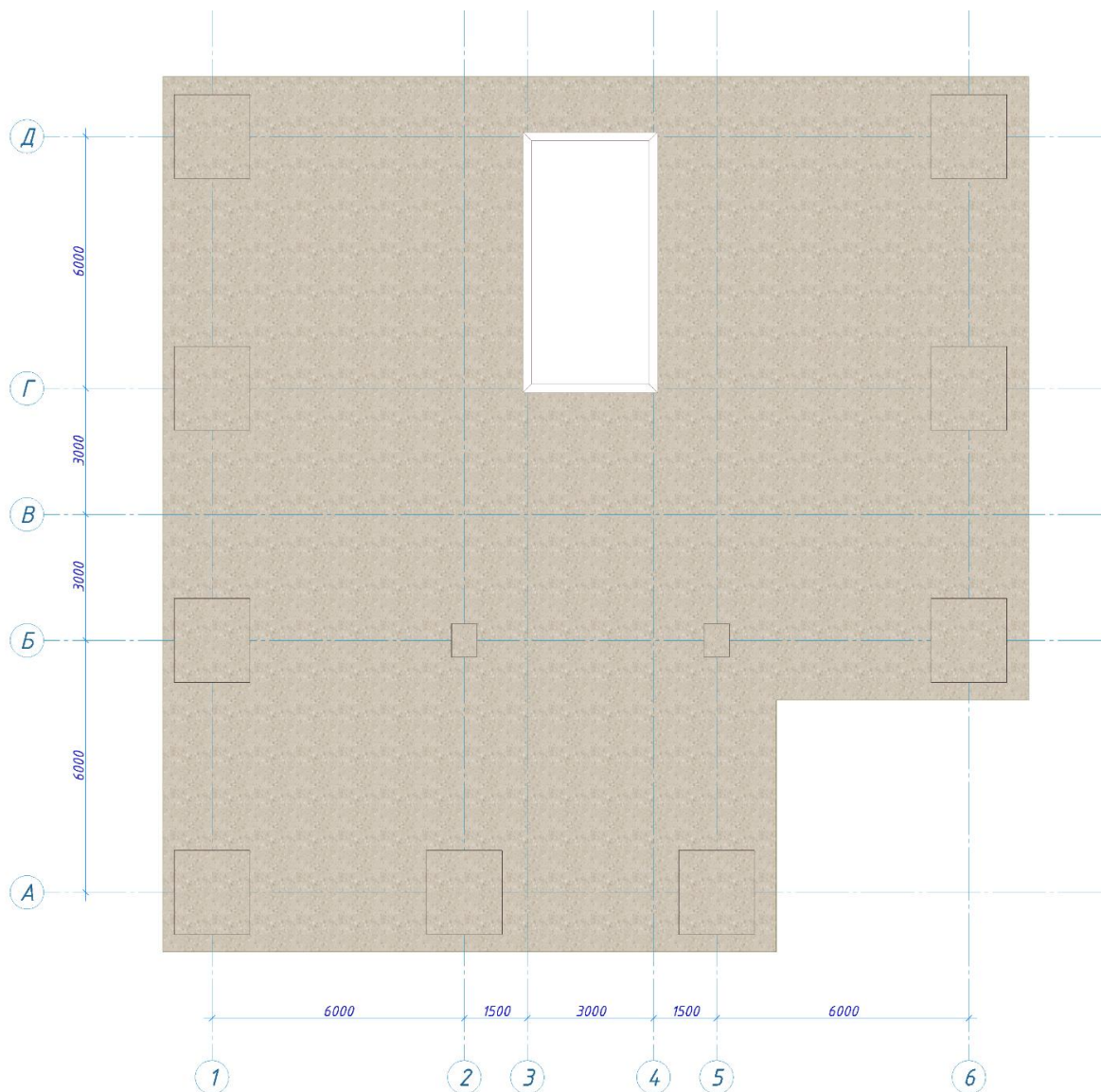






Рис. 23.11. Розташування прорізу в плиті перекриття на виді зверху

### Створення ділянки іншій товщини в плиті перекриття

- Виберіть ізометричне відображення моделі, виконавши натискання по кнопці  – **Ізометрія** на панелі **Проекції**.
- Виділіть плиту перекриття.
- Натисніть кнопку  – **± ΔH** (панель **Інструменти побудови** на вкладці **Створення**).
- Виділіть плиту перекриття.
- У рядку властивостей інструменту **± ΔH** задайте наступне:
  - **сторона**  – тильна;
  - **спосіб побудови**  – Прямокутник;
  - **глибина**, мм – (-200).
- Введіть координати потовщення:
  - перша точка – (**X=5250, Y=5250**);
  - друга точка – (**X=12750, Y=6750**). (рис. 23.12)
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з плити.

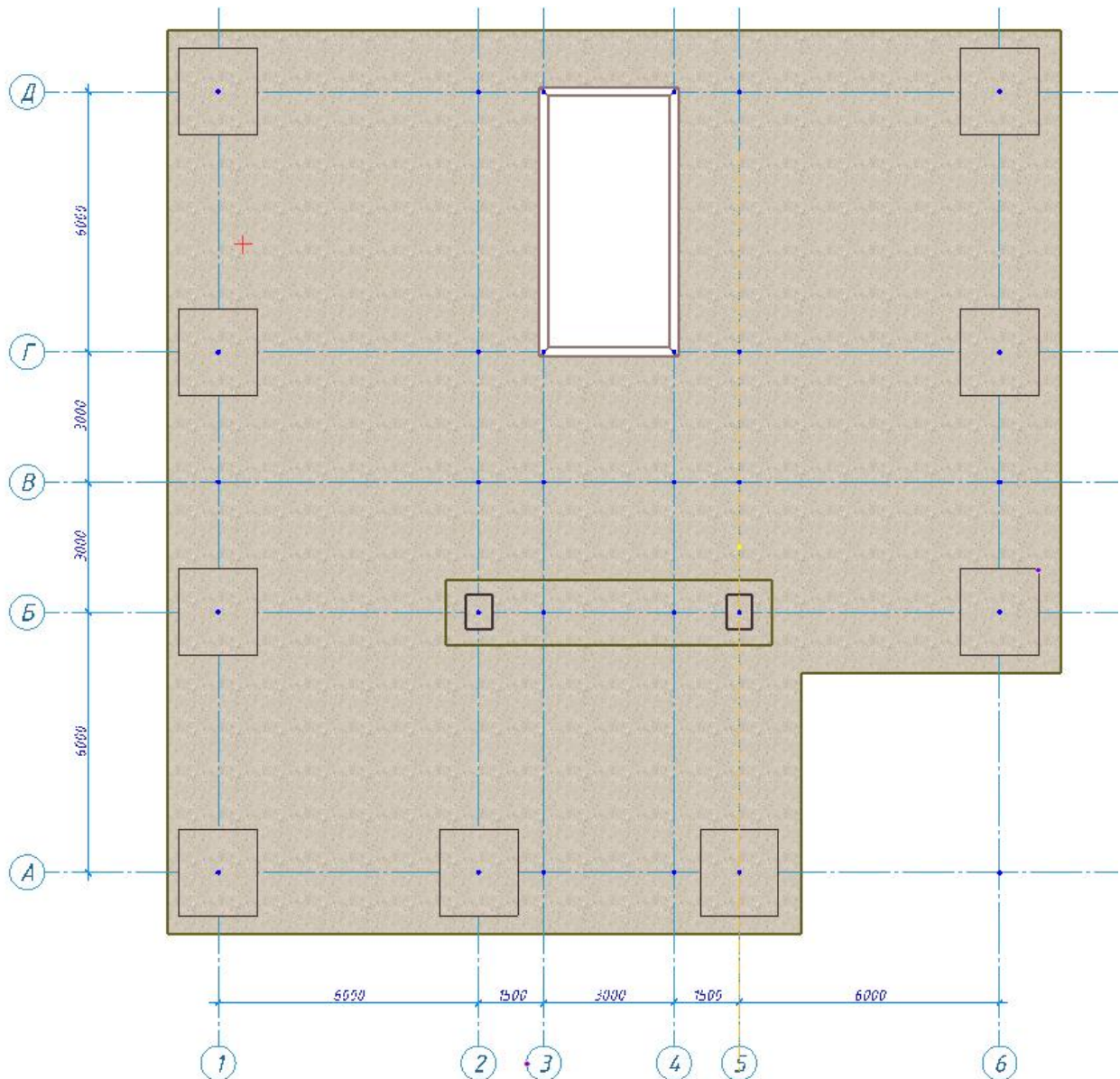




Рис. 23.12. Розташування потовщення в плиті перекриття на виді зверху

## Етап 8. Копіювання поверхів

### Копіювання поверхів

- Викличте діалогове вікно **Створити новий поверх** (рис. 23.13) натисканням по кнопці  – **Поверх** (панель **Проект** на вкладці **Створення**).
- У діалоговому вікні введіть наступні дані:
  - **кількість** – 4;
  - **висота поверху**, мм – 4000;
  - установіть прапорець **копіювати елементи**;
  - Натисніть кнопку  **Фільтр** і змініть прапорець з типу об'єктів **Позначення**;
  - Натисніть кнопку **ОК**;
  - після цього натисніть кнопку **ОК**.

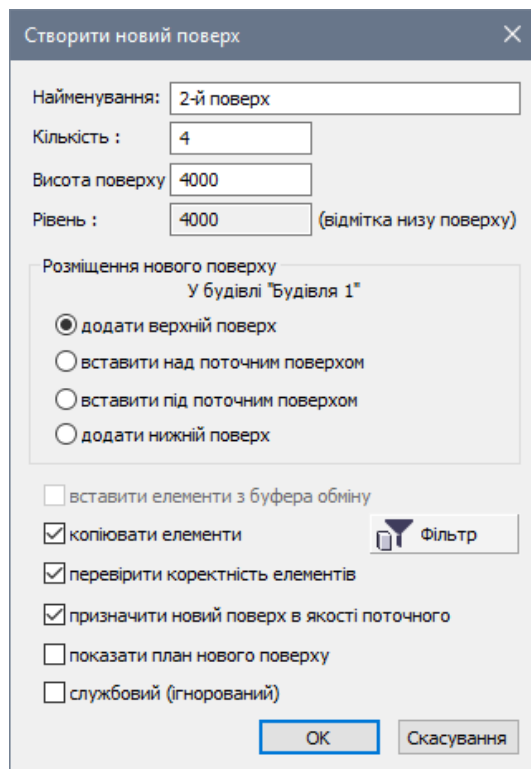




Рис. 23.13. Діалогове вікно **Створити новий поверх**



Перед копіюванням поверхів автоматично пройде перевірка моделі на помилки. Якщо програма виявить помилки, вона видасть попередження. Помилкові елементи рекомендується усунути.

- Щоб побачити зображення моделі повністю натисніть кнопку  – **Показати все** (подвійне натискання середньою кнопкою миші в графічній області).

#### Коригування 4-го і 5-го поверхів

- У діалоговому вікні **Структура** (рис. 23.14) натисканням по рядку  **4-й поверх** розгорніть список елементів 4-го поверху.

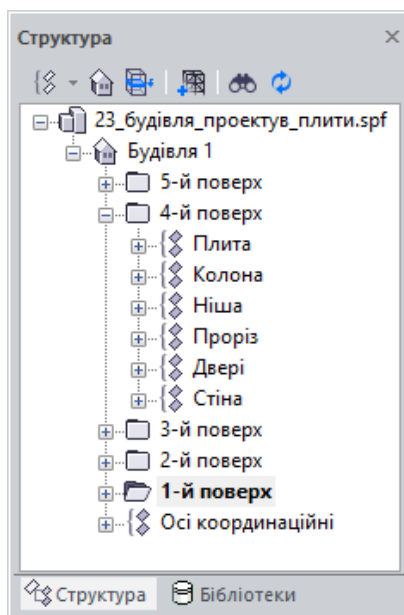



Рис. 23.14. Діалогове вікно **Структура**

- Виділіть рядок **Колона** і натисніть правою кнопкою миші.

- У контекстному меню, яке з'явилося, оберіть команду **Виділити** для виділення всіх колон 4-го поверху.



- Натисніть кнопку  – **Виділити вгору** (панель **Вибір об'єктів** на вкладці **Редагування**), щоб виділити колони 5-го поверху.

- У діалоговому вікні **Властивості 22 об'єктів** задайте наступне:


- натисніть навпроти рядка **Капітель**;
- у діалоговому вікні **Капітель** виконайте натискання по кнопці **Видалити**.

- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з колон.

- При натиснутій правій кнопці миші, поверніть камеру таким чином, щоб було видно потовщення в плиті підлоги 5-го поверху.


- Виділіть **потовщення в плиті** підлоги 5-го поверху, натиснувши в грань потовщення.

- Натисніть кнопку  – **Видалити** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).

- Перевірте у діалоговому вікні **Структура**, щоб  **5-й поверх** був обраний в якості поточного (поточний поверх виділяється жирним кольором).

- Виділіть плиту підлоги 5-го поверху.




- Натисніть кнопку  – **Копіювати** (Ctrl+C) у розкритому списку **Копіювати** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).



- Виконайте натискання по кнопці  – **Вставити** (Ctrl+V) у розкритому списку **Вставити** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**), щоб вставити копію плити на 5-й поточний поверх.





Тепер в рамках поверху присутні дві моделі плити в одному рівні, причому одна з них залишається виділеною. Оскільки виділений елемент типу **Плита**, рядок властивостей прикладного інструменту відображає властивості інструменту **Плита**.

- У рядку властивостей інструменту **Плита** задайте рівень –  – **0 від верха поверху**.

- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з плити.

- Використовуючи колесо прокрутки, наблизьтесь до прорізу сходової клітки у верхній плиті перекриття і виділіть його, натиснувши в грань прорізу.

- Натисніть кнопку  – **Видалити** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).

- Щоб побачити відображення всієї моделі на екрані натисніть кнопку  – **Показати все** (подвійне натискання середньою кнопкою миші в графічній області) на панелі **Проекції**.

### Редагування фундаментної плити

- У діалоговому вікні **Структура** виділіть рядок  **1-й поверх** і натисніть правою кнопкою миші.

- Виберіть команду **Призначити поверх активним** з контекстного меню (подвійне натискання по рядку  **1-й поверх**).



- Натисніть кнопку  – **Показати активний поверх** на панелі інструментів **Візуалізація** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).

- Наблизьтесь до плити на рівні низу першого поверху, використовуючи колесо прокрутки.


- Виділіть **потовщення в плиті** і **проріз** сходової клітки, утримуючи клавішу **Shift** на клавіатурі.



- Натисніть кнопку  – **Видалити** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).

- Виділіть плиту.



- Натисніть кнопку  – **У фундаментну плиту** в розкритому списку **Перетворити об'єкти** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).

- У рядку властивостей інструменту **Плита** введіть  **Товщина**, мм – 600.

- У діалоговому вікні **Властивості** у блоці **Граничні умови** задайте наступне:

- **C1, тс/м<sup>3</sup>** – 1000;
- викличте діалогове вікно **В'язі** (рис. 23.15) клацанням навпроти рядка **В'язі**;
- у діалоговому вікні установіть прапорець по **X** і **Y**;
- натисніть кнопку **ОК**.

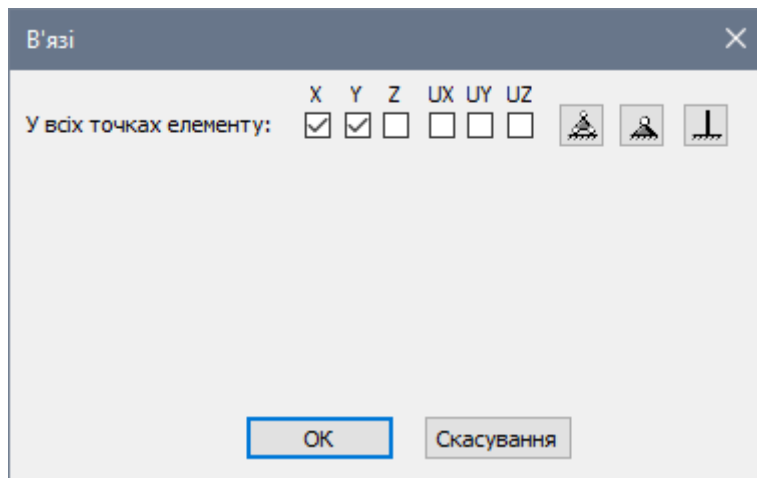



Рис. 23.15. Діалогове вікно **В'язі**

- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з фундаментної плити.

## Етап 9. Моделювання пандусу

### Зміна положення ЛСК у просторі

- Натисніть правою кнопкою миші в графічній області та оберіть з контекстного меню команду **ЛСК повернути**.
- У діалоговому вікні **Введення кута повороту** задайте кут повороту локальної системи координат **270 градусів**.
- Натисніть кнопку **ОК**, щоб застосувати зроблені зміни та закрити діалогове вікно.
- Перенесіть ЛСК в лівий нижній кут плити на виді зверху (рис. 23.16), притягнувшись до цієї точки і скориставшись командою контекстного меню правої кнопки миші **ЛСК в точку (Ctrl+)** на клавіатурі).

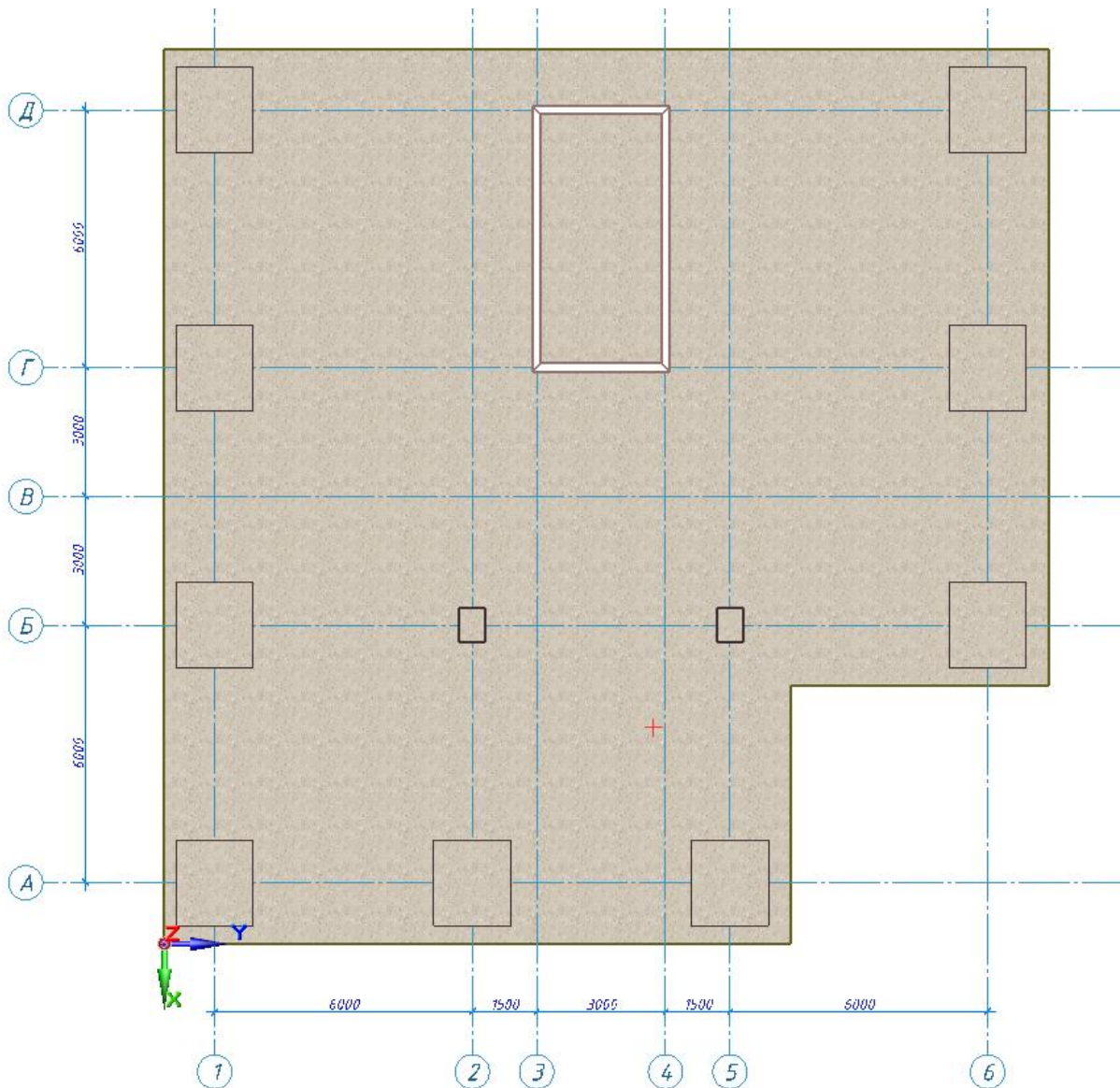








Рис. 23.16. Розташування репера ЛСК

#### [Створення траєкторії та твірних для пандусу](#)

- Натисніть кнопку  – **Лінія** (панель **Інструменти побудови** на вкладці **Створення**).
- У рядку властивостей інструменту **Лінія** задайте наступне:
  - **спосіб побудови**  – Відрізок;
  - проконтролюйте, щоб прапорці **Ланцюжок** і **Замикати** були зняті;
  - **вага лінії**  – Основна 6;
  - **колір** – червоний.
- Виконайте побудову 1-ї твірної лінії по наступних точках:
  - вихідна точка ( $X=0, Y=2000$ );
  - кінцева точка ( $X=0, Y=6000$ ).
- Виконайте побудову 2-ї твірної лінії по наступних точках:
  - вихідна точка ( $X=10000, Y=14000$ );
  - кінцева точка ( $X=6000, Y=14000$ ).
- У рядку властивостей інструменту **Лінія** задайте наступне:
  - натисніть і утримуйте кнопку  – **Дуга** до появи розкритого списку;

- оберіть з розкритого списку способів побудови  – **Дуга Т1 Т3 Т2**.
- Виконайте побудову дугової траєкторії по наступних точках:
  - перша точка траєкторії (**X=0, Y=2000**) – вихідна точка 1-ї твірної;
  - друга точка траєкторії (**X=10000, Y=14000**) – вихідна точка 2-ї твірної;
  - третя точка траєкторії (**X=8000, Y=6000**).
- Двічі натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з побудови ліній.
- Виділіть 1-у твірну.
- Викличте діалогове вікно **Переміщення об'єктів** (рис. 23.17) натисканням по кнопці  – **Перенесення по координатах** у розкритому списку **Перенести** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).
- У діалоговому вікні задайте наступне:
  - **прирощення Z**, мм – 4000.
- Після цього натисніть кнопку **Виконати**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з переміщеної лінії.

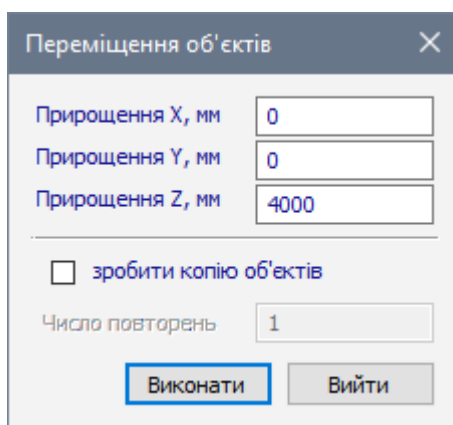






Рис. 23.17. Діалогове вікно **Переміщення об'єктів**

### Створення пандусу

- Виділіть послідовно **траєкторію, 1-у і 2-у твірні** (порядок має значення), утримуючи натиснутою клавішу **Shift** на клавіатурі.
- Переключіться на вкладку **Створення** і оберіть команду  – **1 траєкторія 2 твірні** у розкритому списку **3D по лінії** (панель **Поверхні** на вкладці **Створення**).
- Переключіться на вкладку **Редагування** і натисніть кнопку  – **Видалити** (панель **Коригування**).
- Виділіть створену поверхню.
- У діалоговому вікні **Властивості** задайте наступне:
  - **матеріал** – Залізобетон плит;
  - **інтерпретація** – Несучий конструктив;
  - **число ділянок твірної** – 8;
  - **товщина оболонки**, мм – 180;
  - **нормальне зміщення поверхні**, мм – -90.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з пандусу.
- Натисніть правою кнопкою миші та оберіть з контекстного меню команду **ЛСК в абс.0, 0, 0**.
- Натисніть кнопку  – **Показати активний поверх** на панелі інструментів **Візуалізація** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна), щоб скасувати фрагментацію поверху.
- Будівля з пандусом має виглядати наступним чином (рис. 23.18).



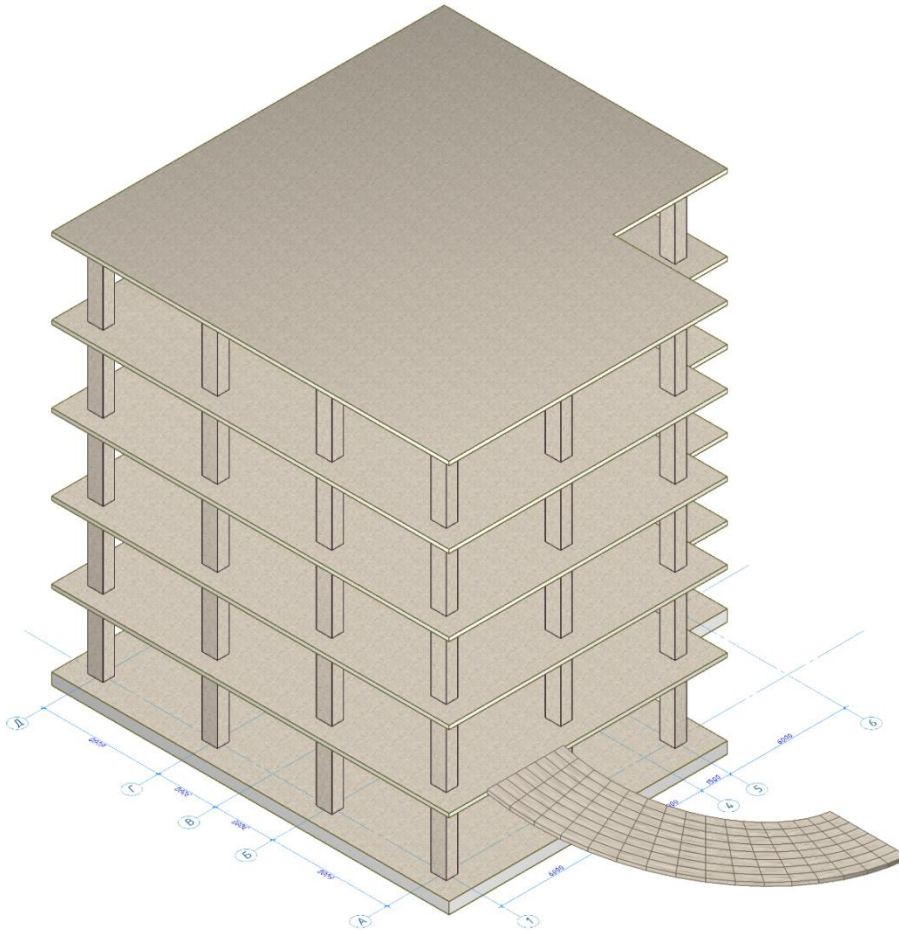




Рис. 23.18. Будівля з пандусом

## Етап 10. Моделювання процесу зведення конструкції (МОНТАЖ)

### Автоматична генерація монтажних подій

- Викличте діалогове вікно **Монтаж** (рис. 23.19) натисканням по кнопці  – **Монтаж** (панель **Автоматичне створення** на вкладці **Створення**).
- У діалоговому вікні натисніть кнопку **Авто**.
- У діалоговому вікні **Автоматична генерація подій** оберіть спосіб генерації подій **По типах елементів**, відмітивши відповідну радіо-кнопку.
- Зніміть прапорець **Стадії по поверхах**.
- Натисніть кнопку  – **Порядок типів елементів для генерації подій**, щоб переглянути в якому порядку будуть зводитися елементи.
- Після цього виконайте натискання по кнопці **Створити** (у діалоговому вікні **Монтаж** з'явиться ланцюжок подій – порядок зведення будівлі).

### Призначення монтажних стадій вручну

- Щоб поміняти порядок зведення конструкції у діалоговому вікні **Монтаж** натисніть по події **4,Інше (1–й поверх)** і утримуючи ліву кнопку миші перетягніть його вправо, помінявши місцями з подією **5,Перекриття низ 2–й поверх**.
- Виділіть подію **5,Інше (1–й поверх)** і установіть для нього прапорець **Стадія**.
- Встановіть прапорець **Стадія** як описано у попередньому пункті для подій: **8,Перекриття низ (3–й поверх)**; **11,Перекриття низ (4–й поверх)**; **14,Перекриття низ (5–й поверх)**; **17,Перекриття верх (5–й поверх)** (рис. 23.19).

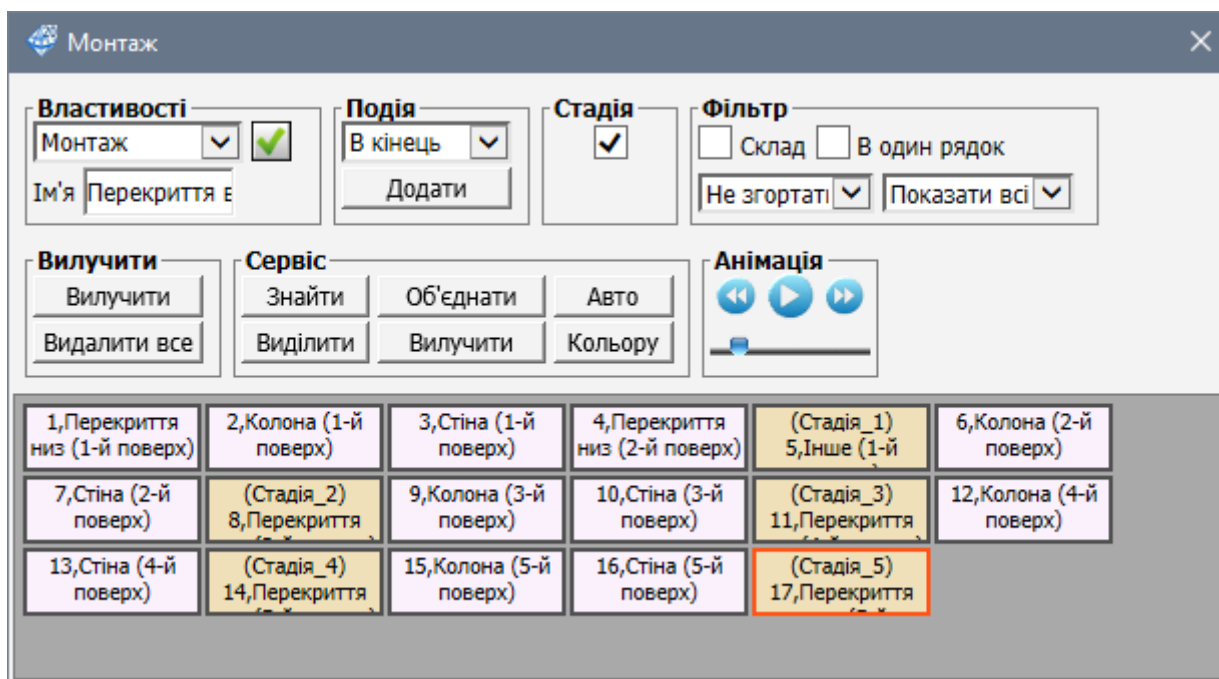



Рис. 23.19. Діалогове вікно **Монтаж**

Перегляд анімації процесу зведення конструкції

- У діалоговому вікні **Монтаж** натисніть по першій події монтажу.
- У полі **Фільтр** оберіть з розкривного списку значення **Стан моделі на момент поточної події** для візуалізації об'єктів що входять у поточну подію.
- У полі **Анімація** пересуньте слайдер для затримки відмалювки події трохи правіше.
- Натисніть кнопку **Відтворити** для відтворення анімації появи подій та стадій (рис. 23.20; 23.21).
- Закрийте діалогове вікно **Монтаж** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

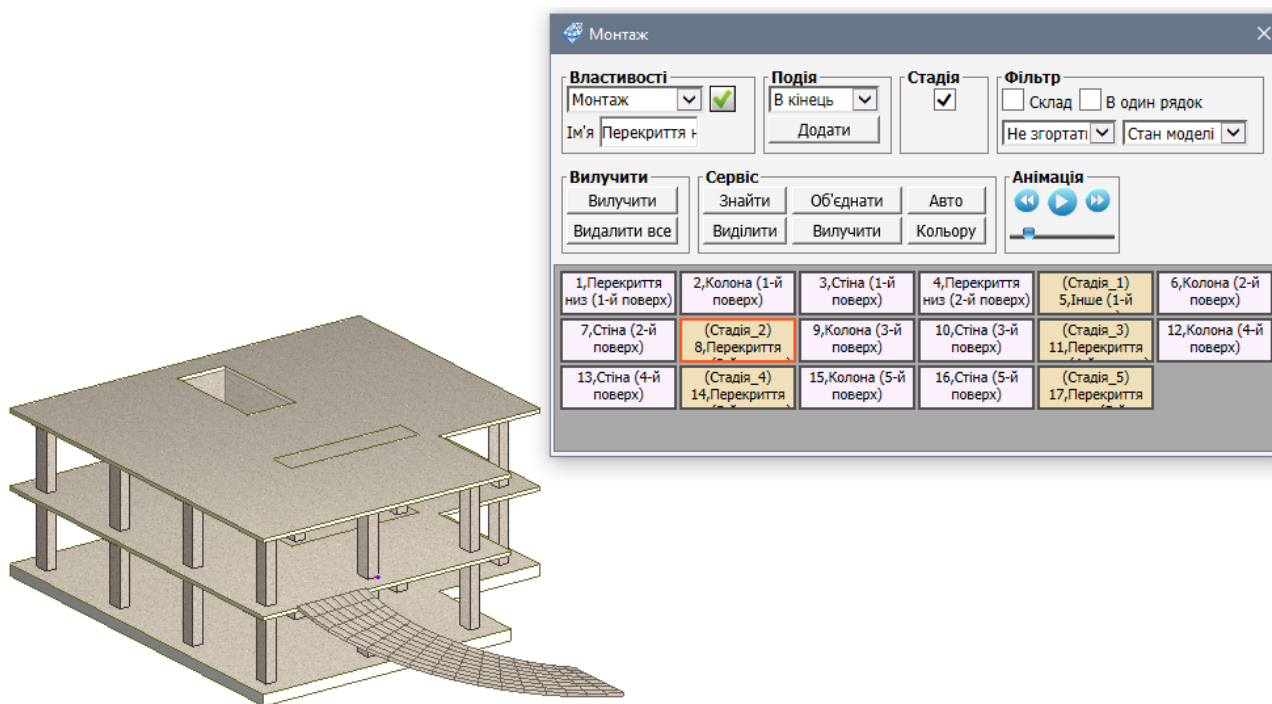


Рис. 23.20. Друга стадія монтажу

Ри

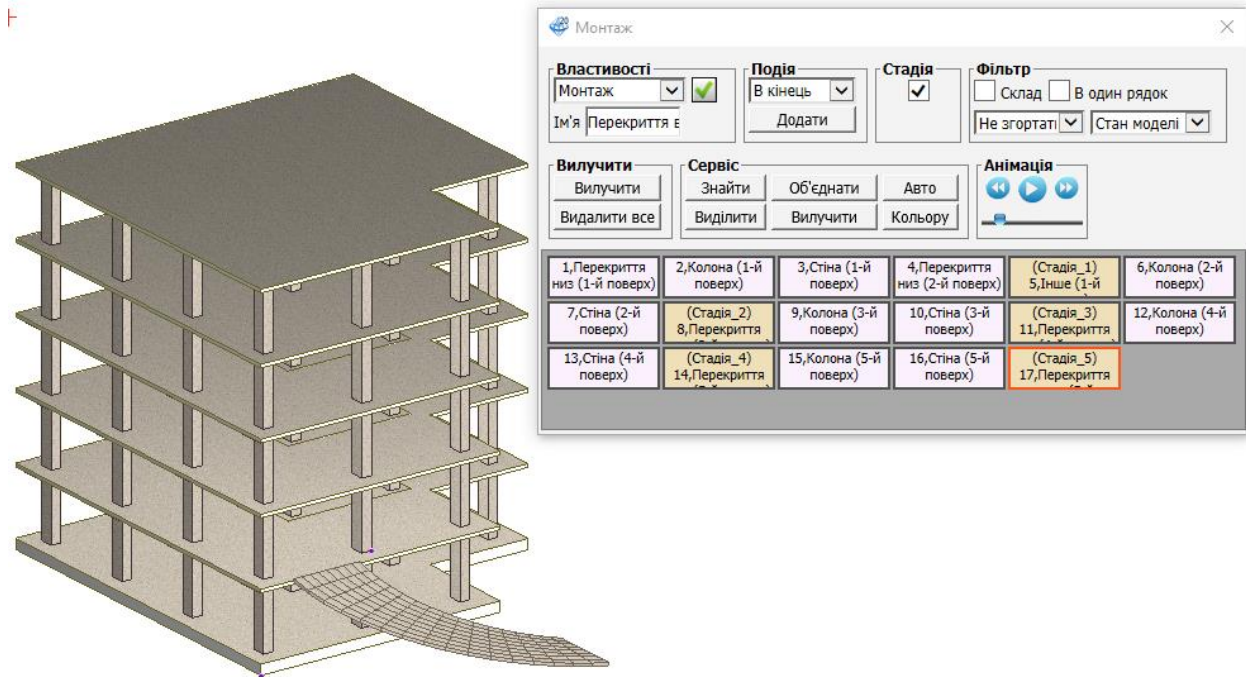


Рис 23.21. Остання стадія монтажу

Рис.


## Етап 11. Створення завантажень і призначення навантажень



### Завантаження №1 (Власна вага)




У програмі САПФІР-3D власна вага генерується автоматично виходячи з матеріалів і перерізів, заданих об'єктів.

### Завантаження №2 (Постійне навантаження)

- Натисніть кнопку  – **Лінійне навантаження** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення**).
- У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:

- **спосіб побудови**  – Осьова;
- викличте діалогове вікно **Редактор завантажень** натисканням по кнопці ;
- у діалоговому вікні натисніть по рядку **Постійні навантаження на плити**;
- натисніть ще раз у назву завантаження **Постійні навантаження на плити** і перейменуйте його у **Постійне навантаження**;
- установіть для нього **вид завантаження** – Постійне.
- натисніть по завантаженню **Тривалі навантаження на плити** і перейменуйте його у **Корисне навантаження**;
- установіть для нього **вид завантаження** – Тривале;
- утримуючи натиснутою клавішу **Ctrl** на клавіатурі, виділіть рядки **Короточасні навантаження на плити** і **Завантаження інше**;

- Натисніть кнопку  – **Видалити**;
- виділіть завантаження **Постійне навантаження** (Зробіть його поточним) (рис. 23.22);
- після цього натисніть кнопку **ОК**;
- значення навантаження **На початку** 1.6тс/м<sup>2</sup>;
- значення навантаження **В кінці** 1.6 тс/м<sup>2</sup>;

- **рівень**  – Від низу поверху.

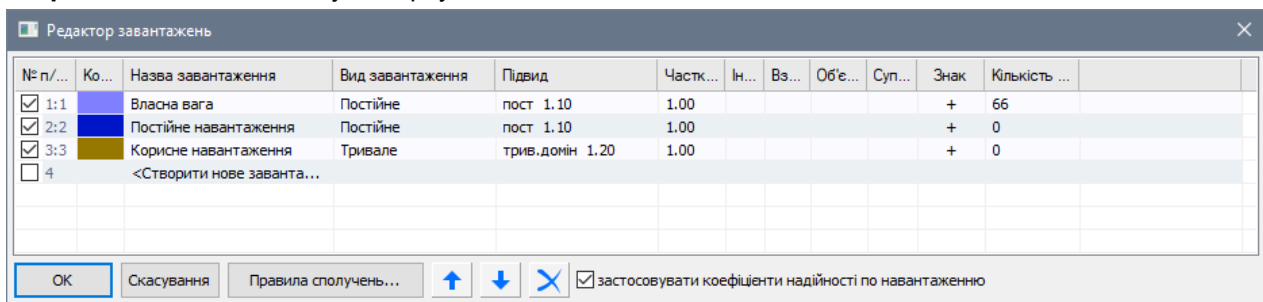







Рис. 23.22. Діалогове вікно Редактор завантажень

- Натисніть у грань фундаментної плити, щоб взяти її осьову лінію (по периметру плити з'явиться легкий зелений контур).
- Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження вибраної осьової лінії.
- У рядку властивостей інструменту **Навантаження** оберіть спосіб побудови  – **Відрізок**.
- Побудуйте лінійне навантаження по наступних координатах:
  - перша точка (**X=3000, Y=7500**);
  - друга точка (**X=3000, Y=13500**);
  - підтвердіть введені координати натиснувши клавішу **Enter** на клавіатурі.
- Натисніть кнопку  – **Штамп навантаження** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення**).
- У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:
  - **спосіб побудови**  – **Осьова**;
  - **на початку** 0.3тс/м<sup>2</sup>;
  - **в кінці** 0.3тс/м<sup>2</sup>;
  - **рівень**  – Від низу поверху.
- Натисніть у грань фундаментної плити, щоб взяти її осьову лінію (по периметру плити з'явиться легкий зелений контур) і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з побудови навантаження.

#### Коригування контуру лінійного навантаження

- Виділіть лінійне навантаження, побудоване по грані фундаменту.
- Викличте діалогове вікно **Еквідистанта** (рис. 23.23) натисканням по кнопці  – **Еквідистанта** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).
- У діалоговому вікні задайте значення відступу – **-100мм**.
- Після цього натисніть кнопку **Виконати**.

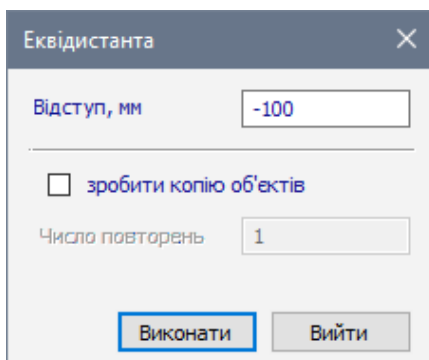







Рис. 23.23. Діалогове вікно Еквідистанта

- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з побудови навантаження.

### Завантаження №3 (Корисне навантаження)

- Натисніть кнопку  – **Штмп навантаження** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення**).
- У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:
  - **Завантаження** – Корисне навантаження;
  - **на початку** – 0.5 тс/м<sup>2</sup>;
  - **в кінці** – 0.5 тс/м<sup>2</sup>;
  - **колір** – зелений;
  - **рівень**  – Від низу поверху.
- Натисніть у грань фундаментної плити, щоб взяти її осьову лінію і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження.
- У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:
  - **спосіб побудови**  – Прямокутник;
  - **на початку** – 2 тс/м<sup>2</sup>;
  - **в кінці** – 2 тс/м<sup>2</sup>;
  - **колір** – червоний;
  - **рівень**  – Від низу поверху.
- Виконайте побудову розподіленого навантаження по площі по наступних точках:
  - 1–а точка діагоналі (**X=13000, Y=11000**);
  - 2–а точка діагоналі (**X=15500, Y=15000**);
  - підтвердіть введені координати натиснувши клавішу **Enter** на клавіатурі.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з режиму побудови навантаження.

### Тиражування навантажень по поверхах

- Викличте діалогове вікно **Фільтрувати елементи** (рис. 23.24) натисканням по кнопці  – **Фільтр** на панелі інструментів **Візуалізація**.
- У діалоговому вікні установіть прапорець **Навантаження**.
- Натисніть кнопку **Виділити**.

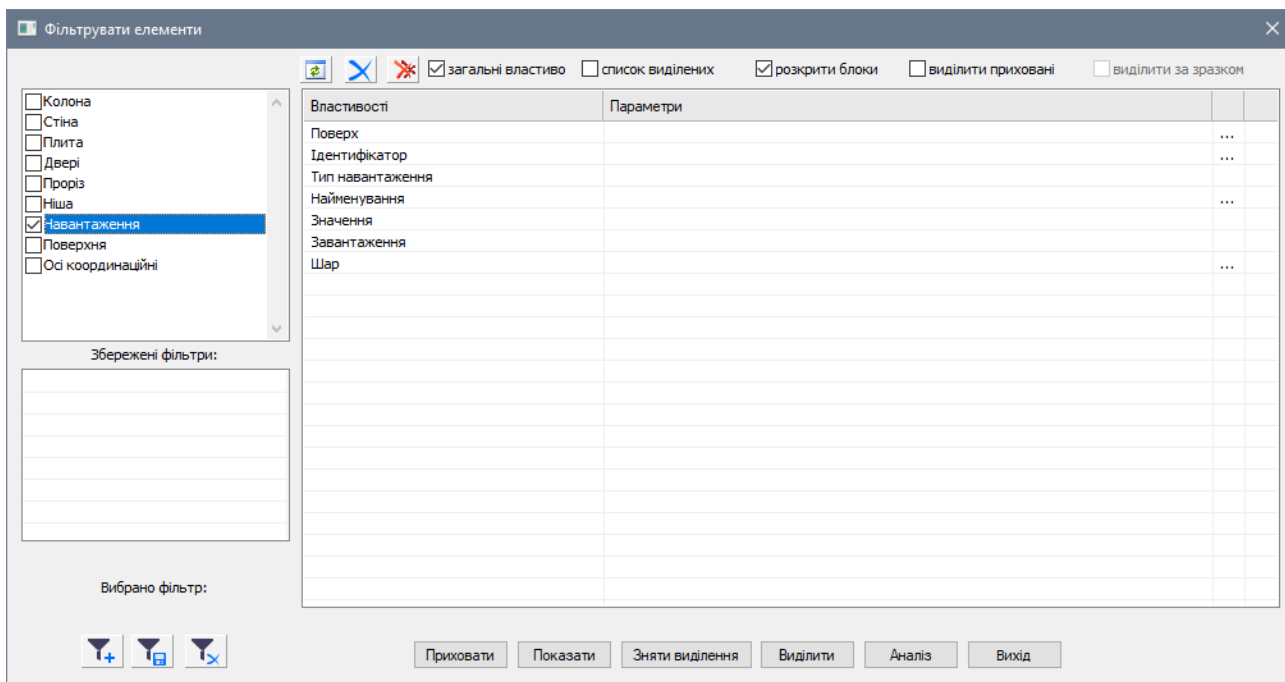


Рис. 23.24. Діалогове вікно **Фільтрувати елементи**

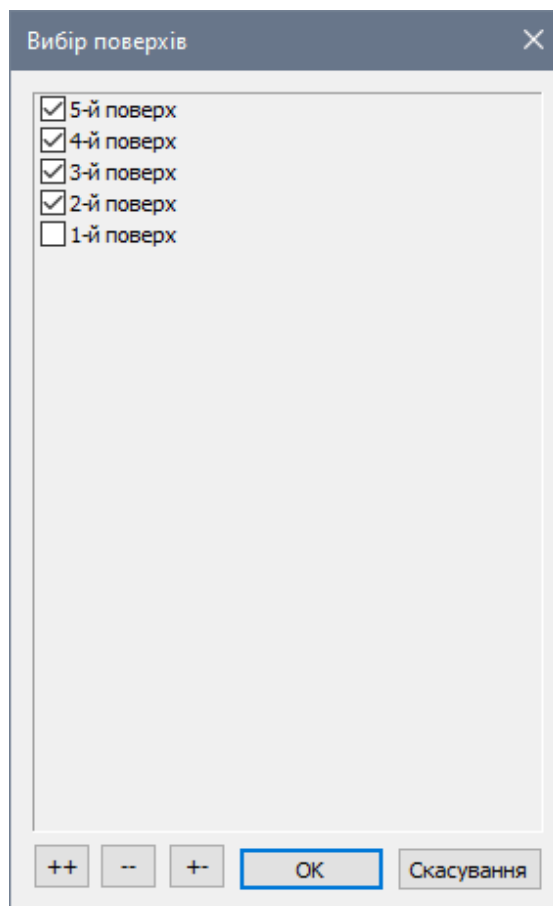







Рис. 23.25. Діалогове вікно **Вибір поверхів**

Закрийте діалогове вікно натисканням по кнопці  – **Закрити**.

- Викличте діалогове вікно **Вибір поверхів** (рис. 23.25) натисканням по кнопці  – **Вставити на вибрані поверхи** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).
- Прапорці повинні бути проставлені навпроти 2, 3, 4 і 5-го поверхів.

- Натисніть кнопку **ОК** для підтвердження.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з навантаження.

#### Завдання навантаження від покриття

- У діалоговому вікні **Структура** подвійним клацанням призначте  **5-й поверх** поточним.
- Натисніть кнопку  – **Штамп навантаження** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення**).
- У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:
  - **спосіб побудови**  – Осьова;
  - **Завантаження** – Постійне навантаження;
  - **на початку** 0.1 тс/м<sup>2</sup>;
  - **в кінці** 0.1 тс/м<sup>2</sup>;
  - **колір** – синій;
  - **рівень**  – Від верху поверху.
- Натисніть у грань **плити покриття**, щоб взяти її осьову лінію та натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з побудови навантаження.



Щоб візуалізувати навантаження окремо по кожному завантаженню натисніть кнопку





**Фільтр по завантаженнях** на панелі інструментів **Візуалізація**. У випадкоаючому списку можна змінити поточне **Завантаження**.

#### **Етап 12. Коригування параметрів матеріалів елементів моделі**



При створенні об'єктів у САПФІР об'єктам призначаються матеріали за умовчанням. Для стін це Залізобетон стін, для колон це Залізобетон колон, для плит – Залізобетон плит, для фундаментних плит – Залізобетон ф.плит. За кожним з цих матеріалів вже закріплені розрахункові характеристики за умовчанням (тип армування, розрахункові характеристики бетону і розрахункові характеристики арматури). При необхідності можна створити нові розрахункові характеристики для матеріалу або змінити матеріали за умовчанням у ПК САПФІР. Після передачі розрахункової схеми у ВІЗОР-САПР також зберігається можливість налаштувати матеріали вже засобами ВІЗОР-САПР.

- Натисніть кнопку  – **Матеріали** (панель **Налаштування** на вкладці **Вид**).
- У діалоговому вікні **Матеріали** (рис. 23.26) оберіть зі списку **Залізобетон колон** і в правій частині вікна натисніть праворуч від норм по кнопці .

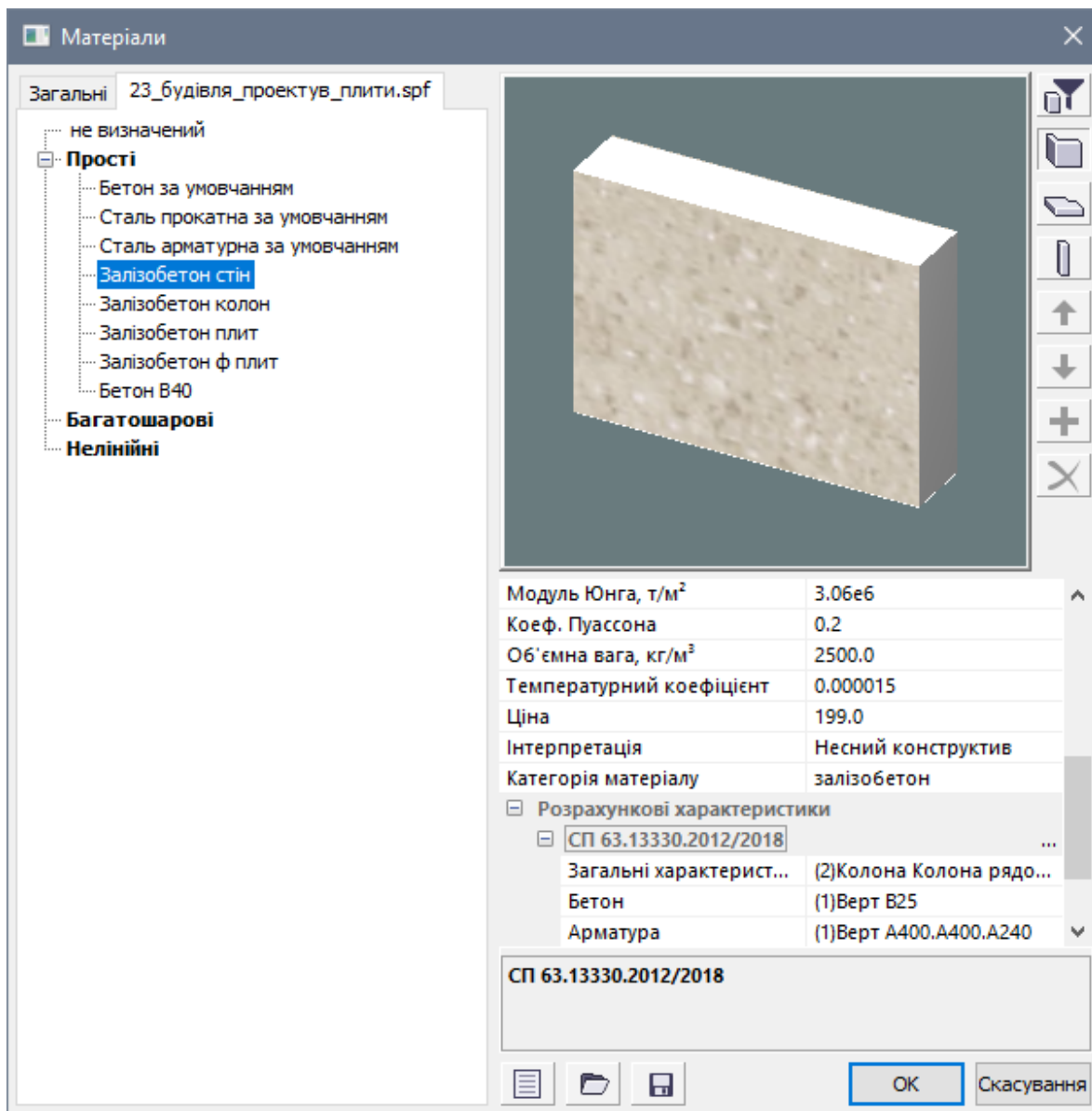



Рис. 23.26. Діалогове вікно **Матеріали**

- У діалоговому вікні **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій** (рис. 23.27) для типу армування **Стержень** виділіть перший рядок **Колона**, і в правій частині діалогового вікна задайте наступні параметри для колон:
  - у розкритому списку **Вид розрахунку** оберіть рядок **Колона рядова**;
  - у полі **Розрахунок по граничних станах II-ї групи** при включеній радіо-кнопці **Діаметр арматурних стержнів**, у розкритому списку оберіть рядок відповідний діаметру арматури **25 мм**;
  - у полі **Довжина елемента**, **Розрахункові довжини** змініть коефіцієнти розрахункової довжини **L<sub>Y</sub> = 0.7, L<sub>Z</sub> = 0.7**;
  - всі інші параметри залишаються заданими за умовчанням.
- У таблиці **Пластина** виділіть перший рядок **Стіна**. У правій частині вікна у полі **Відстань до ц.в. арматури** введіть значення для A1X і A2X – **4см**, а для A1Y і A2Y – **3 см**. Всі інші параметри залишаємо заданими за умовчанням.
- Задайте такі-ж параметри для типу армування **Плита**.
- Параметри для **бетону** і **арматури** залишаємо заданими за умовчанням.
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.
- Далі для матеріалу **Залізобетон колон** задайте наступні характеристики:
  - у випадаючому списку **Загальні характеристики** оберіть **(1)Колона Колона рядова**;
  - у випадаючому списку **Бетон** оберіть **(1)Верт В25**;



- у випадаючому списку **Арматура** оберіть **(1)Верт А400.А400.А240**.

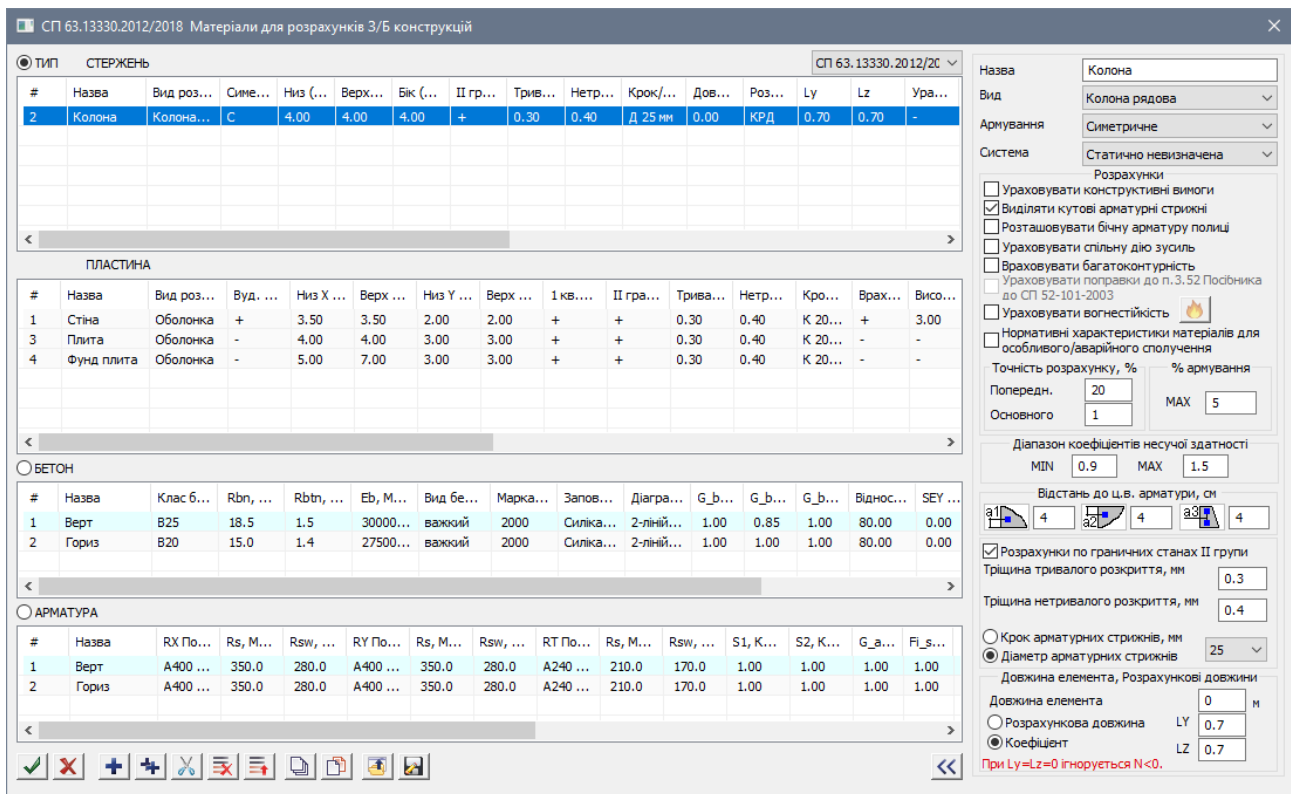


Рис. 23.27. Діалогове вікно **Матеріали для розрахунку З/Б конструкцій**

- Для матеріалу **Залізобетон стін** задайте наступні характеристики:
  - у випадаючому списку **Загальні характеристики** оберіть **(2)Стіна оболонка (Вигин, Стиск/Розтяг)**;
  - у випадаючому списку **Бетон** оберіть **(1)Верт В25**;
  - у випадаючому списку **Арматура** оберіть **(1)Верт А400.А400.А240**.
- Для матеріалу **Залізобетон плит** задайте наступні характеристики:
  - у випадаючому списку **Загальні характеристики** оберіть **(3)Плита оболонка (Вигин, Стиск/Розтяг)**;
  - у випадаючому списку **Бетон** оберіть **(2)Гориз В20**;
  - у випадаючому списку **Арматура** оберіть **(2)Гориз А400.А400.А240**.
- Натисніть кнопку **ОК**.

### Етап 13. Створення скінченно-елементної моделі в системі САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ

#### Створення розрахункової моделі

- Викличте діалогове вікно **Створити нову розрахункову модель** (рис. 23.28) натисканням по кнопці



– **Розрахункова модель** (на вкладці **Аналітика**).



Кнопка **Розрахункова модель** переключає з режиму створення розрахункової схеми до інструментів розрахункової моделі та назад.

- У діалоговому вікні натисніть кнопку **ОК** (відкриється нова закладка вікна під назвою **23\_будівля\_проектів\_плити.spf:Розрахункова модель**).

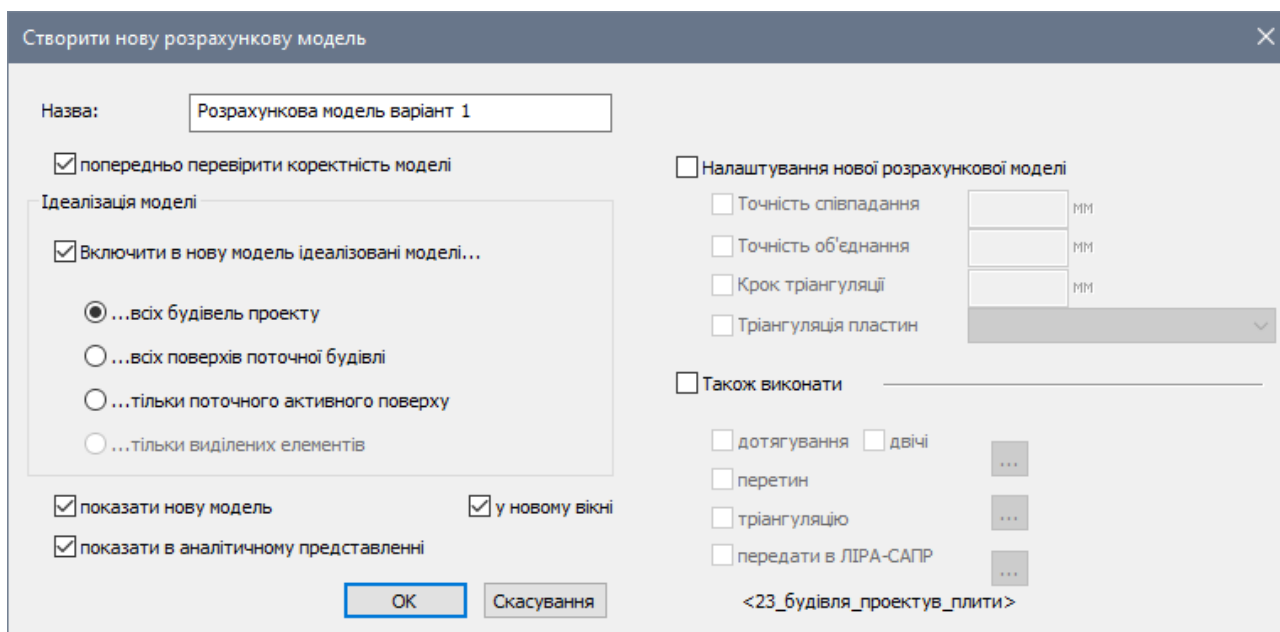



Рис. 23.28. Діалогове вікно Створити нову розрахункову модель



Перед створенням розрахункової моделі автоматично пройде перевірка моделі на помилки. Якщо програма виявить помилки, вона видасть попередження. Помилкові елементи рекомендується усунути.

#### [Коригування властивостей розрахункової моделі](#)

- Викличте діалогове вікно **Параметри** (рис. 23.29) натисканням по кнопці  – **Властивості розрахункової моделі** (панель **Розрахункова модель: створення** на вкладці **Аналітика**).
- У діалоговому вікні задайте **Налаштування перетинань – Реальні об'єми**.
- Після цього натисніть кнопку **ОК**.



За умовчанням, САПФІР приймає аналітику плит по верху плити. У разі, якщо у Вас аналітика плит задана **По середині плити**, у **Властивостях розрахункової моделі** потрібно буде змінити параметр **L пошуку**. **L пошуку**, мм – це відстань уздовж або проти вектору навантаження, на яке допускається переносити навантаження для пошуку елементів, до яких вона прикладена. За умовчанням, **L пошуку** дорівнює 250мм. Для цього параметру потрібно встановити значення більше ніж половина товщини найтовстішої з плит, як правило це більше половини товщини фундаментної плити. Припустимо, в нашій моделі фундаментну плиту товщиною 600мм, половина її товщини це 300мм. Можна встановити параметр **L пошуку** для навантаження рівним 320..350мм.

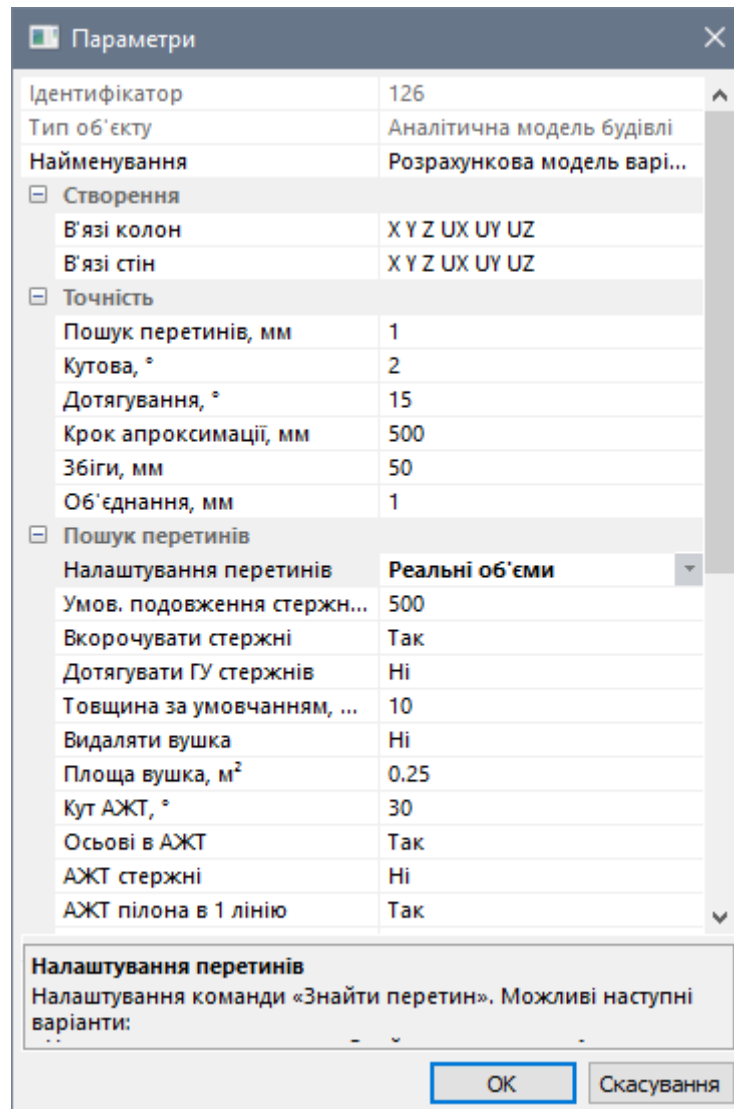



Рис. 23.29. Діалогове вікно Параметри

### Ідеалізація моделі

- Для коректності подальшого пошуку перетинань та усунення дрібних архітектурних неточностей натисніть кнопку  – **Дотягнути двічі** у розкривному списку **Дотягнути** (панель **Розрахункова модель: триангуляція** на вкладці **Аналітика**).
- У діалоговому вікні **САПФІР** (рис. 23.30) натисніть кнопку **Так**.

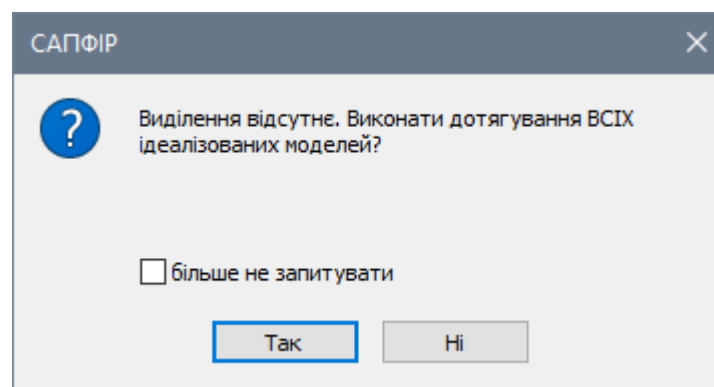



Рис. 23.30. Діалогове вікно САПФІР

- Натисніть кнопку  .– **Знайти перетинання** у розкритому списку **Перетнути** (панель **Розрахункова модель: триангуляція** на вкладці **Аналітика**).
- У діалоговому вікні **САПФІР** (рис. 23.31) натисніть кнопку **Так**.

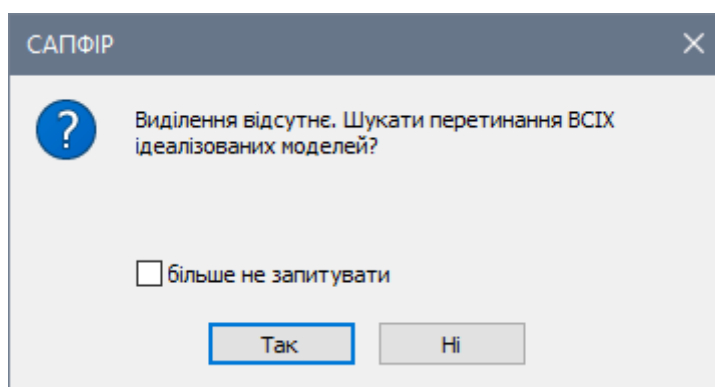


Рис. 23.31. Діалогове вікно **САПФІР**

- Розрахункова модель з виконаними перетинами буде виглядати наступним чином (рис. 23.32)

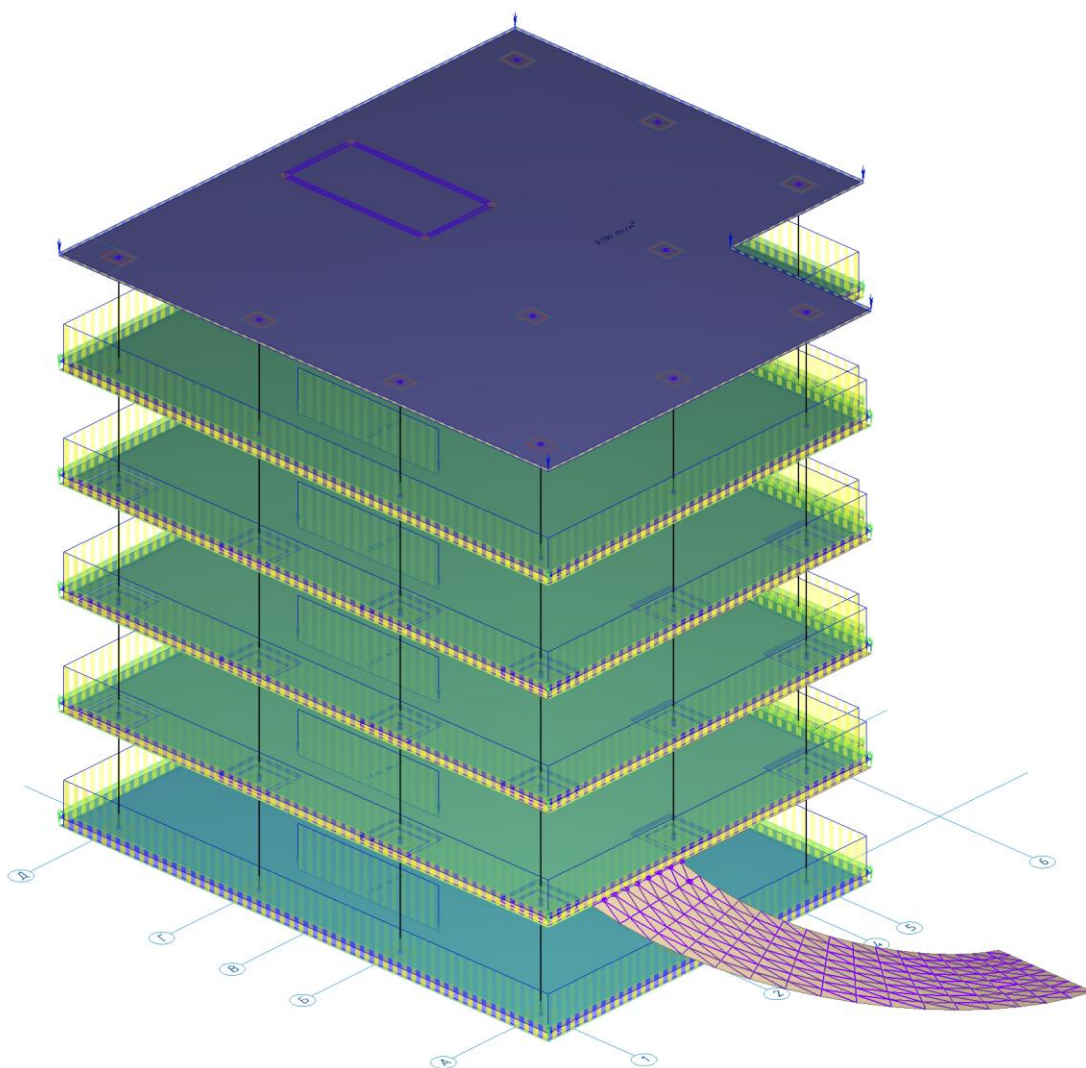






Рис. 23.32. Розрахункова модель з виконаними перетинаннями

## Триангуляція моделі

- Натисніть кнопку  – **Фільтр по завантаженнях** на панелі інструментів **Візуалізація**;
- У розкритому списку із завантаженнями зробіть поточним завантаження **Власна вага**, щоб тимчасово відключити візуалізацію навантажень.
- Викличте діалогове вікно **Налаштування триангуляції** (рис. 23.33) натисканням по кнопці  – **Налаштування** (панель **Розрахункова модель: триангуляція** на вкладці **Аналітика**).
- У діалоговому вікні змініть **Крок, м** на **0.6**.
- Після цього виконайте натискання по кнопці **Призначити**.
- Натисніть кнопку  – **Вид зліва** на панелі інструментів **Проекції**.
- Виділіть всі елементи моделі крім пандуса рамкою вибору зліва направо.
- Для разбивки на КЕ натисніть кнопку  – **Створити триангуляційну сіть** у розкритому списку **Сіть** (панель **Розрахункова модель: триангуляція** на вкладці **Аналітика**).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з елементів.

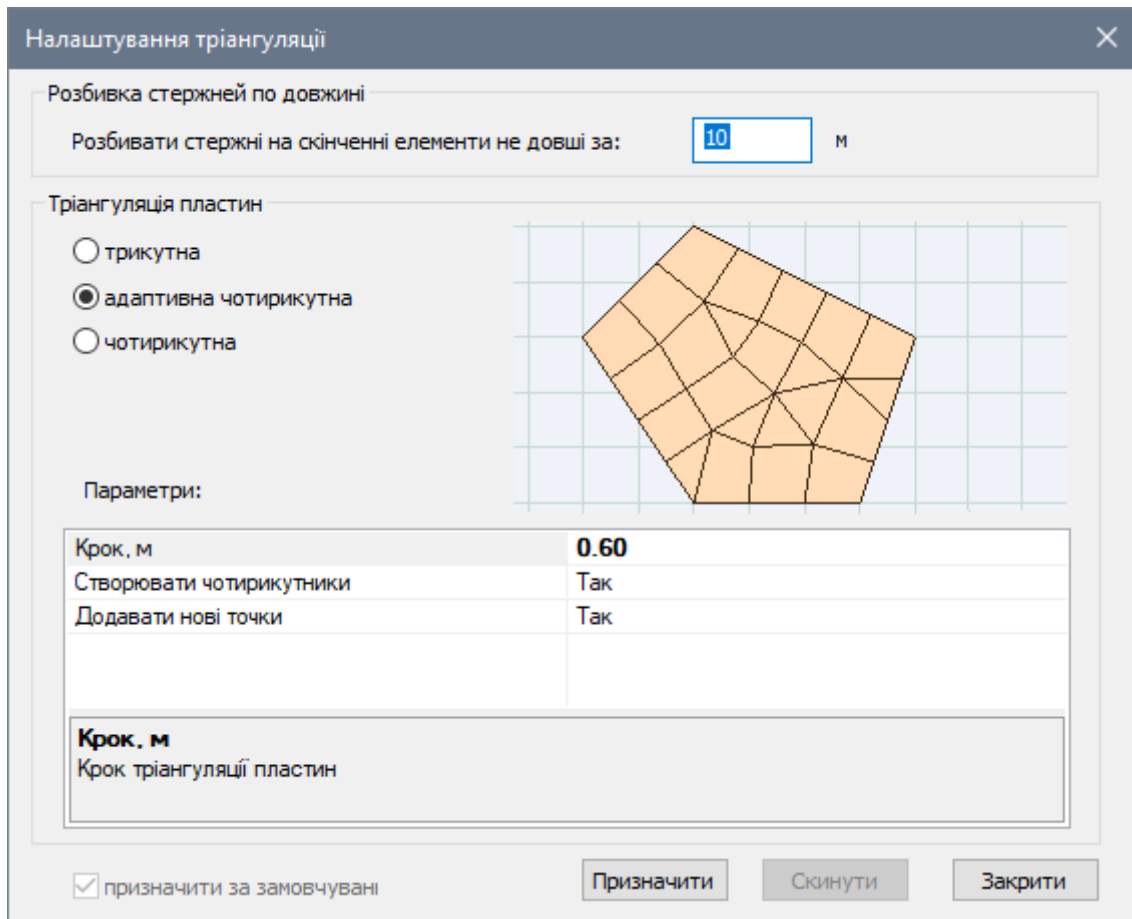




Рис. 23.33. Діалогове вікно **Налаштування триангуляції**



При створенні 3D поверхні ми задавали число ділень пандусу уздовж траєкторії та уздовж твірної. Тому проводити триангуляцію пандусу не потрібно.

Призначення граничних умов на елементи пандусу

- Переключіться на проекцію XOY натисканням по кнопці  – **Вид зверху** на панелі інструментів **Проекції**.
- Виділіть рамкою вибору справа наліво нижній ряд елементів пандусу.
- У діалоговому вікні **Властивості 16 об'єктів** у блоці **Граничні умови** задайте наступне:
  - викличте діалогове вікно **В'язі** (рис. 23.34) клацанням навпроти рядка **В'язі**;
  - у діалоговому вікні для групи **Знизу** Натисніть кнопку ;
  - Натисніть кнопку **ОК**.

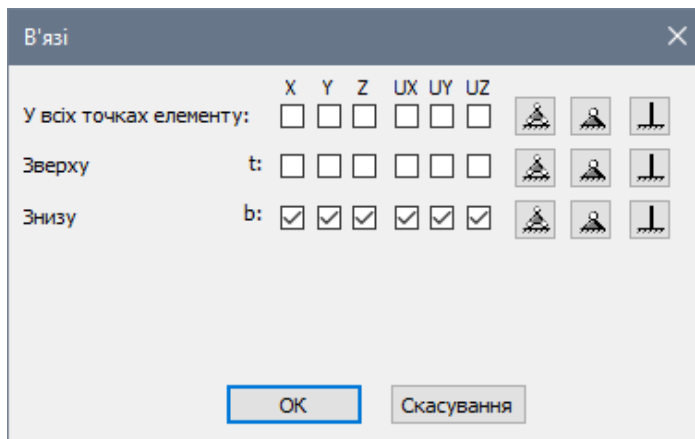



Рис. 23.34. Діалогове вікно **В'язі**

- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з елементів пандусу.

**Етап 14. Створення та відкриття файлу ПК ЛІРА –САПР**

- Щоб відкрити скінченно-елементну схему в ПК ЛІРА–САПР натисніть кнопку  – **Відкрити** у розкритому списку **Відкрити** (панель **Розрахунок у ЛІРА–САПР** на вкладці **Аналітика**).
- У вікні **Службова інформація** (рис. 23.35) з'явиться повідомлення **Для частини навантаження не знайдені елементи, до яких вона прикладена. Втрачено 4.27%**. (втрачена частина навантаження розташовується над прорізом сходової клітки).

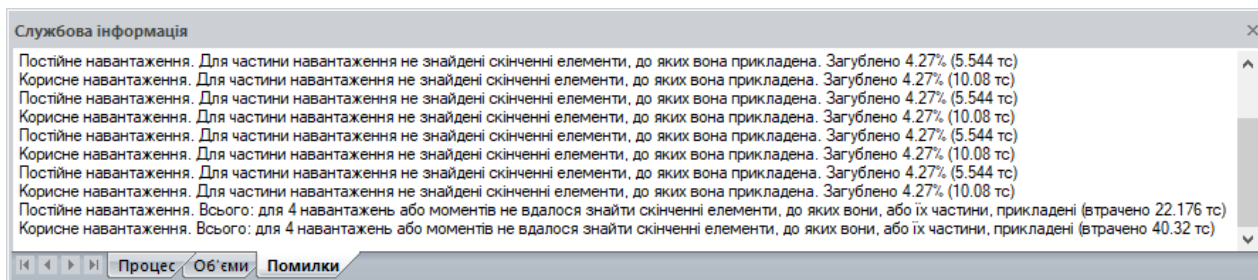


Рис. 23.35. Діалогове вікно **Службова інформація**




Програма створить файл у форматі \*.s2l у тій папці, в якій у Вас лежить Example23.spf і відкриє цей \*.s2l файл у системі **ВІЗОР–САПР**.

### Етап 15. Узгодження місцевих осей пластин



ПК САПФІР автоматично виконує необхідне узгодження осей для плит перекриття та діафрагм.

- Для перевірки напрямку місцевих осей натисніть кнопку  – **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна).
- У діалоговому вікні **Показати** (рис. 23.36) на першій вкладці установіть прапорець навпроти **Місцеві осі пластин і об'ємних КЕ (для результатів)**.
- Для всіх горизонтальних КЕ та елементів пандусу, місцеві осі повинні бути направлені відповідно до глобальної системи координат. В елементах стін, місцева ось Y (стрілка синього кольору) повинна бути спрямована вгору.

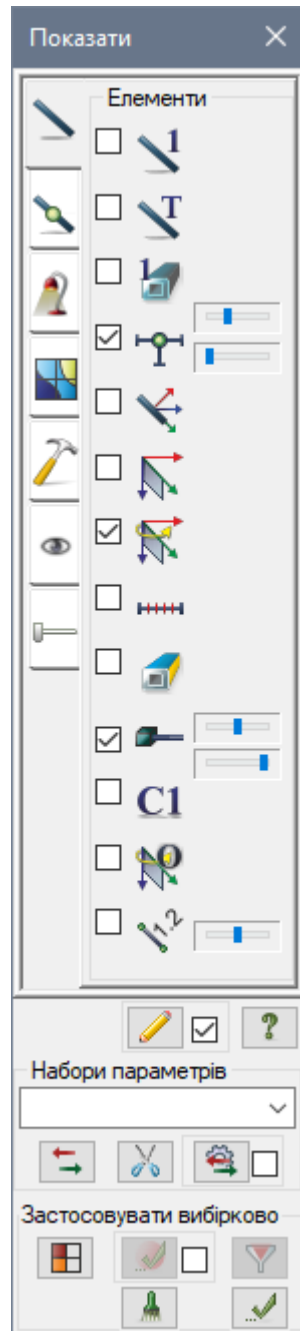




Рис. 23.36. Діалогове вікно Показати

## Етап 16. Редагування монтажної таблиці

- Викличте діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** (рис. 23.37) натисканням по кнопці  – **Стадії монтажу** (панель **Монтаж** на вкладці **Розрахунок**).
- У цьому вікні перейдіть на закладку **Дод. Завантаження**.
- Виділіть рядок відповідний п'ятій стадії монтажу в полі **Історія**.
- У таблиці **Коефіцієнти врахування додаткових завантажень** для **5.Стадія 5** задайте коеф. для 6-го завантаження рівним **1** і для 7-го завантаження рівним **1**.
- Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

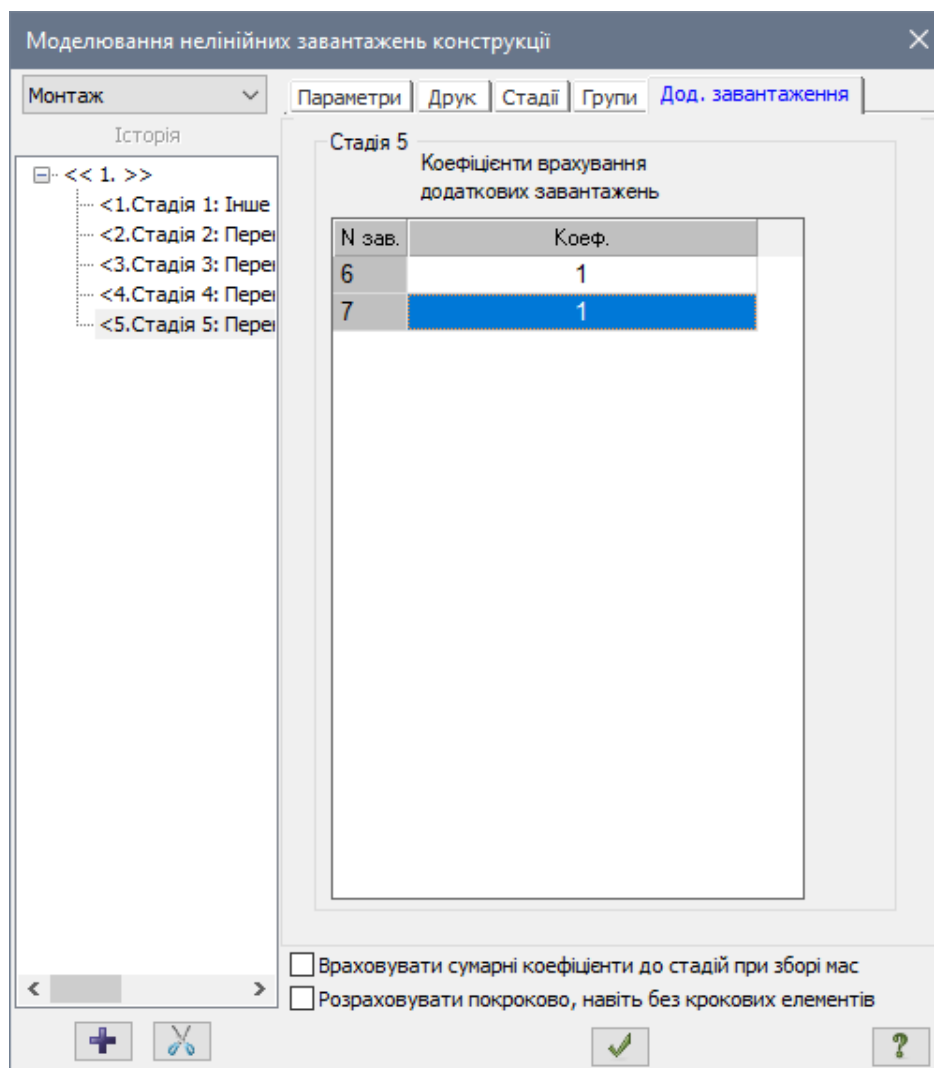



Рис. 23.37. Діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції**


## Етап 17. Таблиця РСН

- Натисніть кнопку  – **РСН** (панель **Дод. розрахунки** на вкладці **Розрахунок**) (рис. 23.38).



Таблиця РСН формується автоматично з САПФІРу, тобто всі параметри можна задати в САПФІРі та при перенесенні у ВІЗОР вони зберігаються. Зверніть увагу, що завантаження № 6 і 7 стали неактивними, так як ми врахували їх в останній стадії монтажу (Завантаження 5).



- Закрийте діалогове вікно **Розрахункове сполучення навантажень** натисканням по кнопці  – **Закрити**.

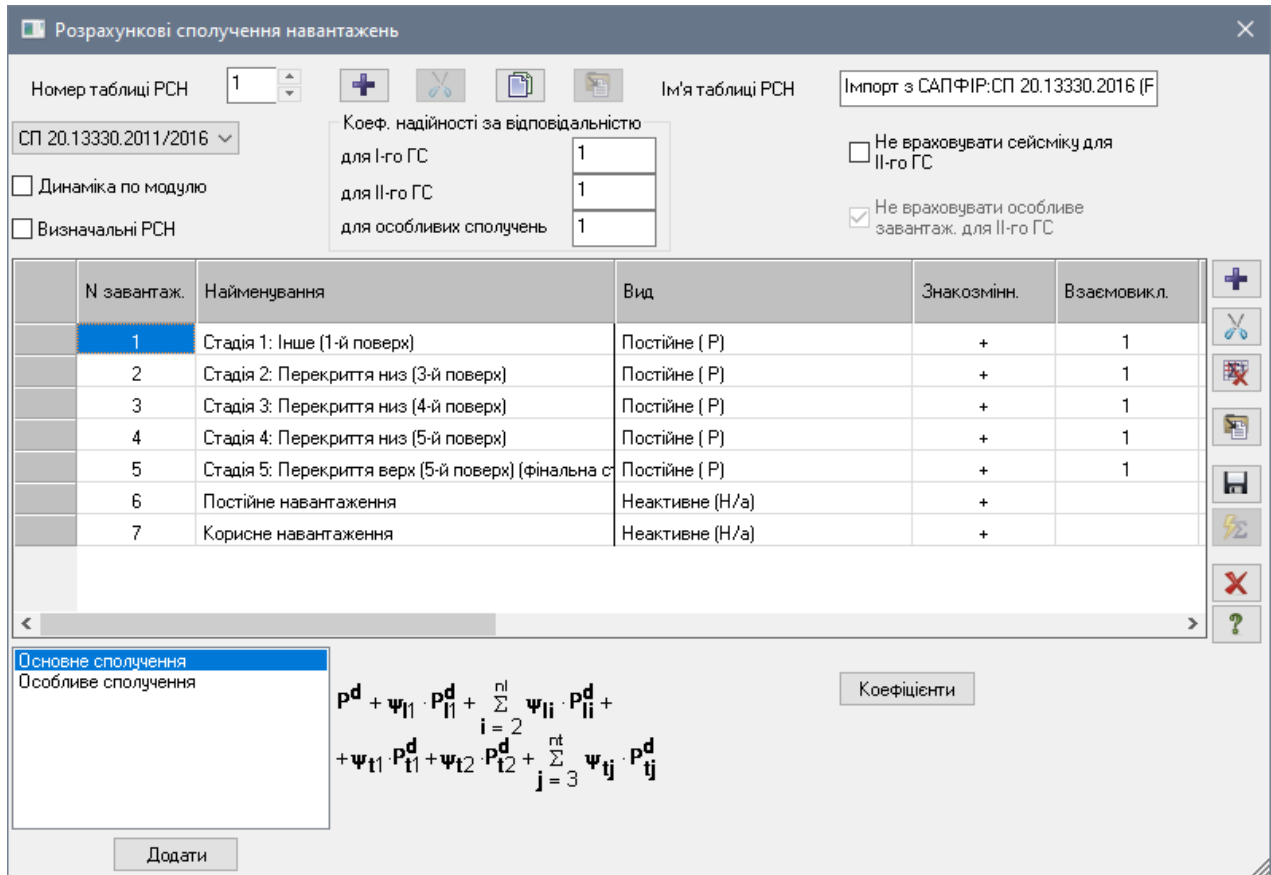



Рис. 23.38. Діалогове вікно **Розрахункове сполучення навантажень**


### Етап 18. Повний розрахунок схеми

- Запустіть задачу на розрахунок натисканням по кнопці  – **Виконати розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**.)



### Етап 19. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку




Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів статичного та динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.


- У режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів для першої стадії монтажу. Для відображення схеми без урахування переміщень вузлів натисніть кнопку  – **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

### Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль



- Виведіть на екран епюру **M<sub>y</sub>** натисканням по кнопці  – **Епюри M<sub>y</sub>** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Для виведення епюри **Q<sub>z</sub>** натисніть кнопку  – **Епюри поперечних сил Q<sub>z</sub>** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).

- Для виведення епюри **N** натисніть кнопку  – **Епюри поздовжніх сил N** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).
- Щоб вивести мозаїку зусилля **N**, оберіть команду  – **Мозаїка зусиль в стержнях** у розкритому списку **Епюри/ мозаїка зусиль** (панель **Зусилля в стержнях** на вкладці **Аналіз**).




#### Зміна номеру поточного завантаження

- У рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) у розкритому списку **Змінити номер завантаження** оберіть рядок відповідний другій стадії монтажу і натисніть кнопку  – **Застосувати**.



#### Виведення на екран ізополей переміщень

- Щоб вивести на екран ізополя переміщень у напрямку **Z**, оберіть команду  – **Ізополя переміщень у глобальній системі** у розкритому списку **Мозаїка/ізополя переміщень** і після цього натисніть кнопку  – **Ізополя переміщень по Z** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

#### Виведення на екран мозаїк напружень

- Щоб вивести на екран мозаїку напружень по **M<sub>x</sub>**, оберіть команду  – **Мозаїка напружень** у розкритому списку **Мозаїка/ ізополя напружень** і після цього натисніть кнопку  – **Мозаїка напружень по M<sub>x</sub>** (панель **Напруження в пластинах і об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).
- Для відображення мозаїки напружень по **N<sub>x</sub>**, натисніть кнопку  – **Мозаїка напружень по N<sub>x</sub>** (панель **Напруження в пластинах і об'ємних КЕ** на вкладці **Аналіз**).

#### Формування та перегляд таблиць результатів розрахунку

- Для виведення на екран таблиці зі значеннями розрахункових сполучень зусиль в елементах схеми, оберіть команду  – **Стандартні таблиці** у розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).
- Після цього у діалоговому вікні **Стандартні таблиці** (рис. 23.39) виділіть рядок **Зусилля**.
- Натисніть кнопку  – **Застосувати** (для створення таблиць у форматі HTML потрібно натиснути по кнопці **Інший ...** і включити радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний Макетировщик» потрібно включити радіо-кнопку **RPT**).

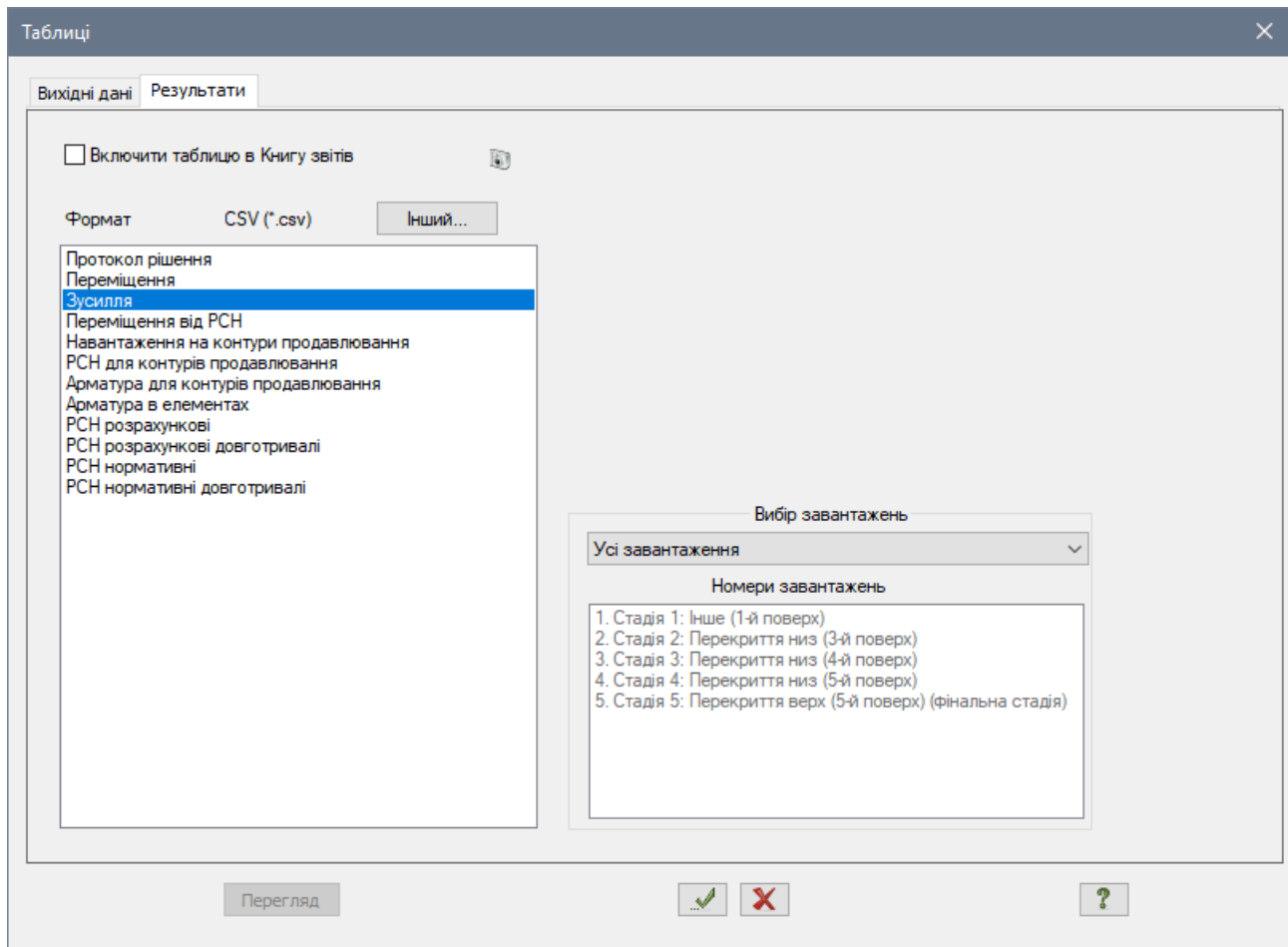



Рис. 23.39. Діалогове вікно **Стандартні таблиці**




- Для того щоб закрити таблицю натисніть кнопку  – **Закрити**.




## Етап 20. Перегляд і аналіз результатів конструювання






Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів конструювання здійснюється на вкладці **Залізобетон**.

### Перегляд результатів армування

- Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному зі скінченних елементів, натисніть кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-який пластинчастий елемент.
- У діалоговому вікні автоматично відкрита закладка **Інформація про підбрану арматуру** (у цьому вікні міститься повна інформація про вибраний елемент, в тому числі і з результатами підбору арматури).
- Закрийте діалогове вікно натисканням по кнопці  – **Закрити**.
- Для встановлення режиму відображення симетричного армування в перерізах стержнів, оберіть команду  – **Симетрія** у розкритому списку **Армування** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі поздовжньої арматури в нижньому лівому кутку перерізу стержня AU1, натисніть кнопку  – **Кутова арматура AU1** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).

- Щоб подивитися мозаїку відображення площі поздовжньої арматури в нижньому правому куті перерізу стержня AU2, натисніть кнопку  – **Кутова арматура AU2** (панель **Армування стержнів** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі X1, натисніть кнопку  – **Нижня арматура в пластинах по осі X1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).
- Щоб подивитися мозаїку відображення площі нижньої арматури в пластинах у напрямку осі Y1, натисніть кнопку  – **Нижня арматура в пластинах по осі Y1** (панель **Армування пластин** на вкладці **Залізобетон**).

Формування та перегляд таблиць результатів підбору арматури

- Після натискання по кнопці  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору** за допомогою курсору виділіть всі елементи колон.
- Викличте діалогове вікно **Таблиці** (рис. 23.40), обравши команду  – **Таблиці результатів для ЗБ** у розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).
- У цьому вікні за умовчанням виділений рядок **Арматура в стержнях**, а у полі **Арматура** включена радіо-кнопка **в стержнях**.
- Для створення таблиці результатів підбору арматури в стержневих елементах натисніть кнопку  – **Застосувати**.

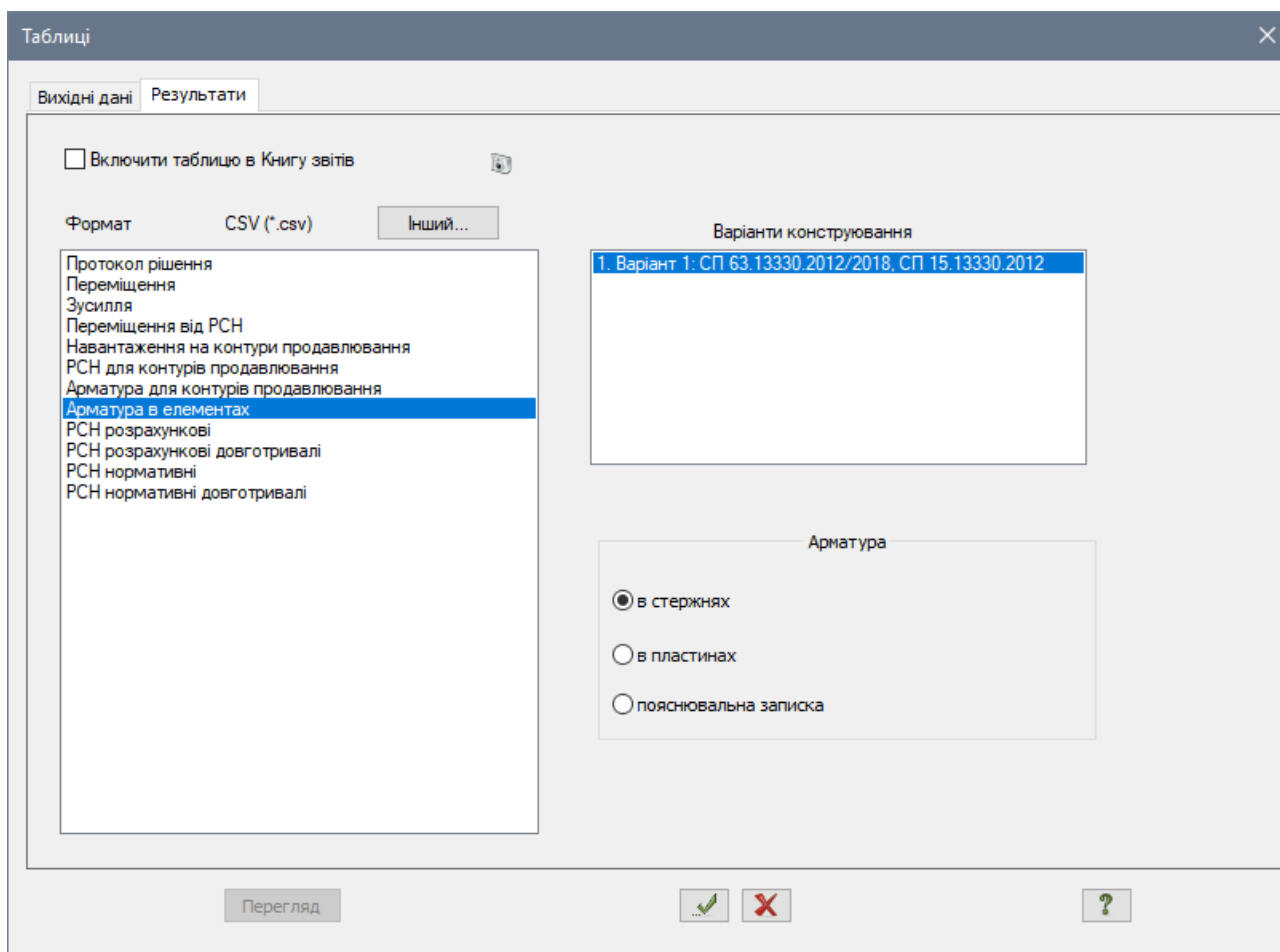



Рис. 23.40. Діалогове вікно **Стандартні таблиці**

## Етап 21. Експорт результатів армування плит перекриттів у САПФІР

- Для експорту результатів армування плит перекриття в системі **ВІЗОР–САПР** потрібно відкрити діалогове вікно **Експорт у САПФІР результатів армування**. Для цього відкрийте меню програми і оберіть пункт  – **Експорт результатів армування в САПФІР**.
- У діалоговому вікні **Експорт у САПФІР результатів армування** задайте наступні параметри:
  - оберіть каталог куди зберегти файл;
  - проконтролюйте щоб була обрана радіо–кнопка **всієї розрахункової схеми**
- Натисніть кнопку **ОК**.

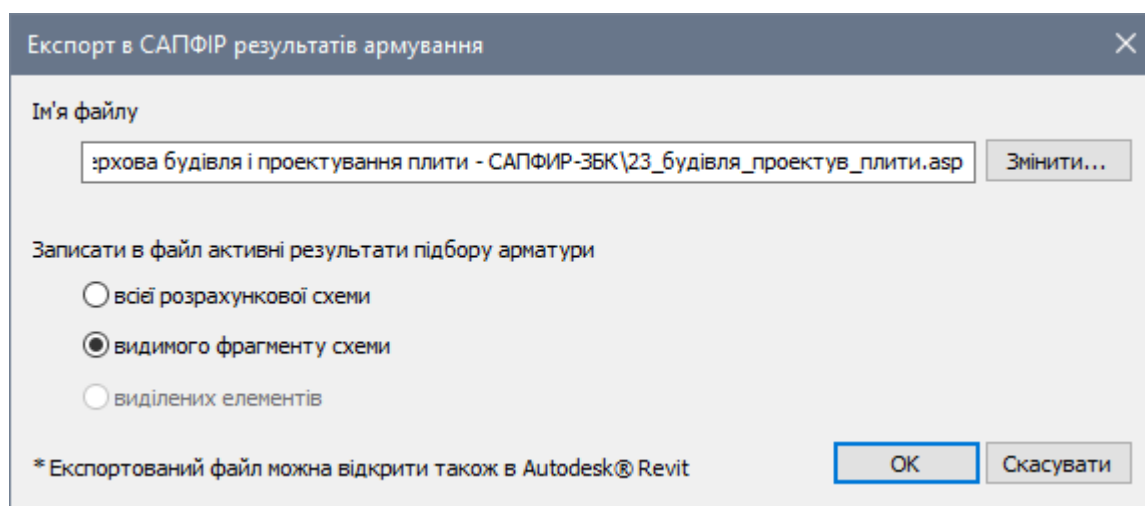



Рис. 23.41. Діалогове вікно Експорт у САПФІР результатів армування




Файл результатів (\*.asp), сформований ПК ЛІРА-САПР рекомендується зберегти в папку, де лежить вихідний файл моделі (\*.spf), з тим же ім'ям **Example23**. Тоді в САПФІРі результати

підвантажатимуться автоматично при натисканні на кнопку  – **Показати результати** (прапорець **Автозавантаження результатів** у властивостях проекту).

## Етап 22. Імпорт результатів підбору арматури в систему САПФІР-ЗБК

### Імпорт результатів МКЕ розрахунку

- Виберіть в якості поточного виду закладку **23\_будівля\_проектув\_плити.spf** Загальний вид.
- Викличте діалогове вікно **Фільтр видимості об'єктів** (рис. 23.42) натисканням по кнопці  – **Фільтр видимості об'єктів** на панелі інструментів **Візуалізація**.
- У діалоговому вікні зніміть прапорець з об'єкту **Навантаження**.
- Після цього виконайте натискання по кнопці **ОК**.

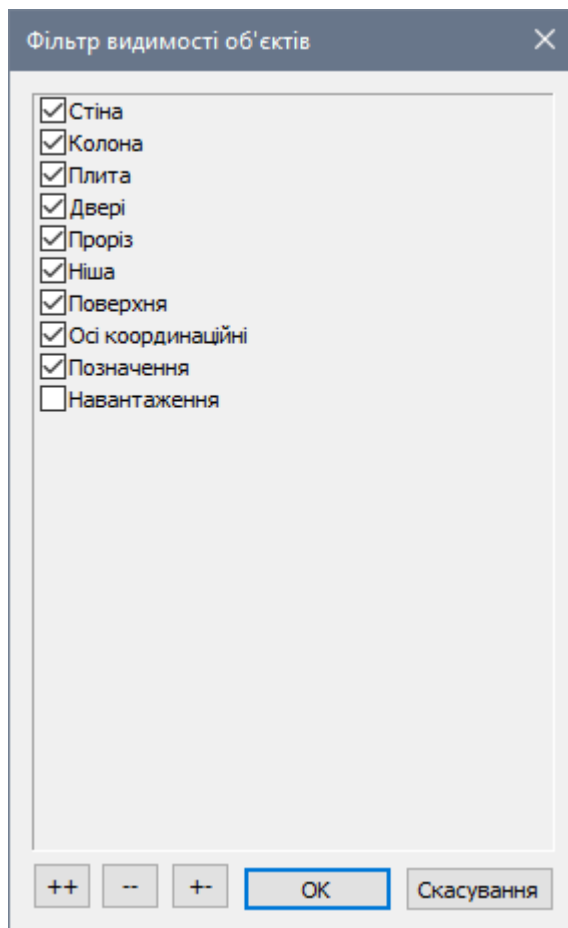



Рис. 23.42. Діалогове вікно Фільтр видимості об'єктів

- Для відображення результатів підбору арматури натисніть кнопку  – **Показати** (панель **Результати армування** на вкладці **Армування**).
- Під час імпорту результатів розрахунку армування у вікні **Службова інформація** у вкладці **Процес** (рис. 23.43) відображаються наступні дані:
  - Нормативний документ: **СП 63.13330.2012/2018**;
  - Розрахунок: **РСН**;
  - Варіант №0 ID0: **Варіант 1: СП 63.13330.2012/2018, СП 15.13330.2012**
  - 9332 KE (з 9588) геометрично співвіднесені з діафрагмами, які армуються;
  - У проєкті 55 колон і балок підлягають армуванню.

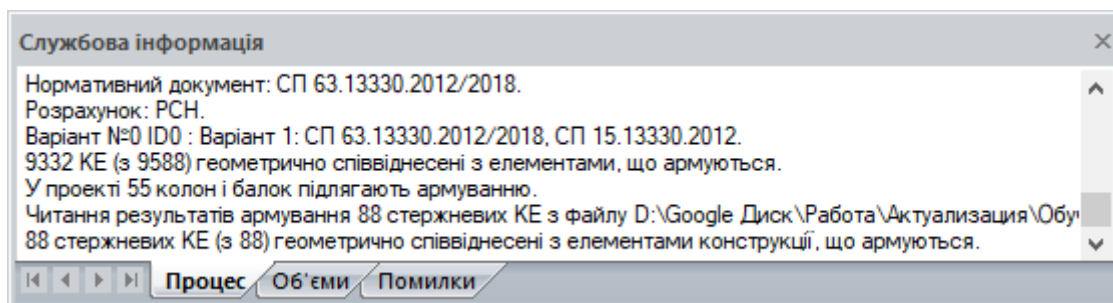



Рис. 23.43. Вікно Службова інформація

- Виділіть плиту перекриття між четвертим і п'ятим поверхами.
- Натисніть кнопку  – **Заармувати** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).
- У діалоговому вікні **SAPFIR 10.0** (рис. 23.44) натисніть кнопку **Так**.

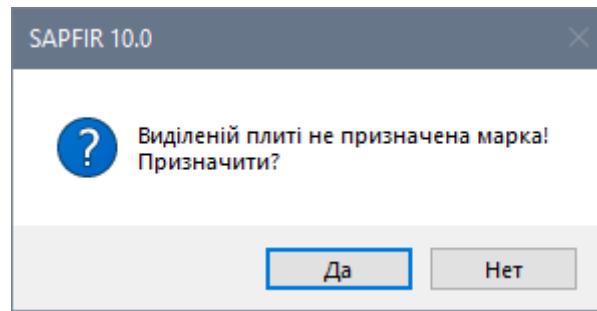


Рис. 23.44. Діалогове вікно SAPFIR 10.0

- У діалоговому вікні **Маркування елементів конструкції** (рис. 23.45) погодьтеся із запропонованою маркою Пм-1 натисканням по кнопці **ОК**.

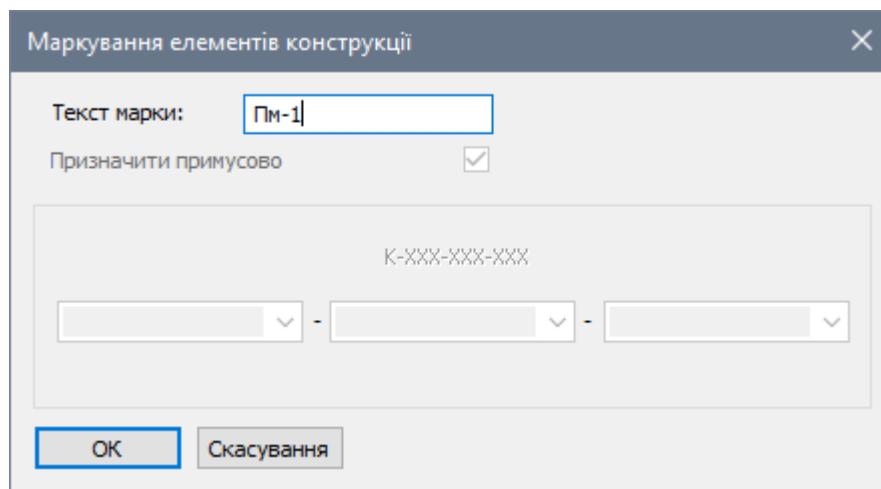


Рис. 23.45. Діалогове вікно Маркування елементів конструкції

- У діалоговому вікні **САПФІР** (рис. 23.46) натисніть кнопку **Так**.

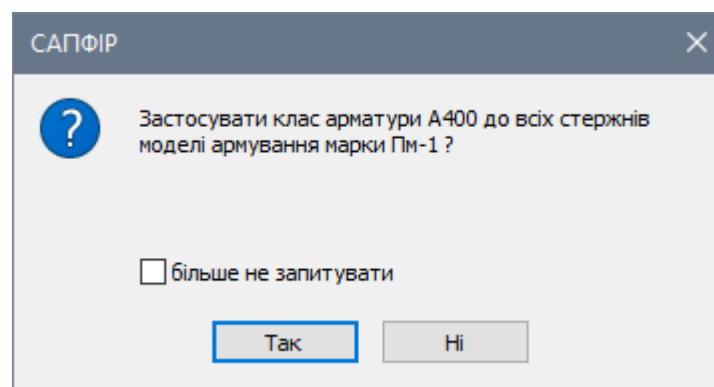



Рис. 23.46. Діалогове вікно САПФІР

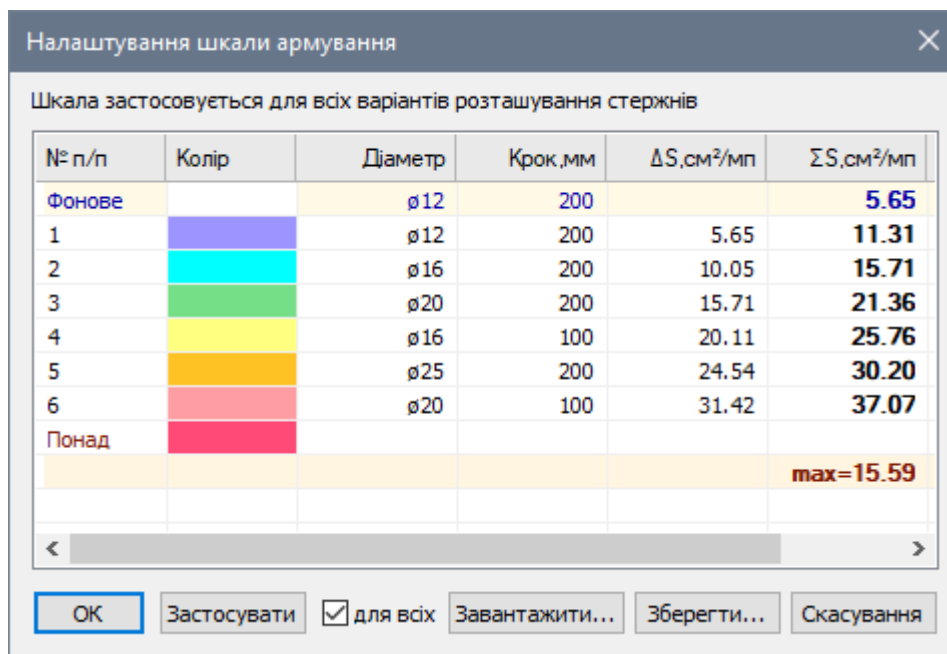


Якщо результати розрахунку арматури не зберігаються в тій же папці, що і модель, програма запропонує Вам завантажити результати розрахунку армування. Знайдіть папку, в якій зберігаються результати, оберіть їх і натисніть кнопку **Відкрити**.

- Система відкриє нову закладку вікна під назвою **23\_будівля\_проектув\_плити:Пм-1** з опалубних креслень плити перекриття і переключитися на вид зверху.

## Налаштування шкали армування

- Викличте діалогове вікно **Налаштування шкали армування** (рис. 23.47) натисканням по кнопці  – **Шкала армування** у розкритому списку **Шкала** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).
- У діалоговому вікні задайте наступне:
  - натисніть правою кнопкою миші в області вікна та оберіть команду **Кольори DT(M) ДАКК**;
  - установіть прапорець **Для всіх**;
  - натисніть кнопку **ОК**.






№ п/п	Колір	Діаметр	Крок, мм	ΔS, см²/мп	ΣS, см²/мп
Фонове		ø12	200		5.65
1		ø12	200	5.65	11.31
2		ø16	200	10.05	15.71
3		ø20	200	15.71	21.36
4		ø16	100	20.11	25.76
5		ø25	200	24.54	30.20
6		ø20	100	31.42	37.07
Понад					max=15.59

Рис. 23.47. Діалогове вікно **Налаштування шкали армування**



У діалоговому вікні **Налаштування шкали армування** складна шкала дозволяє варіювати діаметрами та кроком для фонових і додаткового армування, створювати нові комбінації діаметру та кроку арматури і видаляти існуючі. Налаштована шкала може бути збережена у файл і в подальшому завантажена в інші проекти.

- Виділіть сіть координаційних осей.
- Натисніть кнопку  – **Позначити розміри** у рядку властивостей інструменту **Координаційні осі**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з осей.
- Відредагуйте положення розмірів використовуючи інструмент  – **Перенесення** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**).
- Виберіть візуалізацію та розкладку верхнього армування по Y натисканням по кнопці  – **Верхня арматура уздовж Y** (панель **Плита** на вкладці **Армування**).
- Опалубочне креслення плити перекриття з результатами армування у вигляді мозаїки буде виглядати наступним чином (рис. 23.48)



*Армування перекриття Пм-1 на відм.+16,000  
Схема розташування верхньої арматури уздовж цифрових осей*

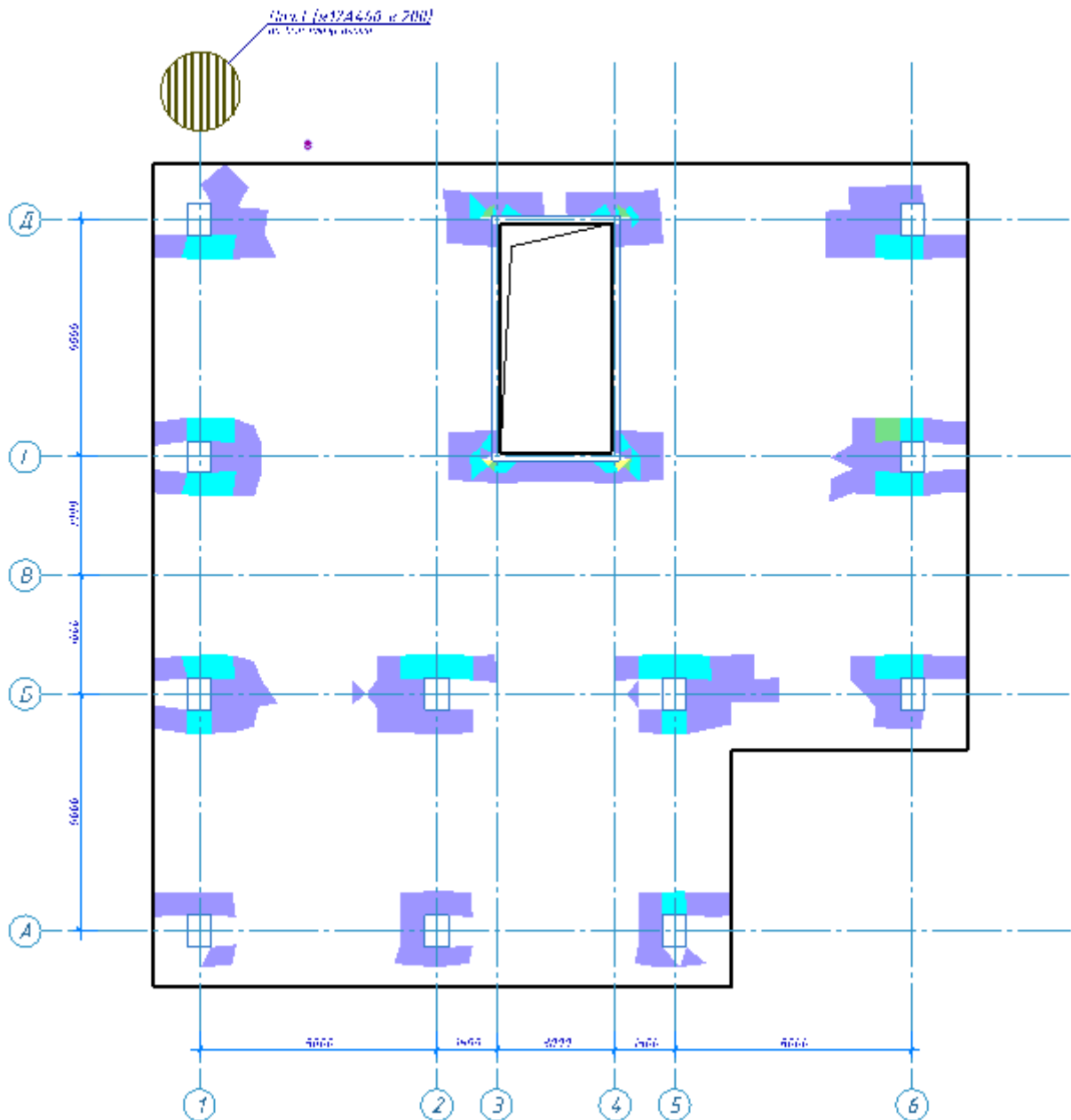



Рис. 23.48. Мозаїка площ армування біля верхньої грані плити уздовж осі Y.

**Етап 23. Розташування на схемі ділянок додаткового армування**

Розрахунок довжини анкеровки



Анкеровку можна порахувати тільки по нормативах СНиП 2.03.01–84\* і ДСТУ 3760–98. Як приклад проведемо розрахунок анкеровки по нормах СНиП 2.03.01–84\*.

- Викличте діалогове вікно **Анкеровка та нахлестка ненапруженої арматури** (рис. 23.49) натисканням по кнопці  – **Анкеровка та нахлест** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).

- У діалоговому вікні задайте наступні дані:
  - оберіть з розкритого списку клас бетону **B20**;
  - оберіть з розкритого списку діаметр арматури **12мм**;
  - натисніть кнопку **Розрахунок**.
- Після цього натисніть кнопку **ОК**, щоб закрити діалогове вікно.

Анкеровка і нахлестка ненапруженої арматури

Норми: СНиП 2.03.01-84\*

Вид бетону: Важкий і дрібнозернистий

Дрібнозернистий бетон групи Б

Клас бетону: B20 Rb: 11.5 МПа

Клас арматури: A-III d=6...40 Rs: 365 МПа

Діаметр: 12 мм Профіль арматури: Періодичний

Відношення необхідної з розрахунку та фактичної площі перерізу арматури

As розр./As факт. 1

As розр. 2.54469 см<sup>2</sup>

As факт. 2.54469 см<sup>2</sup>

Умови роботи ненапруженої арматури

Закладення розтягнутої арматури в розтягнутому бетоні

Закладення стислої або розтягнутої арматури в стислому бетоні

Стики арматури внахлестку в розтягнутому бетоні

Стики арматури внахлестку в стиснутому бетоні

$\omega_{an}$  0.7

$\Delta\lambda_{an}$  11

Не менш  $\lambda_{an}$  20

$l_{an}$  250 мм

$\lambda_{an}d$  240 мм

10d 120 мм

За формулою  $\lambda_{an}$  33.2174

$l_{an}$  398.609 мм

Розрахунок

Довжина анкеровки  $l_{an}$  399 мм

ОК


Рис. 23.49. Діалогове вікно Анкеровка і нахлестка ненапруженої арматури






За умовчанням, всі ділянки армування плити отримують початкове значення довжини анкеровки згідно призначеного діаметру. Значення довжини анкеровки береться з таблиці **Набір арматурних стержнів** (меню **Налаштування** ⇒ **Арматура**). Дана таблиця створена по нормах СНиП 2.03.01–84\* для бетону класу B25 і арматури класу A–III. Ви можете створити свій власний набір арматурних стержнів і налаштувань для нього, зберегти його у файл. Користувачський набір може використовуватися у подальшому в інших проектах.


#### Розкладка прямокутних зон додаткового армування





- Натисніть кнопку  – **Прямокутна ділянка** у розкритому списку **Плита** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).
- У рядку властивостей інструменту **Прямокутна ділянка** виконайте наступне:

- способи побудови  – Розкладку задавати діагоналлю і  – Визначати робочу зону;
- оберіть з розкривного списку Ø12 крок 200мм;
- відключіть опцію  – Отримати з моделі.






При включеному режимі  – **Отримати з моделі САПФІР–ЗБК** автоматично отримує з мозаїки або ізополей армування ту інтенсивність арматури (діаметр і крок), які необхідні по розрахунку, щоб покрити дану пляму армування.

- У діалоговому вікні **Властивості побудови: Ділянка армування плити** введіть **Довжина анкерування** 400мм.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту**.
- Розтягніть декілька прямокутників армування над опорами таким чином, щоб покрити всю пляму додаткового армування. Для розташування прямокутної ділянки додаткового армування необхідно вказати дві вершини діагоналі прямокутника (рис. 23.50).
- Натисніть кнопку  – **Недоармування** у розкривному списку **Мозаїка** (панель **Результати армування** на вкладці **Армування**).



При включеному режимі візуалізації **Недоармувані ділянки**, як тільки пляма перекривається додатковим армуванням, воно перестав відображатися на опалубному кресленні.

- У рядку властивостей інструменту **Прямокутна ділянка** виконайте наступне:
  - включіть спосіб побудови  – **Розкладку задавати від центру**;
  - включіть опцію  – **Отримати з моделі**.
- Розтягніть ще декілька прямокутників армування над опорами таким чином, щоб покрити всю пляму додаткового армування. Для розташування прямокутної ділянки додаткового армування необхідно вказати центр ділянки армування (в нашій задачі це буде центральна точка колони) і половину діагоналі прямокутника. Ділянка армування буде симетричною від центру (рис. 23.50).
- Натисніть клавішу **Esc**, щоб вийти з режиму додаткового армування.
- Виділіть ділянку армування, краї якої виходять за контур плити перекриття.
- У рядку властивостей інструменту **Прямокутна ділянка** натисніть кнопку  – **Обрізати по місцю**, щоб відмітити дану ділянку \* і позначити, що він буде обрізатися на будівництві.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з ділянки армування.

*Армування перекриття Пм-1 на відм.+16,000  
Схема розташування верхньої арматури уздовж цифрових осей*

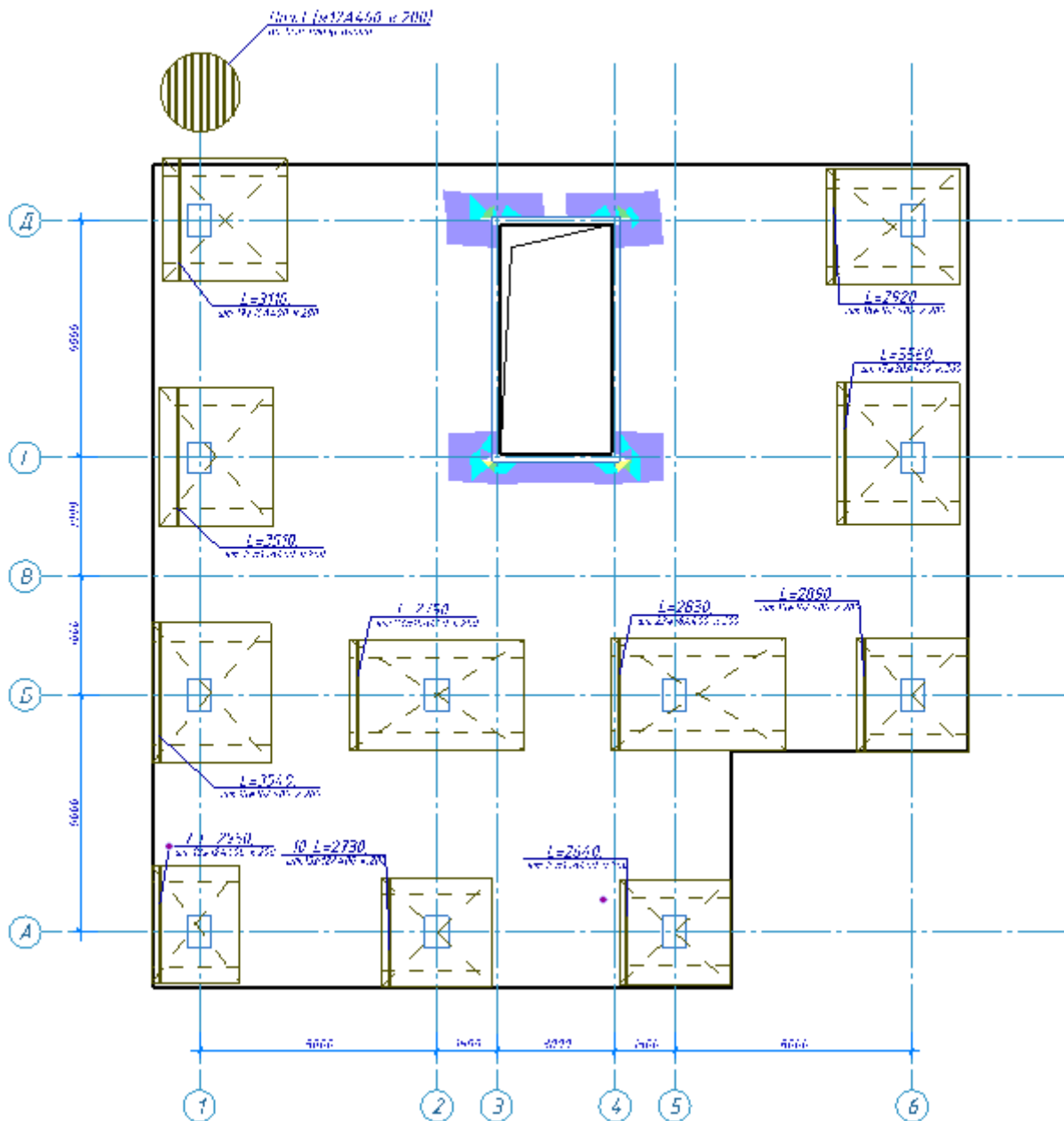





Рис. 23.50. Схема розташування верхньої арматури у напрямку Y

- Виконайте аналогічну операцію додаткового армування для верхньої арматури вздовж осі X. А також для нижньої арматури вздовж осей X і Y.

## Етап 24. Обрамлення отвору в плиті перекриття

### Обрамлення отвору

- Виділіть отвір у плиті перекриття, клацнувши у грань прорізу).
- Викличте діалогове вікно **Обрамлення отвору** (рис. 23.51) натисканням по кнопці  – **Обрамлення отвору** у розкритому списку **Обрамлення** (панель **Додаткова арматура** на вкладці **Армування**).
- У діалоговому вікні введіть наступні дані:

- **D, мм** – 12;
  - у блоці **Прямі стержні крок S**, мм – 150;
  - **кількість** – 5;
  - натисніть кнопку  – **однакові параметри**;
  - **D, мм** – 12;
  - у блоці **Прямі стержні по діагоналі крок S**, мм – 150;
  - **кількість** – 5;
  - натисніть кнопку  – **П-елементи**, щоб відключити розміщення П-елементів.
- Після цього натисніть кнопку **Прийняти**.

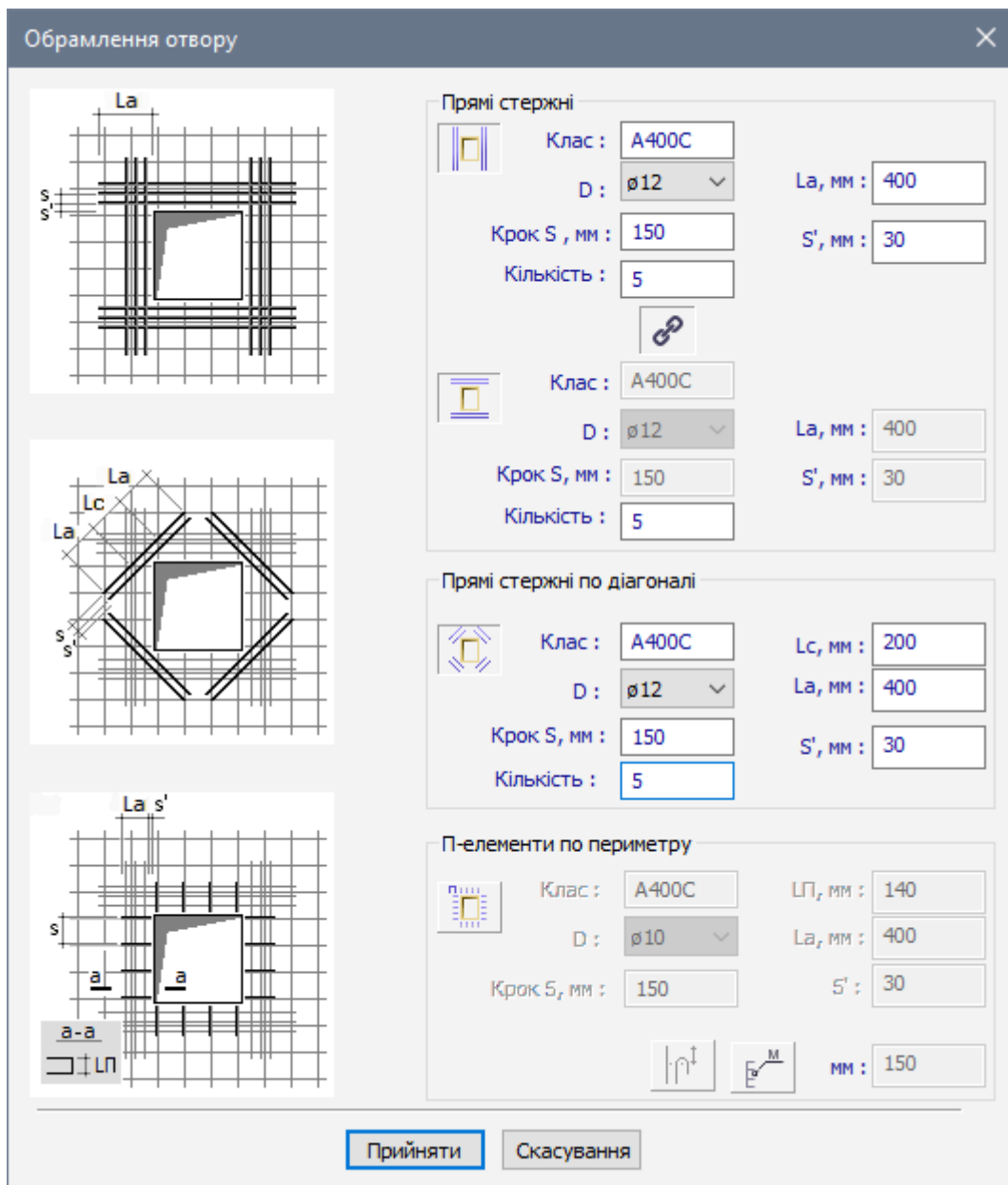



Рис. 23.51. Діалогове вікно **Обрамлення отвору**




Арматурні стержні обрамлення не "пригнічують" мозаїку армування в режимі візуалізації **Недоармовані ділянки**.

### Створення марок-виносок для арматури обрамлення


- Виділіть вертикальні стержні обрамлення.

- Натисніть кнопку  – **Марка–виноска** у рядку властивостей інструменту **Арматурний стержень**.
- Створіть виноски для решти стержнів арматури обрамлення (рис. 23.50).

- При необхідності відредагуйте положення виносок, використовуючи команду  – **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**).

### Етап 25. Формування специфікацій арматури та листа креслення

#### Уніфікація зон додаткового армування

- Викличте діалогове вікно **Специфікація арматури. Пм-1** (рис. 23.52) натисканням по кнопці  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).
- У діалоговому вікні виділіть позицію, яку необхідно злити з близькою за значенням і виконайте клацання правою кнопкою миші.
- У контекстному меню, яке з'явилося, оберіть пункт **Об'єднати з попередньою** (після виконання злиття позицій у стовпці **Δm, кг** вказується значення на перевитрату арматури в результаті уніфікації).



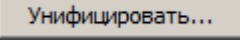
Так як розкладка зон додаткового армування виконувалася неточно по розмірах і залежить від виставленого кроку довжини стержнів і кроку арматури (крок довжини стержнів та інші параметри, виставлені за умовчанням можна змінити скориставшись меню **Налаштування** ⇒ **Налаштування САПФІР** ⇒ **Армування**), то кількість і довжина стержнів у таблиці **Специфікація арматури** може відрізнятися від наведеної в прикладі. Злиття позицій необхідно виконувати для ділянок, де це раціонально в залежності від довжини стержнів.

Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Маса	Уніф. Δm, кг	Примітка
2	ГОСТ 10884-94	∅20A400, L=3560	17 шт.	149.3	-	
3	ГОСТ 10884-94	∅16A400, L=3540	48 шт.	268.2	-	3 ділянки
4	ГОСТ 10884-94	∅16A400, L=2920	56 шт.	258.1	54.8	3 ділянки
5	ГОСТ 10884-94	∅16A400, L=2790	23 шт.	101.3	4.7	
6	ГОСТ 10884-94	∅16A400, L=2640	15 шт.	62.5	3.6	
7	ГОСТ 10884-94	∅12A400C, L=6600	20 шт.	117.2	-	
8	ГОСТ 10884-94	∅12A400C, L=3600	20 шт.	63.9	53.3	
9	ГОСТ 10884-94	∅12A400, L=2950	12 шт.	31.4	6.9	
10	ГОСТ 10884-94	∅12A400, L=2730	15 шт.	36.4	2.9	
11	ГОСТ 10884-94	∅12A400C, L=1000	40 шт.	35.5	61.4	
ОСп1	ГОСТ 10884-94	∅10A400, L=1210	588 шт.	438.7	-	105мм висота
Пм-1		B20	75.37 м³			

Кнопки: ОК, Скасування, Уніфікувати..., Помістити на креслення...

Рис.

23.52. Діалогове вікно **Специфікація арматури**

- Для виконання злиття трьох і більше позицій, а також, якщо необхідно задати довжину уніфікованих стержнів виділіть три позиції в таблиці та натисніть кнопку .
- У діалоговому вікні **Уніфікація довжин стержнів** необхідно задати нове значення довжини (за умовчанням це значення приймається найбільшим з тих позицій, які уніфікуються).





Стандарт прокату можна змінити безпосередньо у діалоговому вікні **Специфікація арматури** у стовпці **Позначення**, клацнувши правою клавішею миші та вибравши з контекстного меню команду **Задати стандарт прокату ...** За умовчанням стандарт прокату задається на: вкладці **Вид** – панель **Налаштування** – команда **Налаштування** – закладка **Армування** – блок **Розміщення арматурних стержнів** – **Стандарт за умовчанням**. Після цього необхідно клацнути по кнопці **Застосувати** і внесені зміни будуть застосовані в наступному **Проекті**.

- Натисніть кнопку **ОК**, щоб застосувати зроблені зміни та закрити діалогове вікно **Специфікація арматури**. Пм–1.

#### Призначення розмірів



Автоматичне створення розмірів бажано виконувати після розкладки всіх ділянок додаткового армування і виконання уніфікації арматури.

- Натисніть кнопку  – **Автоматичне створення розмірів** (панель **Анотації** на вкладці **Армування**).
- В автоматичному режимі для всіх зон розкладок у плиті, яка конструюється, створюються розміри, що позначають габарити зони та її прив'язку до координаційних осей.
- Відредагуйте положення розмірів використовуючи інструмент  – **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**).

*Армування перекриття Пм-1 на відм.+16,000  
Схема розташування верхньої арматури уздовж цифрових осей*

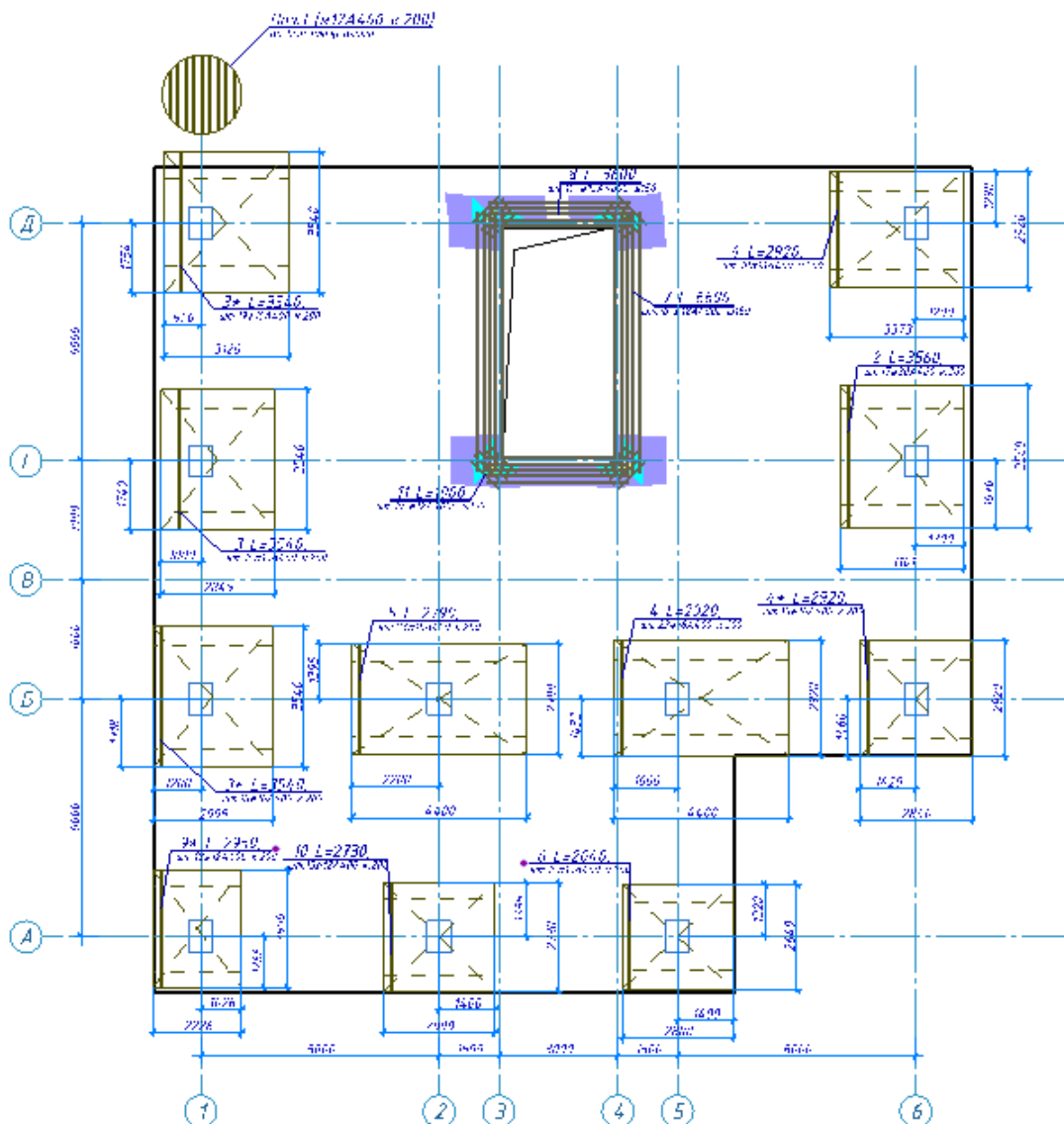



Рис. 23.53. Схема розташування верхньої арматури у напрямку Y з прив'язкою ділянок до осей

Формування листа креслення

- Викличте діалогове вікно **Специфікація арматури. Пм-1** (рис. 23.52) натисканням по кнопці  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).
- Викличте діалогове вікно **Вичертити таблиці відомостей та специфікацій арматури** (рис. 23.54) натисканням по кнопці **Помістити на креслення...** у діалоговому вікні **Специфікація арматури. Пм-1**.



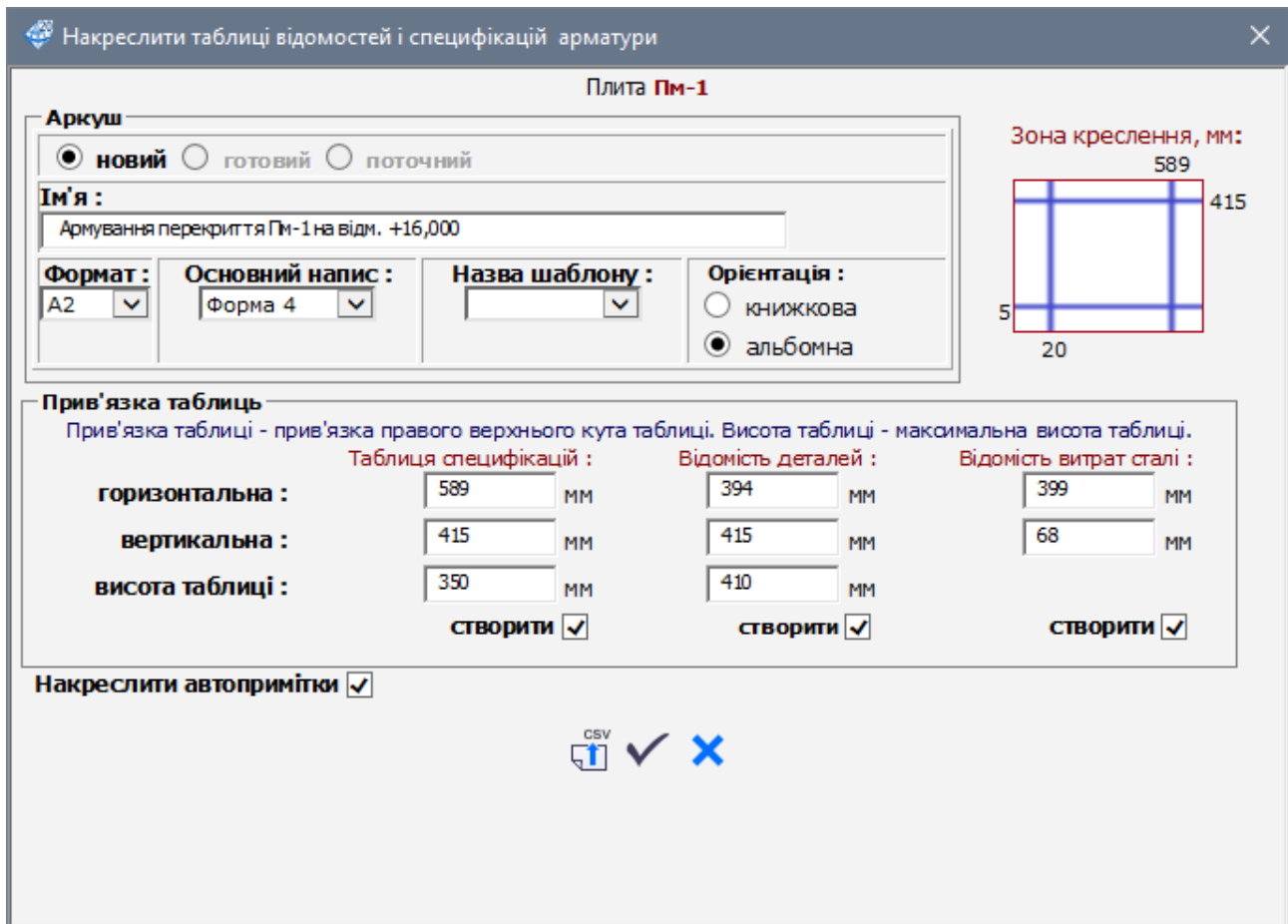



Рис. 23.54. Діалогове вікно Накреслити таблиці відомостей та специфікацій арматури

- У діалоговому вікні в рядку **Ім'я** введіть **Армування плити перекриття Пм–1 на відм. +16,000**
- Натисніть кнопку  – **Застосувати**, щоб помістити сформовані таблицю специфікацій та відомості на лист.
- Система відкриє нову закладку вікна під назвою **23\_будівля\_проектів\_плити: Армування плити перекриття Пм–1 на відм. +16,000**, на якому вже будуть розміщені специфікація плити, відомість витрати сталі, відомість деталей та примітки.

#### Розміщення схеми армування на листі креслення

- Щоб помістити на лист схему армування плити перекриття, у діалоговому вікні **Види** клацанням розгорніть деревовидний список **Складальні вузли**.
- У списку **Складальні вузли** виділіть рядок **Пм–1** і виконайте клацання правою кнопкою миші.
- У контекстному меню, яке з'явилось, оберіть команду **Помістити на креслення**.
- На листі креслення з'явиться опалубочне креслення плити зі схемою розташування арматури.
- Виділіть схему розташування арматури.
- Для виконання перенесення схеми натисніть ліву кнопку миші та утримуючи натиснутою почніть переміщати схему.
- Зафіксуйте положення схеми у вільному просторі листа виконавши одинарне натиснення лівою кнопкою миші (рис. 23.55).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення зі схеми.

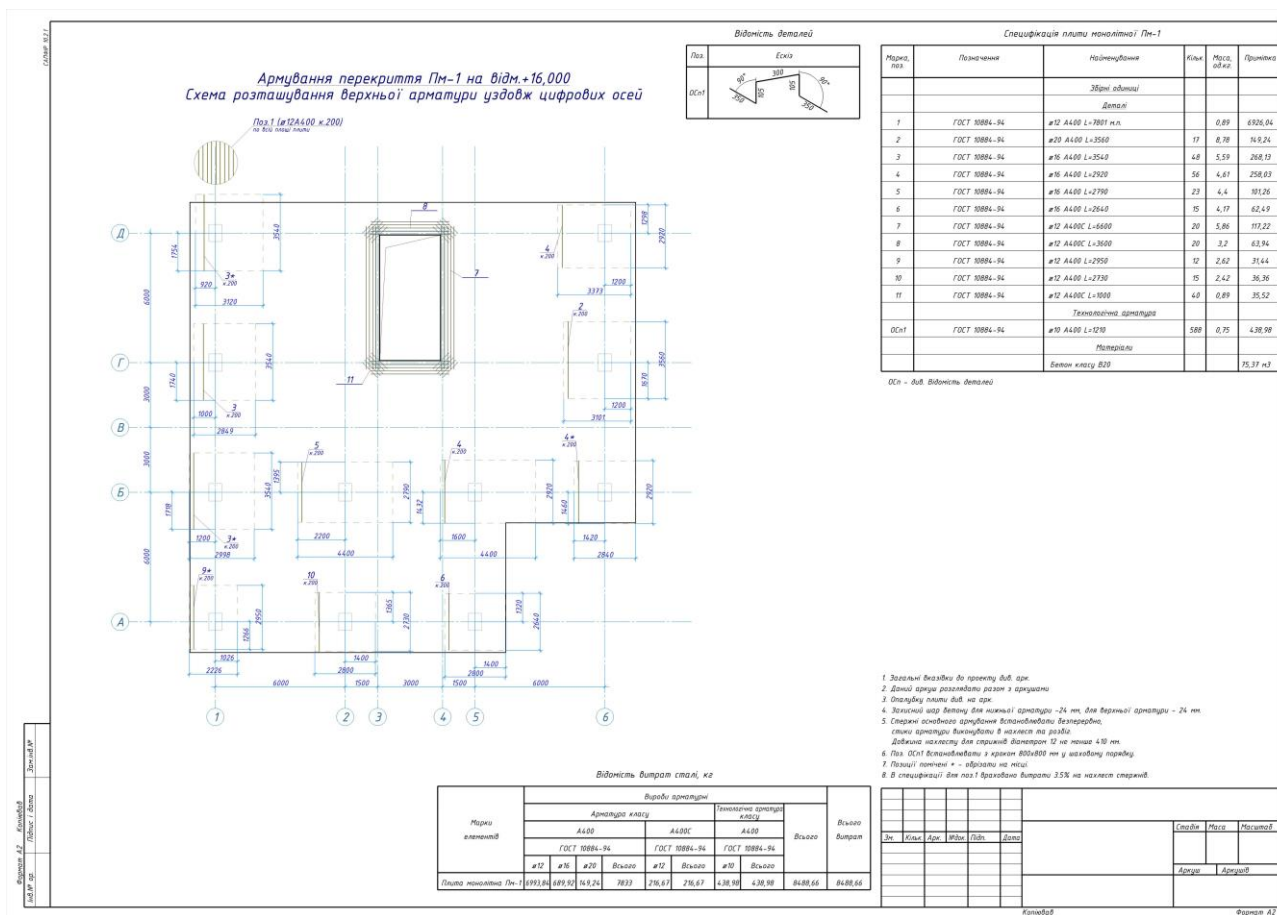


Рис. 23.55. Креслення розташування арматури в плиті перекриття на відмітці +16.000

- Аналогічним чином створіть креслення армування і для верхньої арматури в напрямку Х, нижньої арматури в напрямках Х і Y в ПМ-1.



Специфікація дається на всю плиту ПМ-1 і враховує всі зони розкладки арматури.

## Приклад 24. Проектування монолітної залізобетонної діафрагми за допомогою системи САПФІР-ЗБК

### Цілі та задачі:

- відобразити мінімально необхідні дані для виконання підбору армування діафрагм;
- продемонструвати технологію імпорту в систему **САПФІР-ЗБК** результатів підбору арматури, виконаного в **ПК ЛІРА-САПР**;
- виконати проектування монолітної залізобетонної стіни (діафрагми) за допомогою системи **САПФІР-ЗБК**.

### Вихідні дані:

Для роботи з даним прикладом необхідно буде відкрити файл **24\_діафрагма.spf** з готовою геометрією моделі. При установці за умовчанням, всі файли прикладів установлюються на жорсткий диск комп'ютера в <C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2020\Manual\UK>. Для того щоб почати роботу з ПК САПФІР виконайте наступну команду Windows: **Пуск** ⇒ **Всі програми/програми** ⇒ **ЛІРА-САПР 2020** ⇒ **САПФІР 2020**. Відкрийте приклад **8\_діафрагма.spf** з вищевказаного каталогу.

Файл прикладу можна також знайти в папці **Файли прикладів САПФІР** (меню Windows: **Пуск** ⇒ **Всі програми/програми** ⇒ **ЛІРА-САПР 2020**).

### Етап 1. Мінімально необхідні дані для розрахунку армування та проектування діафрагм

Для проектування діафрагм необхідно, щоб модель відповідала наступним вимогам:

1. Для несучого матеріалу стін (Залізобетон стін) повинна бути задана інтерпретація **Несучий конструктив**;
2. Категорія матеріалу для стін повинна бути **Залізобетон** (настроюється у діалоговому вікні **Матеріали**) (рис. 24.1);
3. Матеріалу залізобетон стін повинні бути призначені розрахункові характеристики (загальні характеристики, бетон, арматура);
4. Для пластин стін повинен бути виконаний підбір арматури.

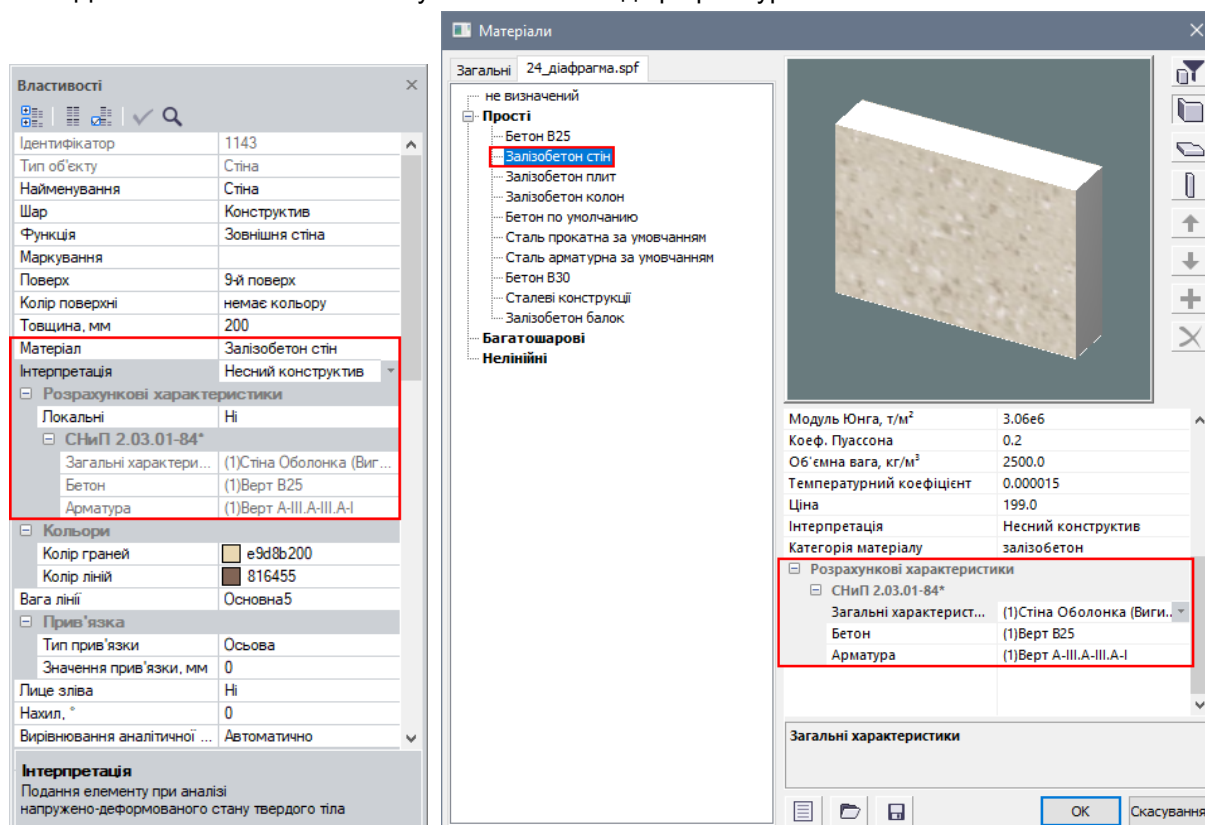




Рис. 24.1. Необхідний мінімум даних для розрахунку армування та проектування діафрагм

## Етап 2. Імпорт результатів армування

- Завантажте результати підбору арматури, натиснувши кнопку  – **Показати** (панель **Результати армування** на вкладці **Армування**).



Якщо з файлом попередньо не було пов'язано ніяких результатів, то відкриється діалогове вікно **Вибір файлу** (рис. 24.2), в якому необхідно буде вибрати файл результатів розрахунку та натиснути кнопку **Відкрити**. При установці програми файл результатів для цього прикладу лежить в папці [C:\Users\Public\Documents\LIRA\\_SAPR\LIRA\\_SAPR\\_2020Manual\UK](C:\Users\Public\Documents\LIRA_SAPR\LIRA_SAPR_2020Manual\UK) (рис. 24.2). Файл результатів (\*.asp), сформований ПК ЛІРА-САПР рекомендується зберігати в папку, де лежить вихідний файл моделі (\*.spf), з тим же ім'ям. Тоді в САПФІРі результати

підвантажатимуться автоматично при натисканні на кнопку  – **Показати** (прапорець **Автозавантаження результатів** у властивостях проекту).

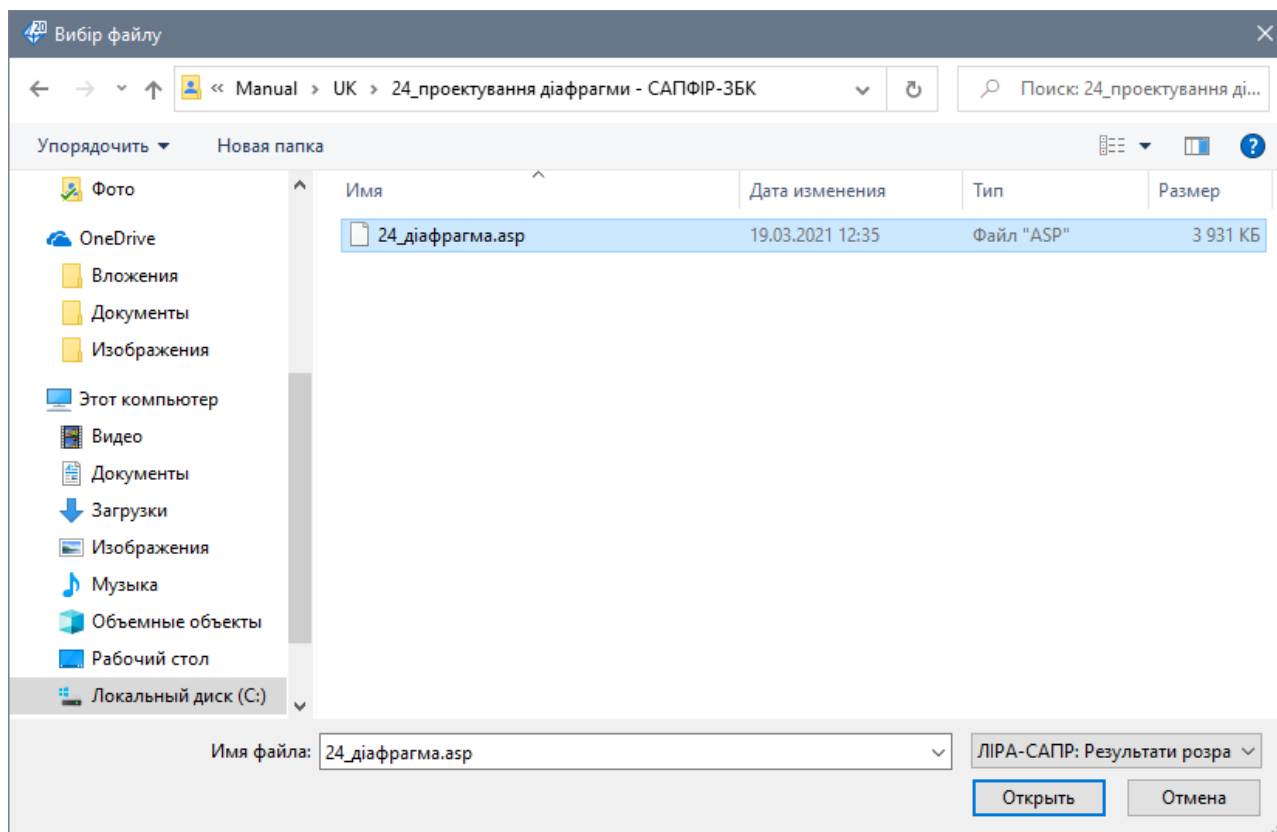


Рис. 24.2. Імпорт результатів армування діафрагми

- У вікні **Службова інформація** відобразиться інформація про процес імпорту: нормативний документ, згідно з яким було виконано розрахунок, вид розрахунку (РСЗ, РСН, Зусилля), кількість КЕ співвіднесених з діафрагмами, які армуються, кількість колон і балок, що підлягають армуванню.
- Програма виконає автоматичний підбір виду під імпортовані результати – мозаїку армування і відобразить модель в каркасному режимі візуалізації.



Розрахункове армування може бути показано по двох напрямках для обох граней діафрагми, а також по максимальній площі, взятій з двох граней, яка і використовується при подальшому конструюванні (рис. 24.3). У лівому нижньому кутку діафрагми виводиться цифра максимального значення площі розрахункового армування в КЕ діафрагми. Значення площі виводиться на лицьовій грані діафрагми (лицьовою гранню вважається права грань стіни від

її початкової точки). Відображуване значення площі армування залежить від обраного напрямку та грані візуалізації результатів.

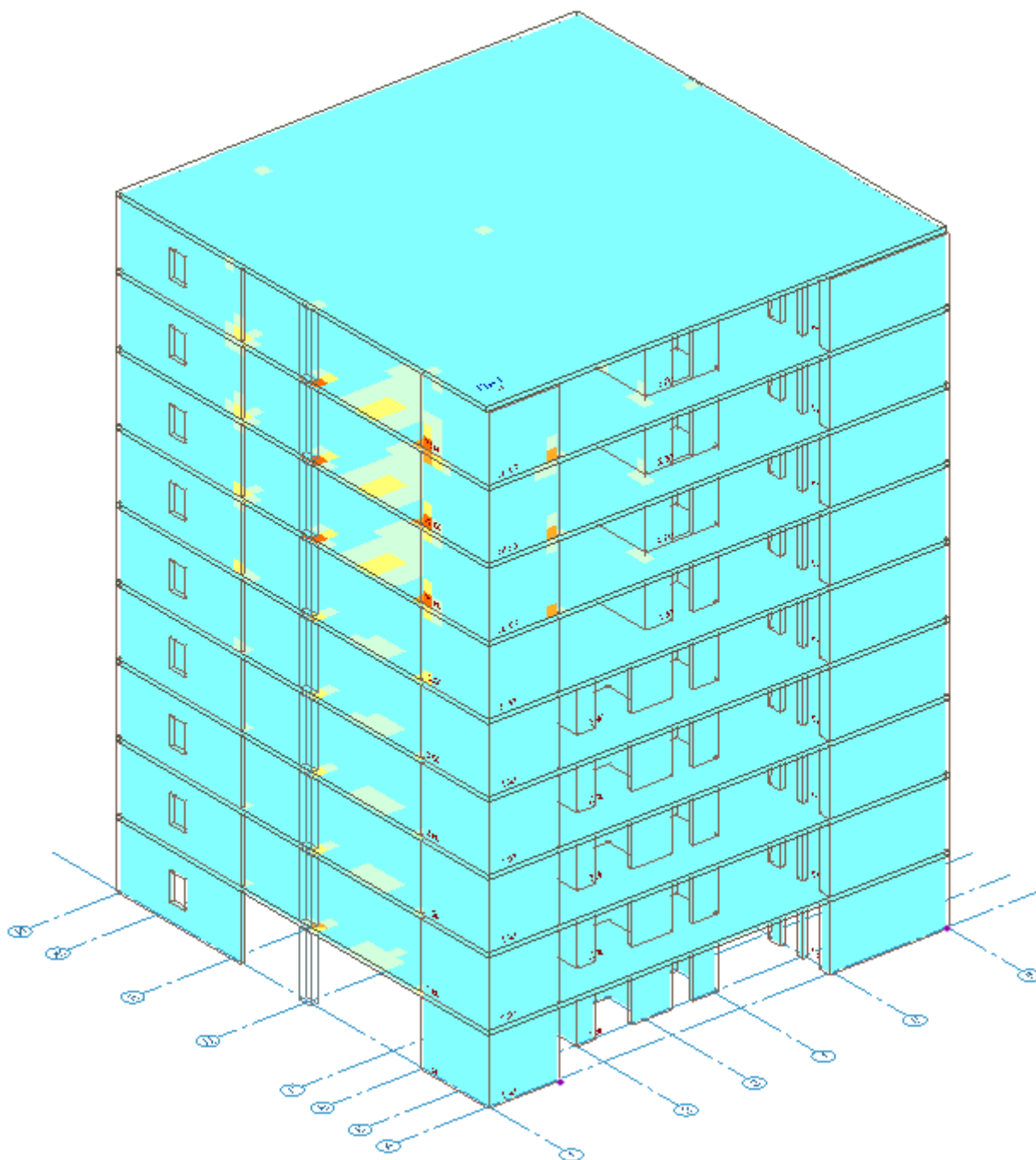


Рис. 24.3. Візуалізація розрахункового армування



### Етап 3. Конструювання діафрагми в автоматичному режимі

#### Створення уніфікованої групи

- Виконайте поворот схеми, утримуючи праву кнопку миші, і перегляньте необхідні розрахункові площі армування для діафрагм.



Поворот схеми для вибору зручного ракурсу виконується при натиснутій правій кнопці миші. Навігація в графічній області проекту виконується при натиснутій середній кнопці миші. Для наближення до об'єктів схеми необхідно використовувати колесо прокрутки.

- Керуючись відображеними значеннями і мозаїкою площі армування виділіть діафрагму шостого поверху, розташовану на осі Ж між осями 1-2 (рис. 24.4).
- Натисніть кнопку  – **Виділити вгору** (панель **Вибір** на вкладці **Редагування**).
- З затиснутою клавішею **Ctrl** клацніть по діафрагмі останнього поверху, щоб зняти з неї виділення.
- У діалоговому вікні **Властивості 3 об'єктів** задайте наступне:
  - **маркування** – Дж\_1;
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту** (клавіша **Enter** на клавіатурі).

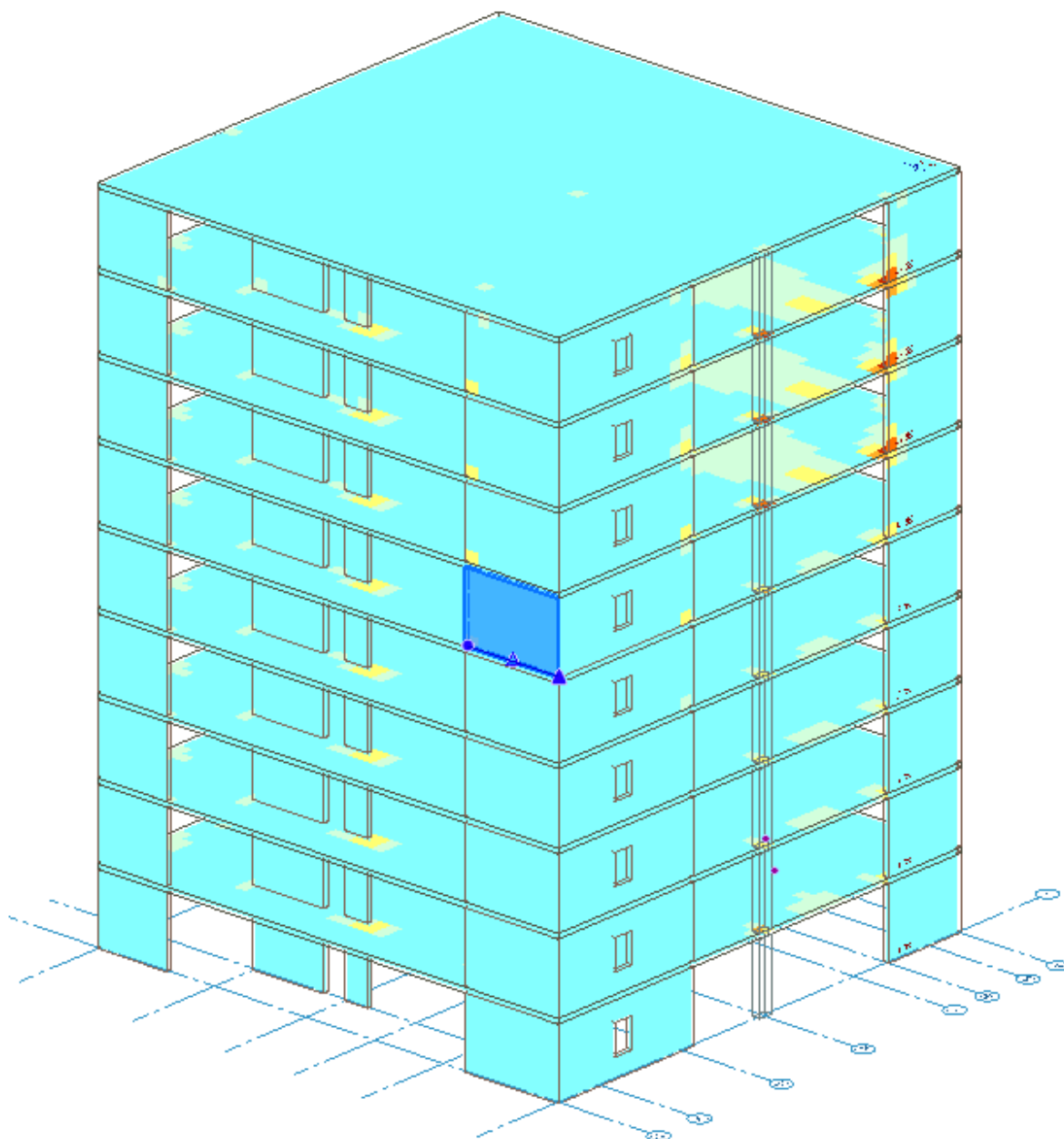



Рис. 24.4. Створення уніфікованої групи Дж\_1



Призначена марка для уніфікованої групи діафрагм графічно відобразиться у 3D виді. У лівому нижньому кутку промаркованих діафрагм над значенням максимальної площі армування з'явиться позначення призначеної марки.

- Виконайте клацання по будь-якій з обраних діафрагм пліті, щоб зняти виділення з плітей діафрагм і залишити виділеною тільки одну.

- Натисніть кнопку  – **Заармувати** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**). У новій закладці вікна створиться вид армування діафрагми марки **ДЖ\_1** з мозаїкою армування, інтенсивність якої відповідає всім екземплярам уніфікованої групи ДЖ\_1.



Якщо стіні, яка армується, попередньо була призначена марка, то ПК САПФІР видасть попередження, що **Виділеній стіні не призначена марка. Призначити?** (рис. 24.5). Натисніть кнопку **Так**. У діалоговому вікні, що з'явилося, **Маркування елементів конструкції** (рис. 24.6) погодьтеся з маркуванням за умовчанням або введіть необхідне значення та натисніть кнопку **Так**. У вид армування виділиться саме та стіна, яка була вказана.

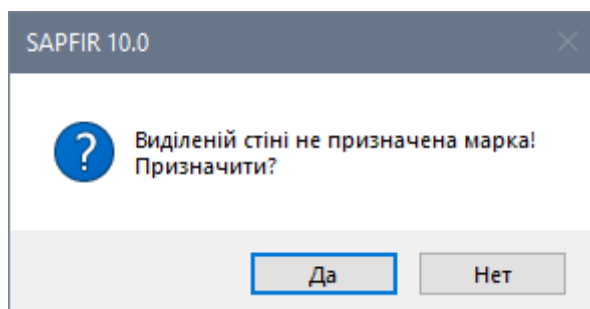


Рис. 24.5. Діалогове вікно Sapfir 10.0

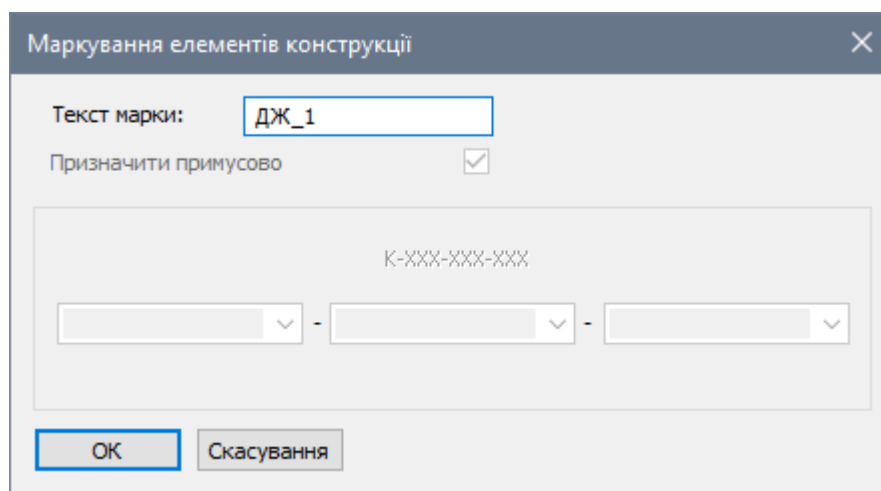




Рис. 24.6. Діалогове вікно Маркування елементів конструкції



Має значення спосіб створення стіни. Якщо стіна була створена з включеною опцією **Ланцюжок**, то армуватися буде розгортка стіни. Для армування тільки одного сегменту

стіни, необхідно виділити стіну натиснувши кнопку  – **Розділити на сегменти** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**). Після цього потрібно заново довантажити

результати розрахунку армування через меню **Програми**  – **Імпорт результатів підбору арматури**.

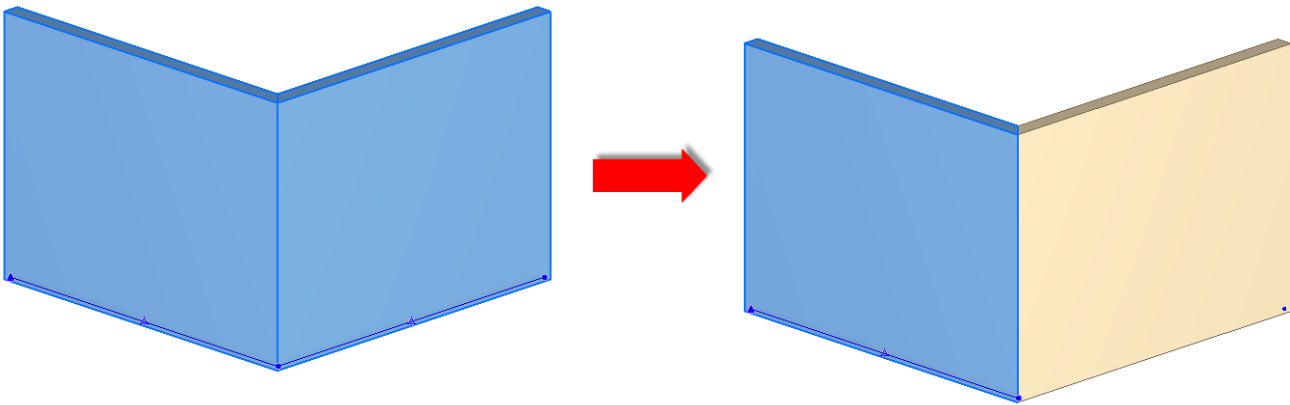
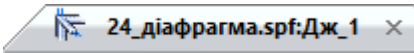


Рис. 24.7. Поділ стіни на сегменти

Редагування автоматичного розміщення стержнів у діафрагмі

➤ У новій закладці вікна, що відкрилася,  (рис. 24.8) залізобетонна стіна вже отримала деякий початковий варіант автоматичної розстановки стержнів. Зони армування діафрагм підібрані з таким кроком і діаметром, щоб відповідати необхідній розрахунковій площі армування в КЕ.

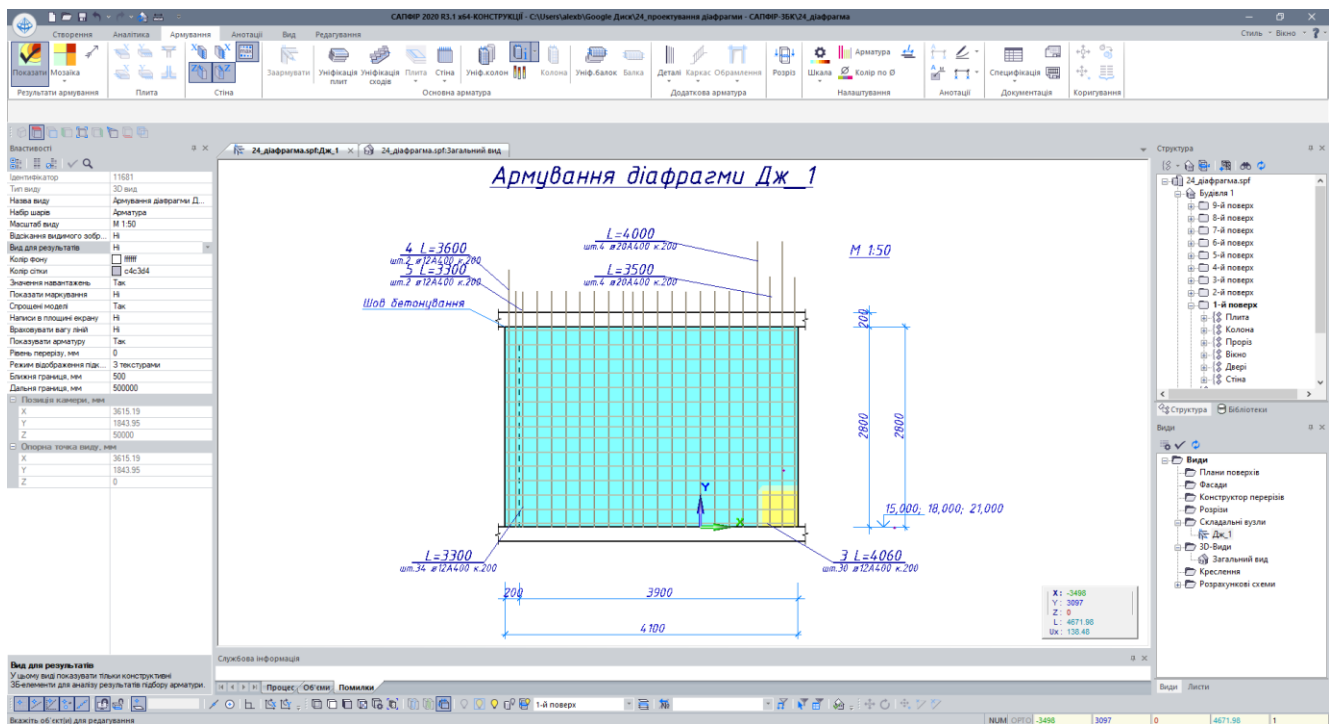


Рис. 24.8. Автоматичне конструювання діафрагми Дж\_1



Для того, щоб на розгортці стіни викреслювалась плита і вказувалося положення шва бетонування необхідно, щоб фізичні (архітектурні) моделі стін були вирівняні по перекриттю. Вирівнювання фізичних моделей стін по перекриттю можна здійснити як на етапі створення моделі перед розрахунком, так і після імпорту результатів підбору армування, безпосередньо перед проектуванням діафрагми. Для цього необхідно виділити стіни і в діалоговому вікні **Властивості** (рис. 24.9) для параметру **Автопідрізування фізичної стіни по перекриттях** установити значення **Автоматично**.



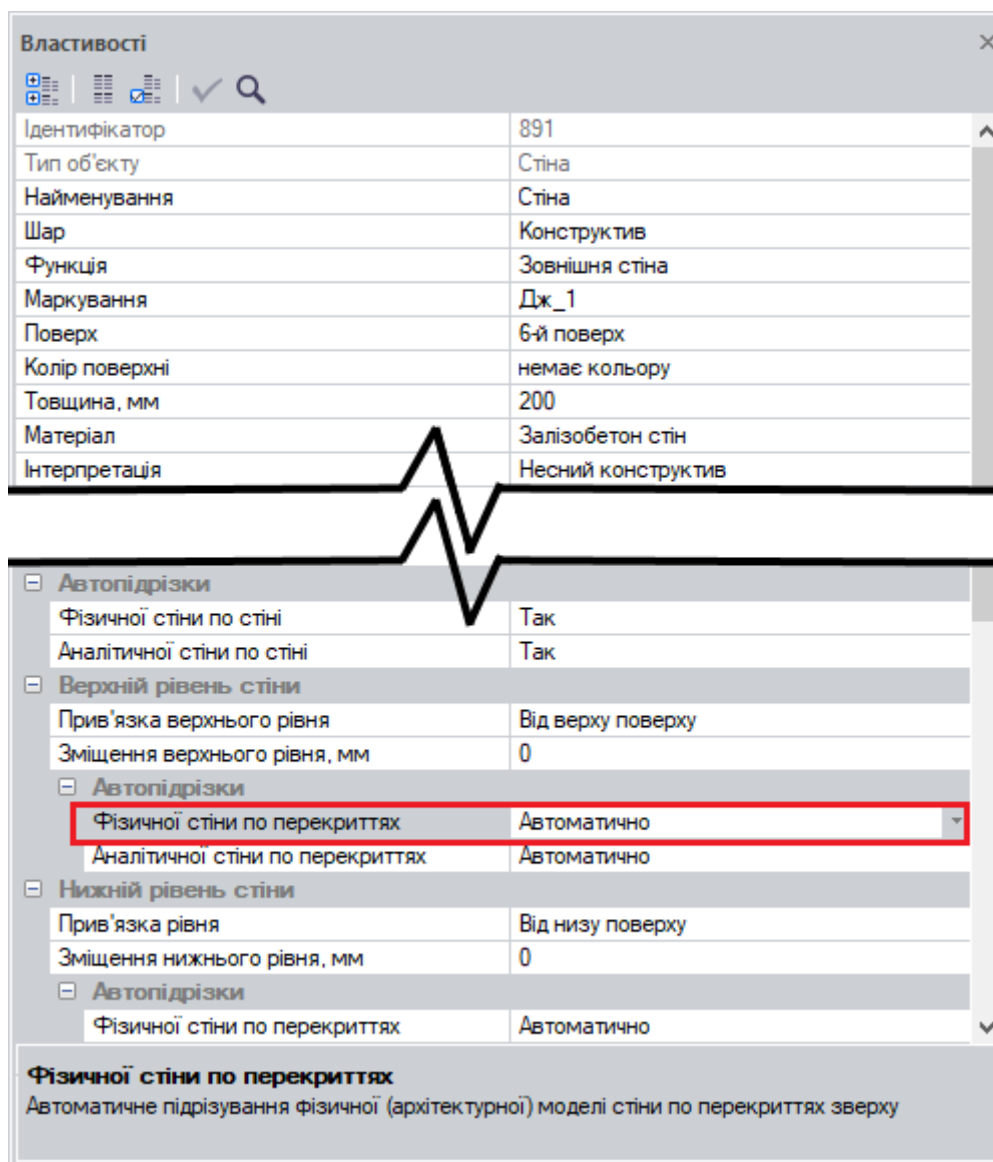



Рис. 24.9. Вирівнювання фізичних моделей стін по перекриттю



При початковому варіанті розстановки стержнів всі зони отримують необхідне значення перехлеста арматури згідно призначеного діаметру. Варіювати величиною перехлеста в ручному режимі можна в полі редагування **Арматурні випуски** у рядку властивостей інструменту **Зона армування** (рис. 24.10). Значення арматурних випусків, що застосовуються за умовчанням, складається з товщини плити та величини перехлеста

заданої в діалоговому вікні  – **Арматура** (рис. 24.11). В даному діалоговому вікні вказані налаштування, що застосовуються за умовчанням, для заданого набору арматурних стержнів. Ви можете створити свій власний набір арматурних стержнів і налаштувань для нього, зберегти його у файл. Призначений для користувача набір може використовуватися в подальшому в інших проектах.

Для крайніх зон діафрагм в автоматичному режимі призначаються випуски в розбіжку. Іноді розміри зони не дозволяють розмістити ціле число інтервалів і з'являється додатковий (добірний) крок – деякі стержні встановлюються ближче один до одного, ніж визначено параметром «Крок стержнів». Співвідношення величини відступів для зони дозволяють управляти місцем, в якому стержні будуть розташовуватися густіше. Якщо відступи зліва і справа однакові, то стержні будуть розташовуватися густіше в центрі. Якщо один з відступів більше, то «загущення» буде тяжіти туди, де відступ менше. Наявність локального «згущення», пов'язаного з додатковим кроком, не впливає на мозаїку недоармування.



Рис. 24.10. Блок Арматурні випуски в рядку властивостей інструменту Зона армування

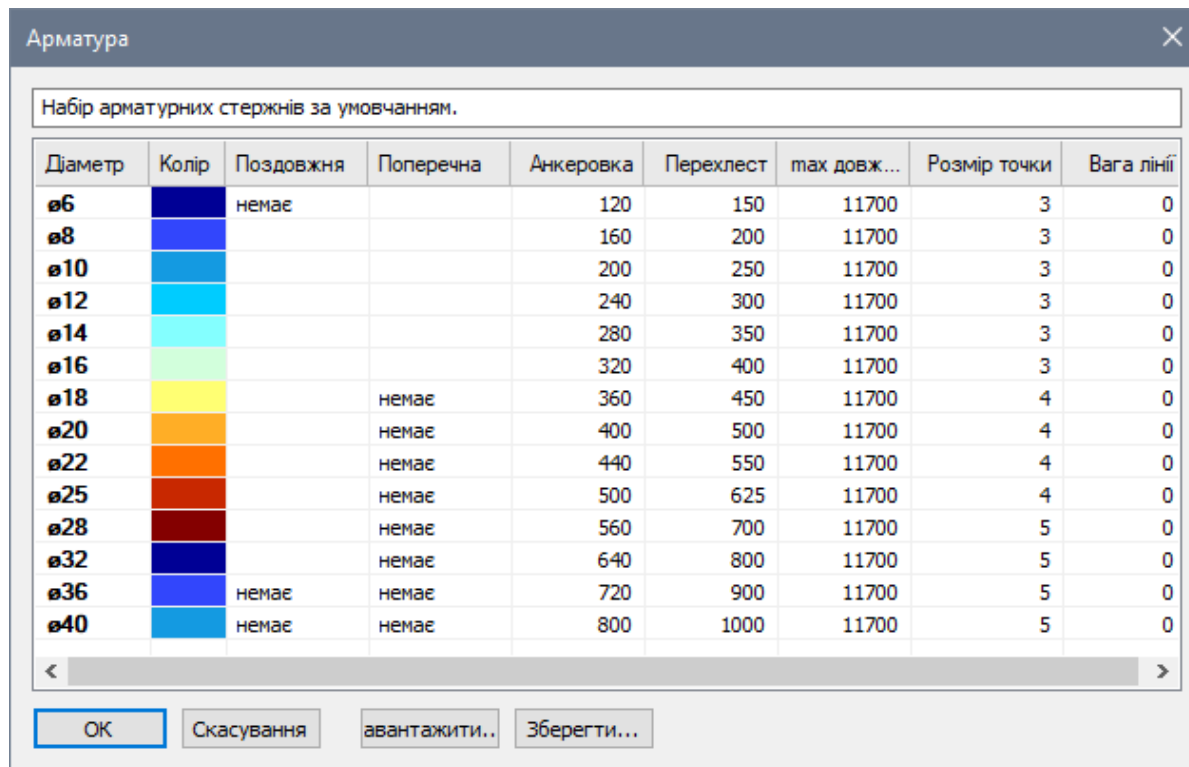


Рис. 24.11. Діалогове вікно Арматура



- Виділіть праву вертикальну зону армування.
- Натисніть правою кнопкою миші по лівій контрольній точці (синя точка) зони армування.
- У контекстному меню, яке з'явилося, виберіть команду **ЛСК в точку**.
- Натисніть і утримуючи натиснутою кнопку миші потягніть вправо ліву контрольну точку зони армування.
- Натисніть клавішу **X** на клавіатурі. У вікні координат активується поле вводу координати X. Задайте величину координати **750 мм** (рис. 24.12). Проконтролюйте, щоб координата **Y** була **0**.



Рис. 24.12. Вікно координат





- Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження вводу.
- Натисніть клавішу **Esc**, щоб зняти виділення з діафрагми.
- Виділіть вертикальну зону армування, що посередині.
- Натисніть і утримуючи натиснутою кнопку миші потягніть вправо праву контрольну точку зони армування діафрагми.
- Натисніть клавішу **X** на клавіатурі і введіть значення 650 у вікно координат.
- Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження вводу.
- Натисніть клавішу **Esc**, щоб зняти виділення з зони.

### Армування діафрагми жорсткості останнього поверху

- Поверніться на вкладку «**Загальний вид**».
- Виділіть діафрагму жорсткості останнього поверху (над ДЖ\_1).
- У діалоговому вікні **Властивості** задайте наступне:
  - **маркування** – ДЖ\_3;
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Натисніть кнопку  – **Заармувати** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).
- Заармуйте стіну за аналогією з ДЖ\_1.

### Етап 4. Автоматичне конструювання діафрагми з отвором

#### Призначення уніфікованої групи діафрагми з отвором

- У діалоговому вікні **Види** виконайте подвійне натискання по рядку  **Загальний вид**.
- У закладці 3D виду, яка відкрилася, виділіть діафрагму на шостому поверсі, що примикає до законструйованої стіни.
- Натисніть кнопку  – **Виділити вгору** (панель **Вибір** на вкладці **Редагування**).
- З затиснутою клавішею **Ctrl** клацніть по діафрагмі останнього поверху, щоб зняти з неї виділення.
- У діалоговому вікні **Властивості 3 об'єктів** задайте наступне:
  - **маркування** – Дж\_2;
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Виконайте натискання миші в будь-яку діафрагму плити, щоб зняти виділення з усією плиті діафрагм і залишити виділеною тільки одну.
- Натисніть кнопку  – **Заармувати** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**). Відкриється нова закладка вікна з видом армування діафрагми (рис. 24.13).

### Армування діафрагми Дж\_2

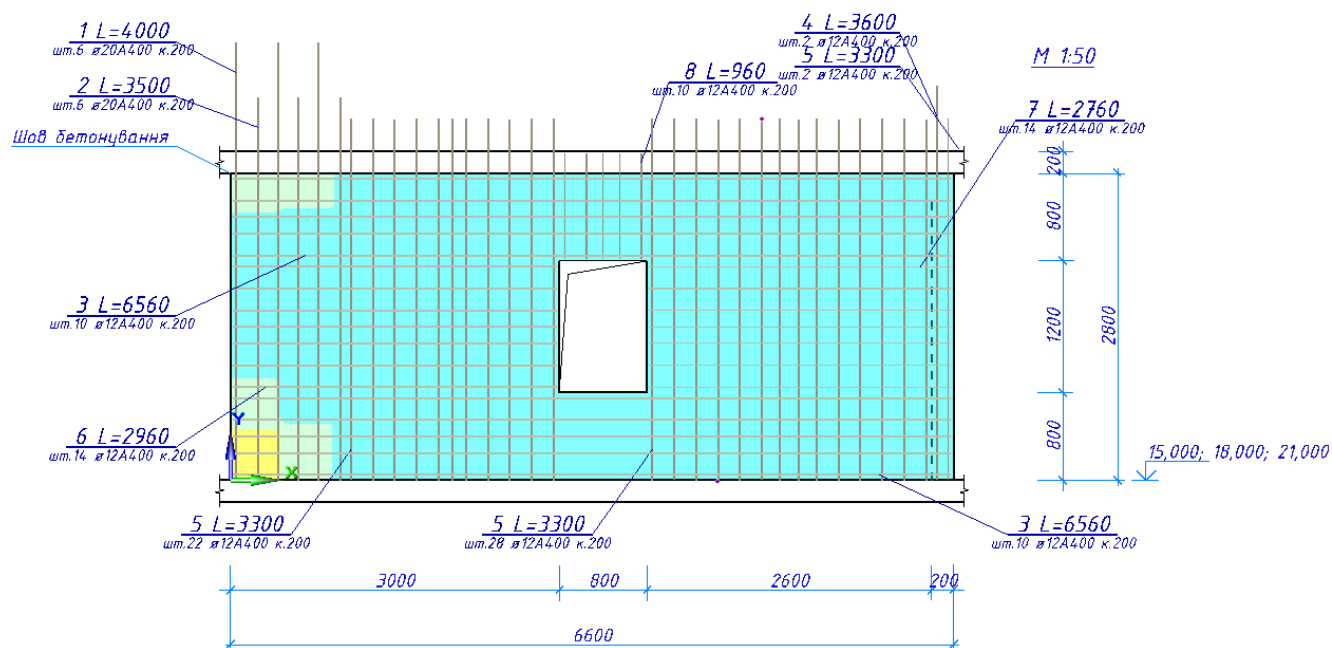






Рис. 24.13. Автоматичне конструювання діафрагми Дж\_2

### Створення нової зони армування

- Щоб додати зону армування натисніть кнопку  – **Зона армування** у розкритому списку **Стіна** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).
  - У рядку властивостей інструменту **Зона армування** задайте наступне:
    - $\varnothing 12$ ;
    - **крок** – 200мм;
    - **відступи**: зліва і справа по 50, знизу 0, зверху 20;
  -  – **арматурні випуски** – відключити.
- Проконтролюйте, щоб було вибрано розташування  – **Арматура вертикальна вздовж тильної та лицьової граней**, а також  – **Максимальна площа** (панель **Стіна** на вкладці **Армування**).
  - Розмістіть зону армування, вказавши ліву нижню точку зони в місці перетинання з метричною сіткою, праву верхню в місці перетинання з прорізом (рис. 24.14).

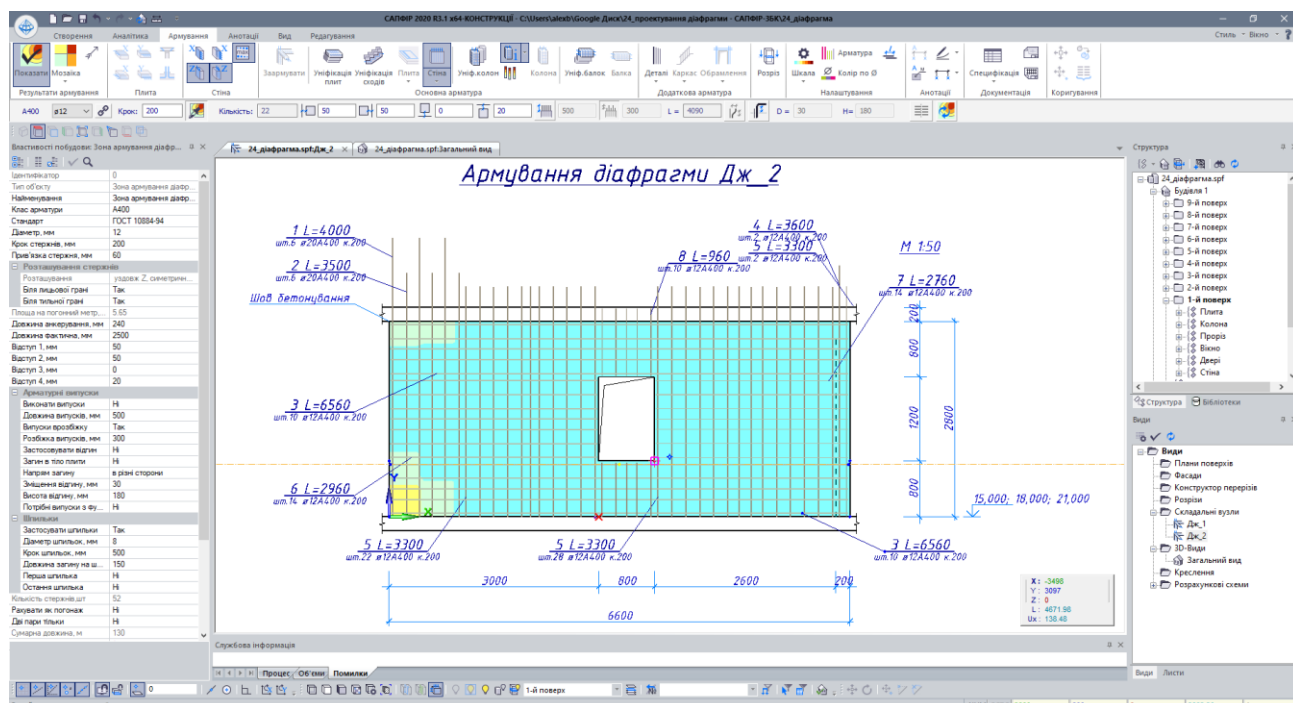


Рис. 24.14. Розміщення зони армування під вікном

- Вкажіть точку за межами діафрагми в місці, де повинна розташовуватися виноска.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з режиму побудови.

### Редагування положення вже створених зон.

- Виділіть крайню ліву зону армування.
- Натисніть на праву верхню контрольну точку зони і, утримуючи натиснутою кнопку миші, почніть рух вліво.
- Розмістіть границю зони в місці, де знизу закінчується ізополе жовтого кольору, що відповідає значенню на шкалі  $\varnothing 20$  ш.100 (рис. 24.15 Зона 1).

## Армування діафрагми Дж 2

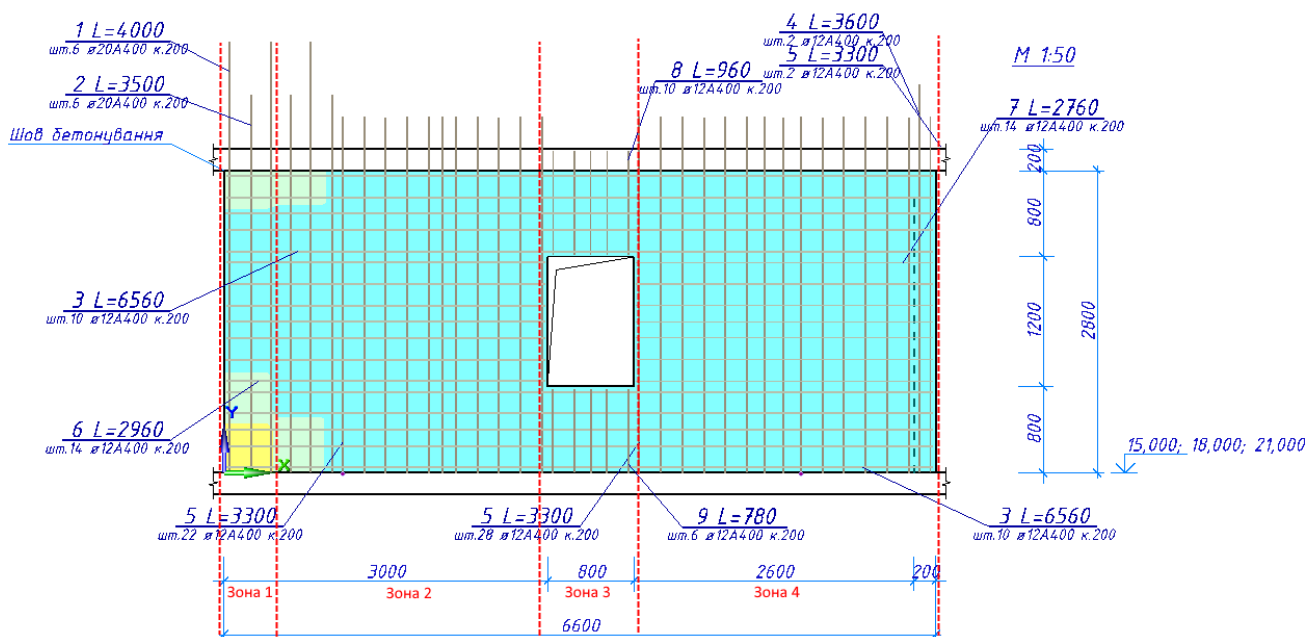



Рис. 24.15. Розташування зон армування

### Налаштування модуля кроку зони армування

- Викличте діалогове вікно **Налаштування програми** (рис. 24.16) натисканням по кнопці  – **Налаштування** (панель **Налаштування** на вкладці **Вид**).
- У діалоговому вікні, що відкрилося, виконайте наступне:
  - перейдіть на вкладку **Армування**;
  - у блоці **Армування стін** поставте **Модуль кроку в зонах, мм** – 50.
- Після цього натисніть кнопку **ОК**.

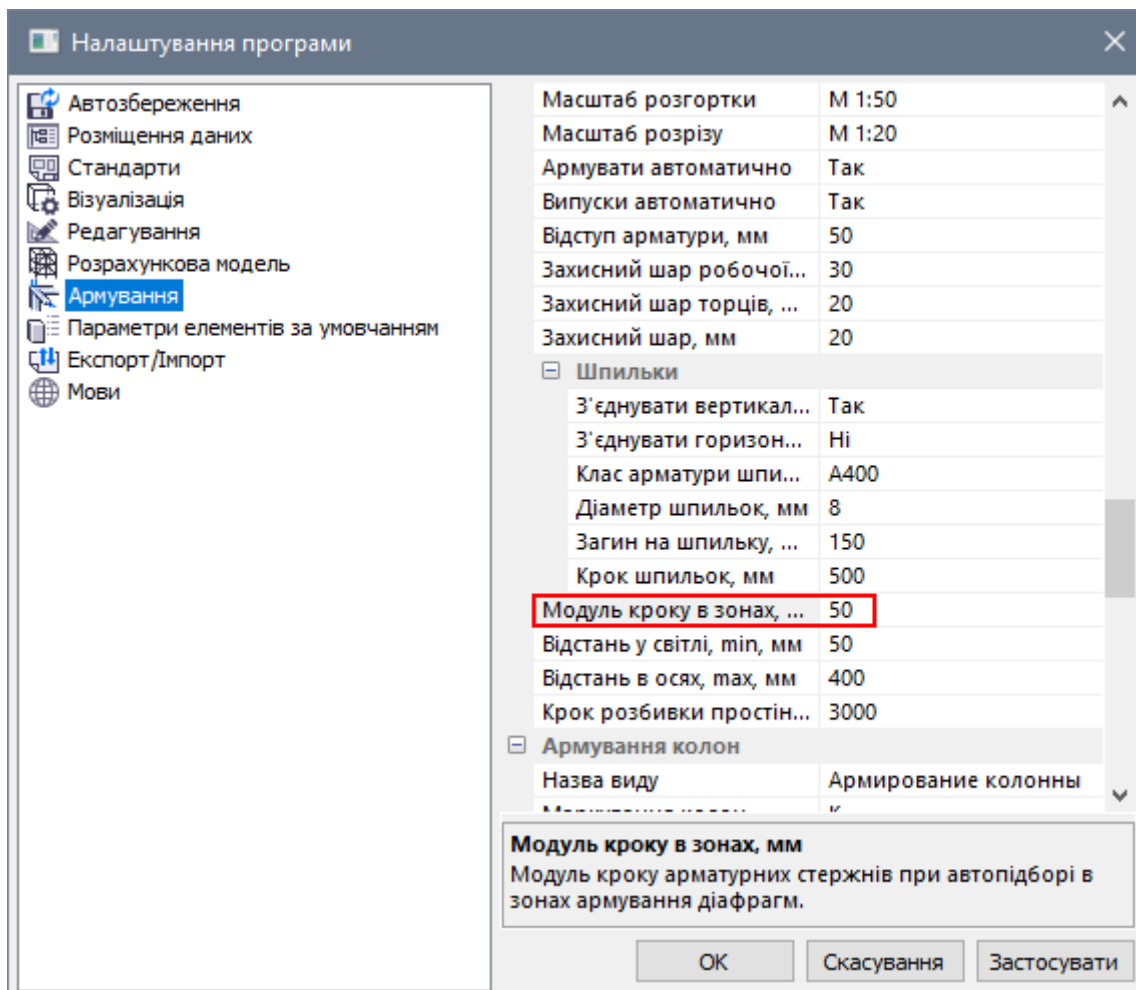



Рис. 24.16. Діалогове вікно Налаштування програми

#### Коригування діаметру зони армування

- Виділіть крайню зліва зону армування.
- У рядку властивостей інструменту **Зона армування** задайте наступне:
  - натисніть кнопку  – **Зв'язати**;
  - у розкритому списку  $\emptyset$  виберіть 25;
  - введіть значення **200** у полі **Крок**.
  - натисніть **Enter** на клавіатурі для підтвердження введених даних.
- Після цього натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з зони армування.



Інструмент **Зв'язати** встановлює залежність між діаметром і кроком стержнів. Відповідно, при збільшенні діаметру збільшується і крок арматурних стержнів для забезпечення необхідної розрахункової площі армування. Збільшення кроку відбувається з певним **модулем кроку в зонах**, заданим у діалоговому вікні **Налаштування САПФІР** на закладці **Армування** у блоці **Армування стін** (рис. 24.16). Збільшення та зменшення кроку стержнів відбувається в межах конструктивних вимог, заданих у цьому ж діалоговому вікні (**відстань у світлі, min; відстань в осях, max**).

- Встановіть локальну систему координат у праву контрольну точку лівої крайньої зони через команду контекстного меню **ЛСК в точку**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з зони армування.
- Виділіть другу зліва зону армування, виконавши натискання по ній.
- Натисніть на ліву контрольну точку діафрагми і утримуючи кнопку миші почніть рух вліво.
- Натисніть клавішу **X** на клавіатурі і введіть значення **100мм**.

- Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі, щоб підтвердити введення координати (введенням координат з клавіатури ми змоделювали відступ між зонами, що дорівнює основному кроку стержнів 200мм) (рис. 24.15, зона 2).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з зони армування.
- Натисніть правою кнопкою миші і виберіть з контекстного меню команду ЛСК в 0,0,0.

### Коригування діаметру зони армування

- Виділіть зону армування над вікном.
- У рядку властивостей інструменту **Зона армування** задайте наступне:



- **Арматурні випуски** – 500мм (рис. 24.17).
- Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з зони армування.

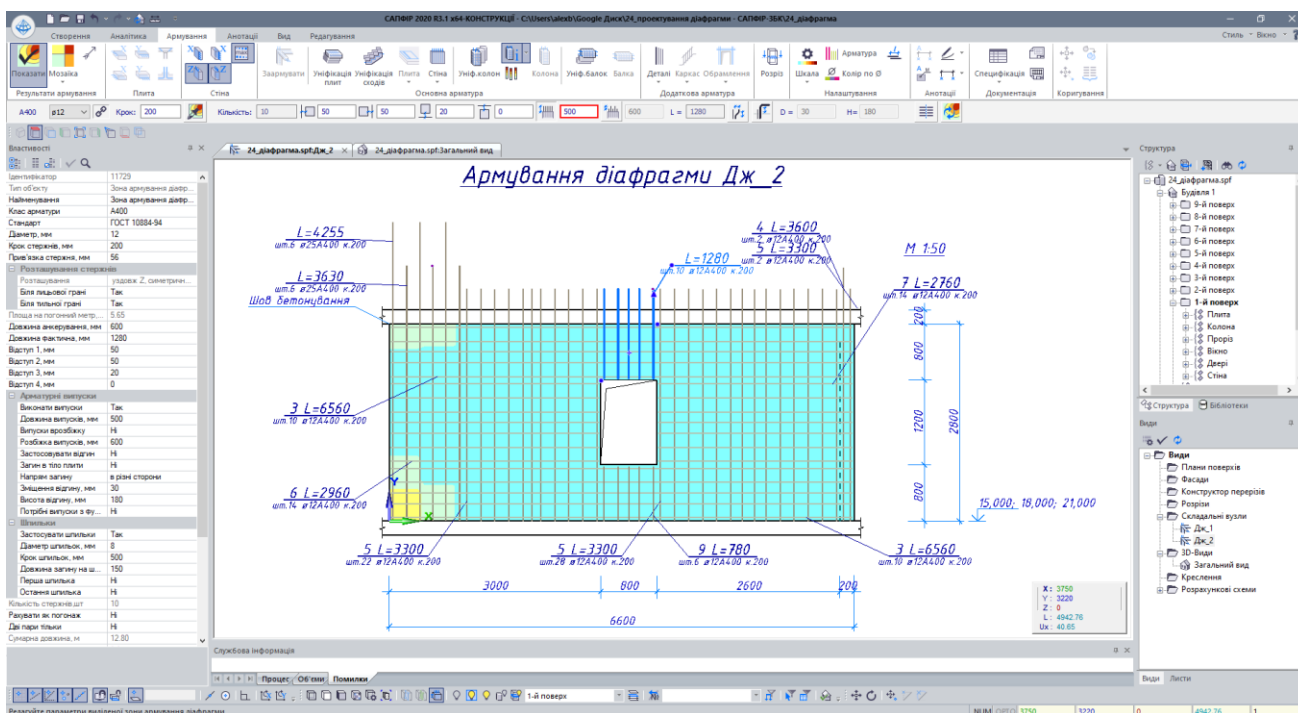



Рис. 24.17. Редагування довжини випусків для зони армування

### Обрамлення отворів

- Виконайте натискання по контуру прорізу для його виділення.
- Викличте діалогове вікно **Обрамлення отвору** (рис. 24.18) натисканням по кнопці  – **Обрамлення отвору** у розкритому списку **Обрамлення** (панель **Додаткова арматура** на вкладці **Армування**).
- У діалоговому вікні, що відкрилося, задайте наступне:



- вимкніть кнопку **П- елементи по периметру**;



- натисніть кнопку **Однакові параметри**;
  - значення кроку S, мм – 100 для прямих стержнів по вертикалі та по діагоналі;
  - значення S', мм – 100 для прямих стержнів по вертикалі.
- Після цього натисніть кнопку **Прийняти** (рис. 24.19).

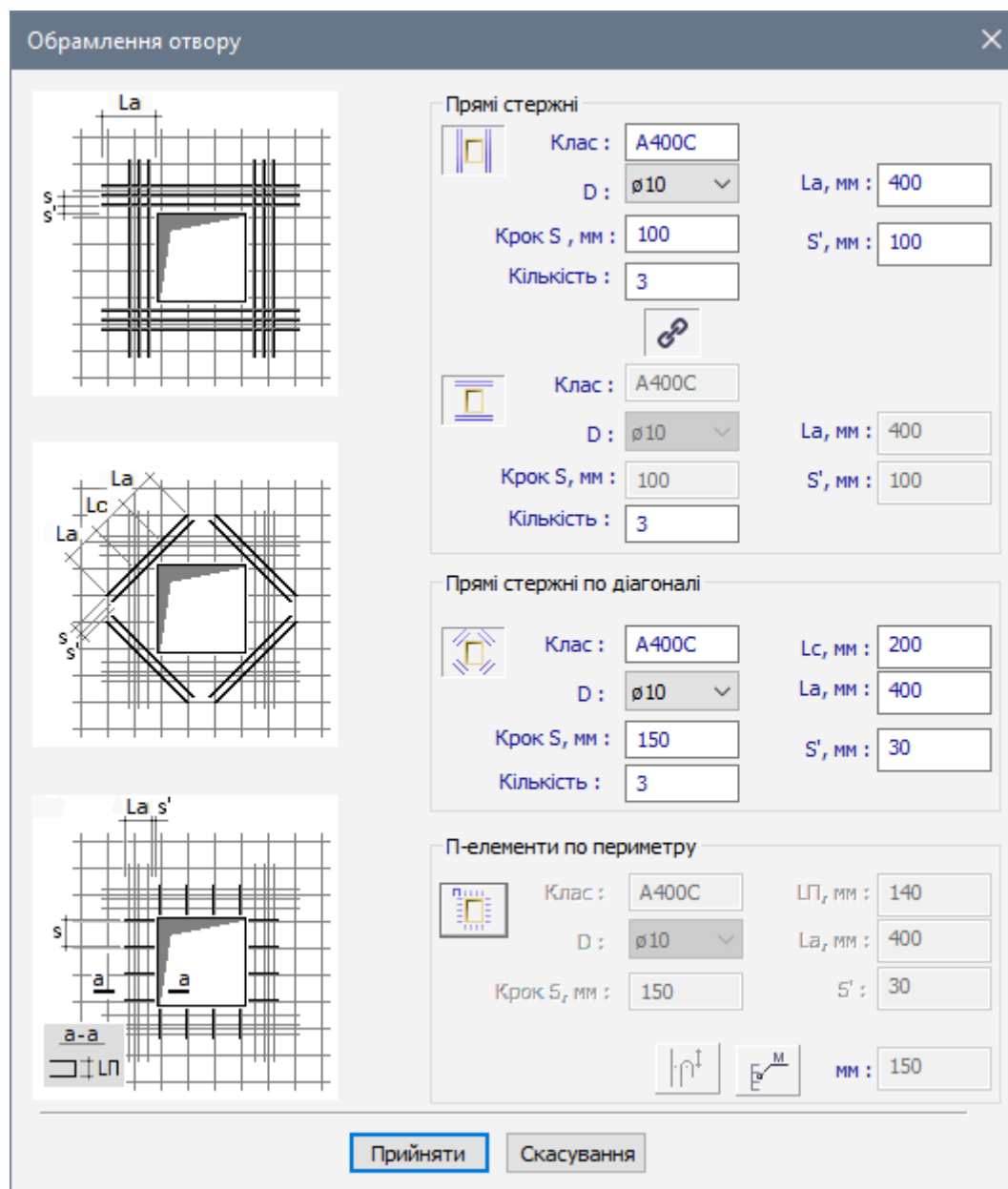


Рис. 24.18. Діалогове вікно **Обрамлення отвору**



## Армування діафрагми Дж\_2

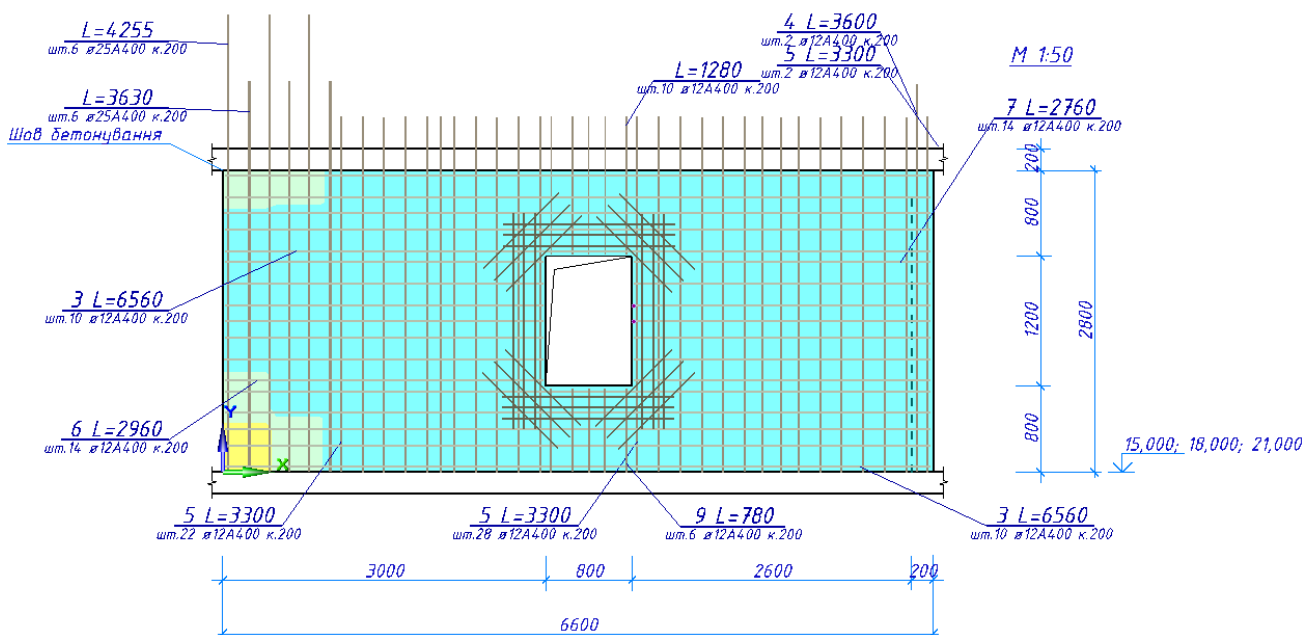





Рис. 24.19. Законструйована діафрагма з обрамленим отвором

### Маркування елементів обрамлення отвору


- Виділіть вертикальні стержні зліва від отвору.
- Натисніть кнопку  – **Марка-виноска** у рядку властивостей інструменту **Арматурний стержень**. Поруч з виділеними стержнями з'явиться виноска.
- Таким же чином створіть виноска для горизонтальних і похилих стержнів.
- При необхідності, відредагуйте положення виноска за допомогою команди  – **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**).
- Викличте діалогове вікно **Специфікація арматури. Дж\_2** (рис. 24.20) натисканням по кнопці  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).
- У діалоговому вікні, що відкрилося, перегляньте специфікацію арматури та натисніть кнопку **ОК**, щоб призначити елементам позиції по специфікації (рис. 24.21).

Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Маса	Уніф. Дт, кг	Примітка
1	ГОСТ 10884-94	ø25A400, L=4255	6 шт.	98.4	-	
2	ГОСТ 10884-94	ø25A400, L=3630	6 шт.	83.9	14.5	
3	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=6560	20 шт.	116.5	-	2 ділянки
4	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=3600	2 шт.	6.4	5.3	
5	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=3300	52 шт.	152.3	13.8	3 ділянки
6	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=2960	14 шт.	36.8	4.2	
7	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=2760	14 шт.	34.3	2.5	
8	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=1280	10 шт.	11.4	13.1	
9	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=780	10 шт.	6.9	4.4	
10	ГОСТ 10884-94	ø10A400С, L=2000	12 шт.	14.8	-	
11	ГОСТ 10884-94	ø10A400С, L=1600	12 шт.	11.8	3.0	
12	ГОСТ 10884-94	ø10A400С, L=1000	24 шт.	14.8	8.9	
ОСп1	ГОСТ 10884-94	ø8A400, L=390	132 шт.	20.3	-	Шпилька
ОСп2	ГОСТ 10884-94	ø8A400, L=380	30 шт.	4.5	-	Шпилька
Дж_2		B25	3.45 м³			
Разом:				613.2		в середньому 177.8 кг/м³

Рис. 24.20. Діалогове вікно Специфікація арматури. Дж\_2

## Етап 5. Робота з розрізами діафрагми

### Створення розрізу діафрагми ДЖ\_2

- Натисніть кнопку  – **Розріз** (панель **Розріз** на вкладці **Армування**).
- У рядку властивостей інструменту **Розріз** задайте наступне:
  - Позначення – 1.
- Натисніть клавішу **Enter** для підтвердження.
- Виконайте натискання зліва від діафрагми на середині висоти діафрагми, вкажіть другу точку розрізу праворуч від діафрагми.
- Вкажіть третю точку зверху від позначення розрізу, щоб напрямок погляду був униз (рис. 24.22).
- У діалоговому вікні **SAPFIR 10.0** (рис. 24.21) виконайте натискання по кнопці **Так**. Нижче діафрагми відобразиться розріз.

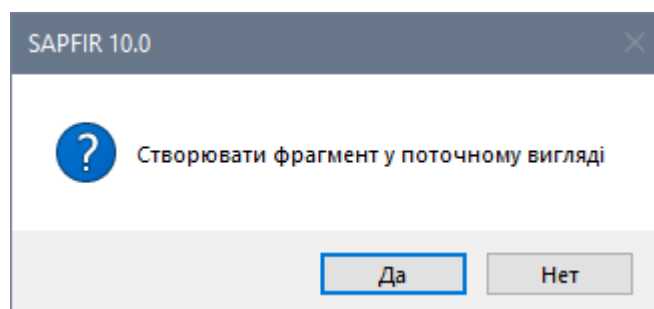


Рис. 24.21. Діалогове вікно SAPFIR 10.0

### Армування діафрагми Дж\_2

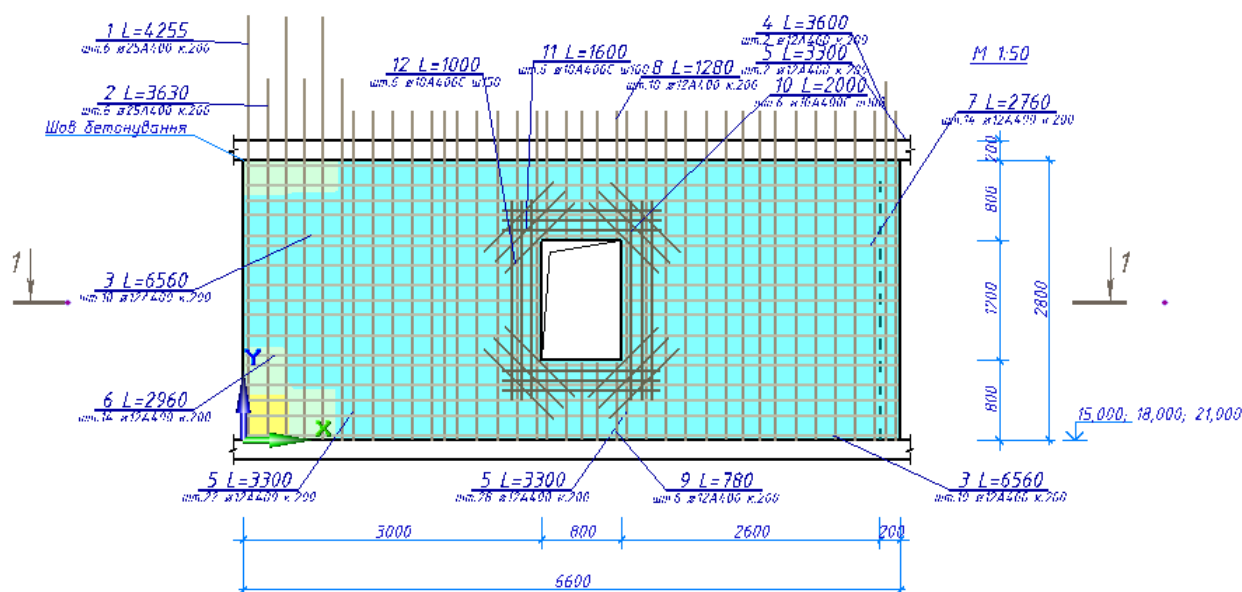


Рис. 24.22. Створення розрізу по діафрагмі

- Щоб перейти до редагування розрізу виконайте подвійне натискання по зображенню розрізу в моделі (рядок **Дж\_2: Розріз 1-1** – у діалоговому вікні **Види**). У новій закладці вікна відкриється розріз діафрагми (рис. 24.23).

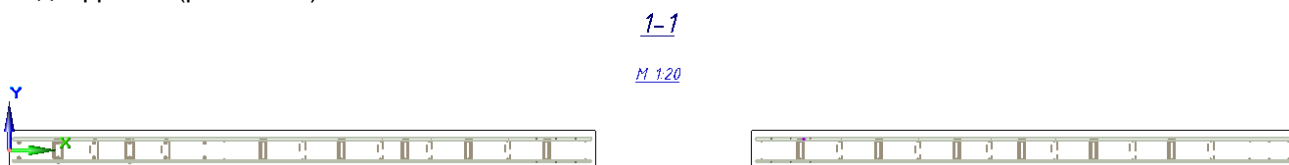




Рис. 24.23. Розріз діафрагми Дж\_2

#### Редагування прив'язки стержнів


- У закладці розрізу діафрагми, що відкрилася, наблизьтесь до прорізу, використовуючи колесо прокрутки.
- Утримуючи натиснутою клавішу Shift виділіть зони вертикальних стержнів, які перетинаються з горизонтальними з двох сторін прорізу (рис. 24.23).
- У діалоговому вікні **Властивості 2 об'єктів** введіть наступне:
  - **Прив'язка стержня, мм – 55.**
- Після цього натисніть кнопку – **Застосувати до об'єкту** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення зі стержнів.
- Виділіть крайню ліву зону армування.
- У діалоговому вікні **Властивості** задайте наступне:
  - **Прив'язка стержня, мм – 62.5.**
- Після цього натисніть кнопку – **Застосувати до об'єкту**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з зони армування.

#### Створення ланцюжка розмірів

- Натисніть кнопку – **Ланцюжок розмірів** (панель **Анотації** на вкладці **Армування**).
- У рядку властивостей інструменту **Ланцюжок розмірів** задайте наступне:

- **напрямок** –  – **Уздовж Y** відключити.
- Задайте першу точку ланцюжка розмірів у лівій крайній точці розрізу, а другу – у правій крайній, щоб позначити початок і кінець ланцюжка.
- Виконайте обзომірювання стіни, вказавши послідовно точки на початку стіни, на початку прорізу, в кінці прорізу, в кінці стіни.
- Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для завершення вводу.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з інструменту **Ланцюжок розмірів**.
- Виділіть створений ланцюжок розмірів.
- Натисніть кнопку  – **Перенос** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**).
- Натисніть на контрольну точку ланцюжка розмірів і утримуючи кнопку миші потягніть її вниз.
- Виконайте натискання на деякому віддаленні від розрізу в місці, де буде розташовуватися ланцюжок розмірів.

### Маркування елементів на розрізі

- Натисніть кнопку  – **Створити марки виноски** (панель **Марки** на вкладці **Армування**).
- При необхідності, відредагуйте положення (рис. 24.24).

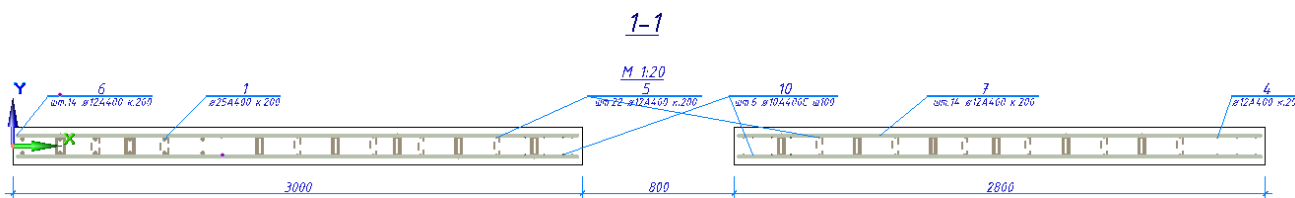







Рис. 24.24. Розріз діафрагми Дж\_2 з маркуванням

### Армування діафрагми жорсткості останнього поверху


- Поверніться на вкладку **«Загальний вид»**.
- Виділіть діафрагму жорсткості останнього поверху (над ДЖ\_2).
- У діалоговому вікні **Властивості** задайте наступне:
  - **маркування** – Дж\_4;
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- Натисніть кнопку  – **Заармувати** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).
- Заармуйте стіну по аналогії з Дж\_2 (відредагуйте автоматично створені зони армування, додайте вертикальну зону армування, створіть обрамлення для прорізу).

## Етап 6. Створення вузлів армування


### Відображення арматури на плані поверху

- У діалоговому вікні **Структура** виділіть рядок  **6-й поверх** і натисніть по ньому правою кнопкою миші.
- У відкритому контекстному меню виберіть команду **Показати план поверху**. Відкриється нова закладка вікна з видом плану.
- Виділіть дві стіни, розташовані в лівому верхньому кутку, утримуючи натиснутою клавішу **Shift**.
- Натисніть кнопку  – **Виділити вгору** (панель **Вибір** на вкладці **Редагування**).
- Натисніть кнопку  – **Арматура** на панелі інструментів **Візуалізація**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення зі стін.



Арматура відображається в поточному режимі візуалізації. При необхідності прибрати заливку граней зі стін натисніть кнопку  – **Каркас** на панелі інструментів **Візуалізація**.

### Створення вузла армування

- Виділіть дві стіни, розташовані в лівому верхньому кутку, утримуючи натиснутою клавішу **Shift**.
- Натисніть кнопку  – **2D вузол** (панель **Види** на вкладці **Види**).
- У діалоговому вікні **SAPFIR 10.0** (рис. 24.25) натисніть кнопку **Ні**. План поверху отримає необхідне позначення вузла і відкриється нова закладка вікна, що містить відсічений фрагмент плану з назвою **Вузол Дж\_2/Дж\_1**.

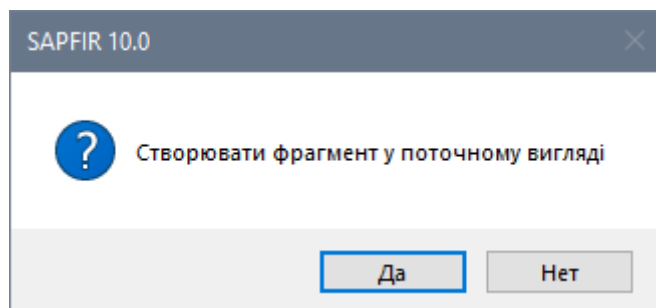



Рис. 24.25. Діалогове вікно **SAPFIR 10.0**



Всі створені вузли армування та види документування для армування діафрагм зберігаються в папці **Складальні вузли** діалогового вікна **Види**.





Для варіювання границею відсікання виберіть інструмент  – **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**). Виділіть границю відсікання. Натисніть на контрольну точку на середині грані і починайте рух, утримуючи кнопку миші. Виконайте натискання в місці, де Ви хочете встановити границю відсікання.

### Редагування зон армування

- Виділіть крайню ліву вертикальну зону армування діафрагми **Дж\_1**.
- Видаліть цю зону армування натиснувши на клавішу **Del** на клавіатурі.
- Виділіть крайню вертикальну зону армування діафрагми **Дж-2**, яка ближче до кута.
- Відредагуйте положення перших стержнів зони таким чином, щоб вони відповідали рис. 24.26.

### Створення деталей

- Натисніть кнопку  – **Г-деталь** у розкритому списку **Деталі** (панель **Додаткова арматура** на вкладці **Армування**).
- У рядку властивостей інструменту Г-деталь задайте наступне:
  - діаметр деталі D – **12мм**;
  - довжина сторони деталі La – **600мм**;
  - кількість – **14**;
  - крок – **200мм**.
- Розмістіть деталь біля зовнішнього кута стін (рис. 24.26) задавши кутову точку деталі та напрямком, в якому деталь буде розташовуватися.

- При необхідності відредагуйте прив'язку деталі до лицьової грані стіни – **156мм** і розміщення деталі, використовуючи команду  **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**).
- Розмістіть ще одну таку ж деталь біля внутрішнього кута стіни (рис. 24.26). При необхідності відредагуйте прив'язку деталі – **68мм**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з інструменту Г-деталь.

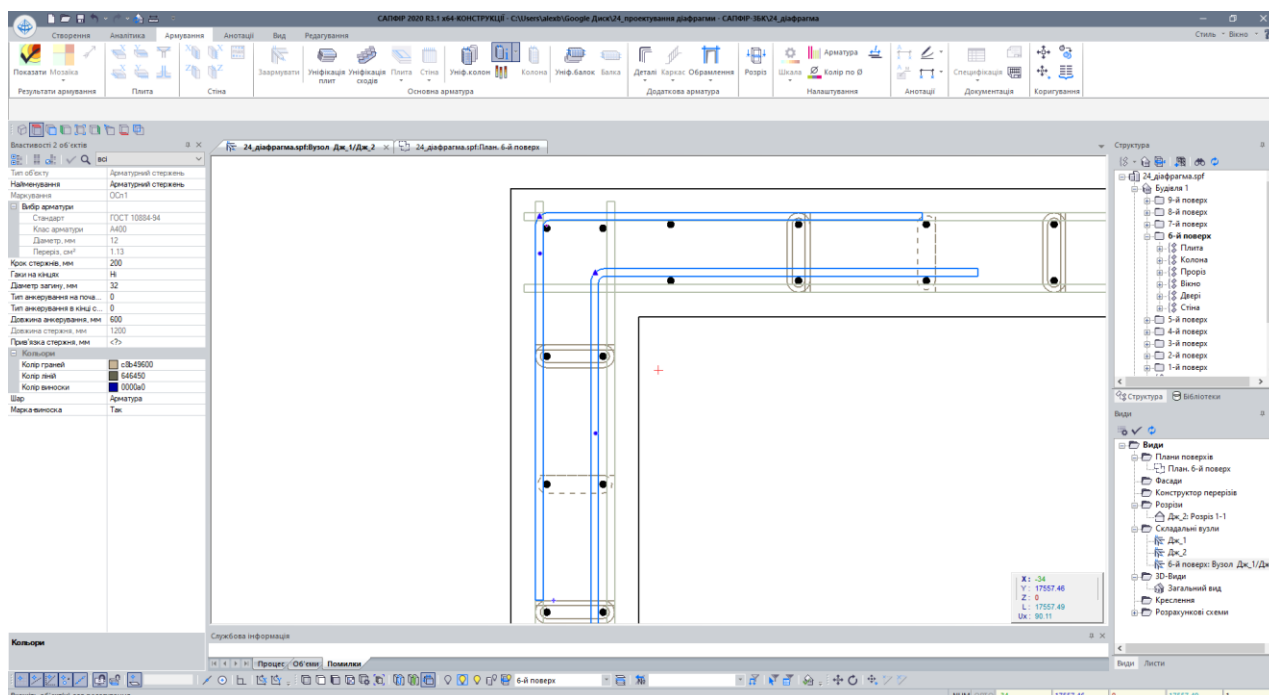


Рис. 24.26. Розміщення Г-елементів

### Коригування масштабу виду

- У діалоговому вікні **Властивості** для виду **Вузол Дж\_2/Дж\_1** виконайте наступне:
  - викличте діалогове вікно **Масштаб плану поверху** (рис. 24.27) натисканням напроти параметру **Масштаб виду**.
  - у діалоговому вікні, що відкрилося, виберіть із розкривного списку масштаб **М 1:20**.

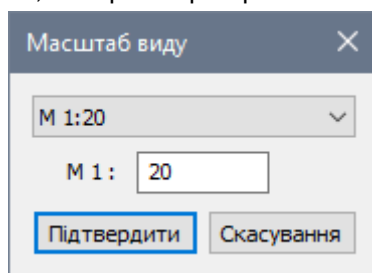





Рис. 24.27. Діалогове вікно Масштаб виду

- натисніть кнопку **Підтвердити**.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту**.


### Анотування вузла армування

- Виділіть Г-елемент.
- Натисніть кнопку  – Створити марки-виноски (панель **Марки** на вкладці **Анотації**).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з деталі.

- Аналогічним способом створіть марки-виноски для всіх вертикальних і горизонтальних зон армування (рис. 24.28). При необхідності, використовуйте команду  **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Анотації**), щоб відредагувати положення виноски.



Перед тим як створювати марки-виноски необхідно, щоб у всіх елементів була своя позиція по специфікації. Для цього потрібно у діалоговому вікні **Види** виконати подвійне натискання по рядку тієї діафрагми, для елементів якої виконувалися коригування, які могли призвести до зміни марки. Після цього відкрити специфікацію відкоригованої діафрагми натисканням по

кнопці  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**) і натиснути на кнопку **ОК**. Щоб продовжити роботу з вузлом армування у діалоговому вікні **Види** виконайте подвійне натискання по рядку **поверх #6: Вузол ДЖ\_2/ДЖ\_1**.

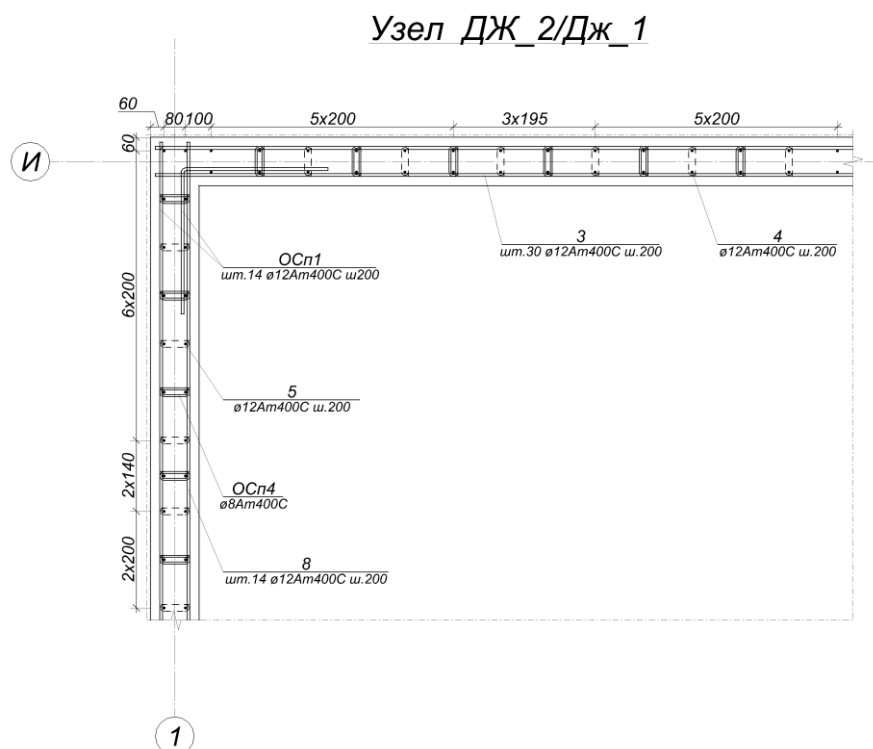



Рис. 24.28. Вузол армування стін ДЖ\_2/ДЖ\_1

#### Нанесення розмірів на вузлі армування


- Натисніть кнопку  – **Лінійний** (панель **Розміри** на вкладці **Анотації**).
- Виконайте оброзмірювання зон армування, послідовно вказуючи стержні (рис. 24.28).





При необхідності використовувати текст замість розміру, встановіть прапорець текст у рядку властивостей інструменту **Лінійний розмір** і введіть необхідний текст у поле редагування справа. Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі, щоб застосувати зроблені зміни.

#### Етап 7. Візуалізації та коригування армування в 3D

##### Відображення законструйованого армування діафрагми в 3D виді

- У діалоговому вікні **Види** виконайте подвійне натискання по рядку  **Общий вид**, щоб відкрити нову закладку вікна з 3D видом моделі.

- Виділіть діафрагми законструйованих марок на шостому поверсі, утримуючи клавішу **Shift**, и натисніть кнопку  – **Виділити вгору** (панель **Вибір** на вкладці **Редагування**).
- Натисніть кнопку  – **Арматура** на панелі інструментів **Візуалізація**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з діафрагм.
- По черзі виділіть зони армування діафрагм жорсткості останнього поверху.

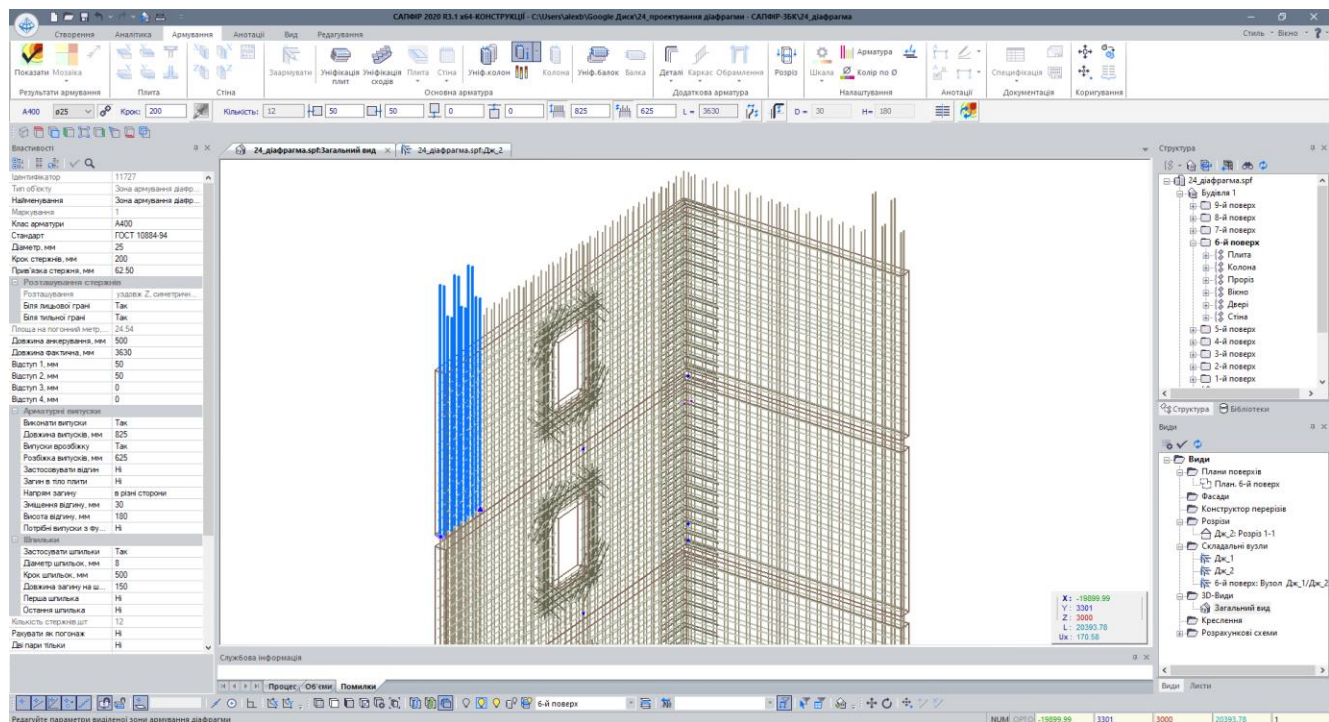





Рис. 24.29. Візуалізація запроєктованого армування в 3D



Для включення режиму відображення арматури в кольорі згідно діаметру виконайте натискання по кнопці  – **Колір по Ø** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).

Діаметри відображаються відповідно до кольорів, заданими у діалоговому вікні **Арматура** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**). В 3D можна виділяти зони армування і деталі для редагування їх параметрів (зміна діаметрів, кроку, довжини анкерування, редагування розташування зон та ін.)

### Коригування зон армування

- Викличте діалогове вікно **Фільтр указування об'єктів** (рис. 24.30) натисканням по кнопці  **Фільтр указування об'єктів** на панелі інструментів **Візуалізація**.
- У діалоговому вікні, що відкрилося, виконайте наступне:
  - відключіть указування всіх об'єктів натисканням по кнопці ;
  - установіть прапорець навпроти об'єкту **Зона армування діафрагми**;
  - натисніть кнопку **ОК** для підтвердження.



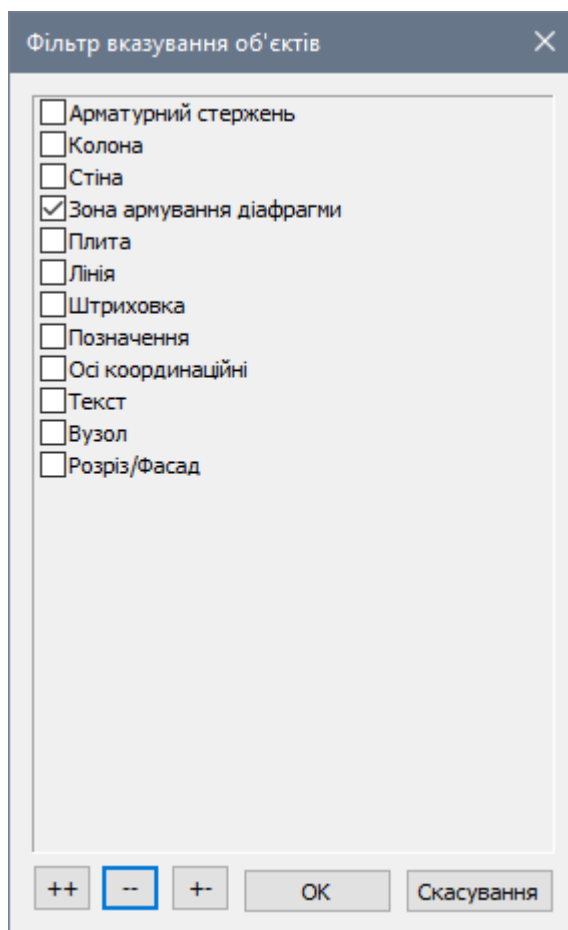




Рис. 24.30. Діалогове вікно Фільтр вказування елементів



- Виділіть всі зони вертикального армування на 6-му поверсі (крім зони армування під вікном), утримуючи натиснутою клавішу **Shift** на клавіатурі.
- У діалоговому вікні Властивості 7 об'єктів укажіть Застосовувати відгин – **Так**.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту**.



*Так як діафрагми жорсткості на 6-му, 7-му і 8-му поверхах уніфіковані та мають одну марку, зміни застосували у всіх стінах.*


- Виділіть всі зони вертикального армування на останньому поверсі.
- У діалоговому вікні Властивості 8 об'єктів укажіть Загиб у тіло плити – **Так**.
- Напрямок загибу – 2.
- Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту**.

#### Етап 8. Створення креслень в автоматичному режимі

- У діалоговому вікні **Види** виконайте подвійне натискання по рядку  ДЖ\_2. Відкриється нова закладка або автоматично активується вже відкрита з обраним видом армування.
- Викличте діалогове вікно натисканням по кнопці  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).

Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Маса	Уніф. Дл, кг	Примітка
1	ГОСТ 10884-94	Ø25A400, L=4255	6 шт.	98.4	-	
2	ГОСТ 10884-94	Ø25A400, L=3630	6 шт.	83.9	14.5	
3	ГОСТ 10884-94	Ø12A400, L=6560	20 шт.	116.5	-	2 ділянки
4	ГОСТ 10884-94	Ø12A400, L=3300	52 шт.	152.3	150.5	2 ділянки
5	ГОСТ 10884-94	Ø12A400, L=2960	14 шт.	36.8	4.2	
6	ГОСТ 10884-94	Ø12A400, L=2760	14 шт.	34.3	2.5	
7	ГОСТ 10884-94	Ø12A400, L=1280	10 шт.	11.4	13.1	
8	ГОСТ 10884-94	Ø12A400, L=780	10 шт.	6.9	4.4	
9	ГОСТ 10884-94	Ø10A400С, L=2000	12 шт.	14.8	-	
10	ГОСТ 10884-94	Ø10A400С, L=1600	12 шт.	11.8	3.0	
11	ГОСТ 10884-94	Ø10A400С, L=1000	24 шт.	14.8	8.9	
ОСп1	ГОСТ 10884-94	Ø12A400, L=1200	30 шт.	32.0	-	Г600х600мм
ОСп2	ГОСТ 10884-94	Ø8A400, L=390	138 шт.	21.2	-	Шпилька
ОСп3	ГОСТ 10884-94	Ø8A400, L=380	24 шт.	3.6	-	Шпилька
ОСп4	ГОСТ 10884-94	Ø8A400, L=380	6 шт.	0.9	-	Шпилька
Дж_2		B25	3.45 м³			
Разом:				639.6		в середньому 185.5 кг/м³

Рис. 24.31. Діалогове вікно Специфікація арматури. Дж\_2

- У діалоговому вікні, що відкрилося, натисніть кнопку **Помістити на креслення...**
- У діалоговому вікні **Викреслити таблиці відомостей та специфікацій арматури** (рис. 24.32) введіть наступне:
  - **ім'я** – армування діафрагми Дж\_2.
- Після цього натисніть кнопку  – **Накреслити вибрані таблиці та автопримітки**. Відкриється нова закладка вікна з листом креслення, на якому будуть розміщені вибрані таблиці.

Накреслити таблиці відомостей і специфікацій арматури

Стіна Дж\_2

**Аркуш**

новий  готовий  поточний

Ім'я :  
Армування діафрагми Дж\_2

Формат : A2    Основний напис : Формат 4    Назва шаблону :    Орієнтація :  
 книжкова  
 альбомна

Зона креслення, мм:

589
415
5
20

---

**Прив'язка таблиць**

Прив'язка таблиці - прив'язка правого верхнього кута таблиці. Висота таблиці - максимальна висота таблиці.

	Таблиця специфікацій :	Відомість деталей :	Відомість витрат сталі :
горизонтальна :	589 мм	394 мм	399 мм
вертикальна :	415 мм	415 мм	68 мм
висота таблиці :	350 мм	410 мм	

створити     створити     створити

Накреслити автопримітки




Рис. 24.32. Діалогове вікно Викреслити таблиці відомостей та специфікацій арматури

- У діалоговому вікні **Види** виконайте натискання по рядку **Дж\_2** і утримуючи натиснутою кнопку миші, затягніть вид армування на лист.
- Натисніть в місці, де хочете розташувати схему армування діафрагми, щоб зафіксувати її положення.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення зі схеми.
- Таким же чином витягніть на креслення вид **6-й поверх: Вузол Дж\_1/Дж\_2** (рис. 24.33).



- Для редагування положення об'єктів на кресленні використовуйте команду (панель **Коригування** на вкладці **Армування**). – Перенесення

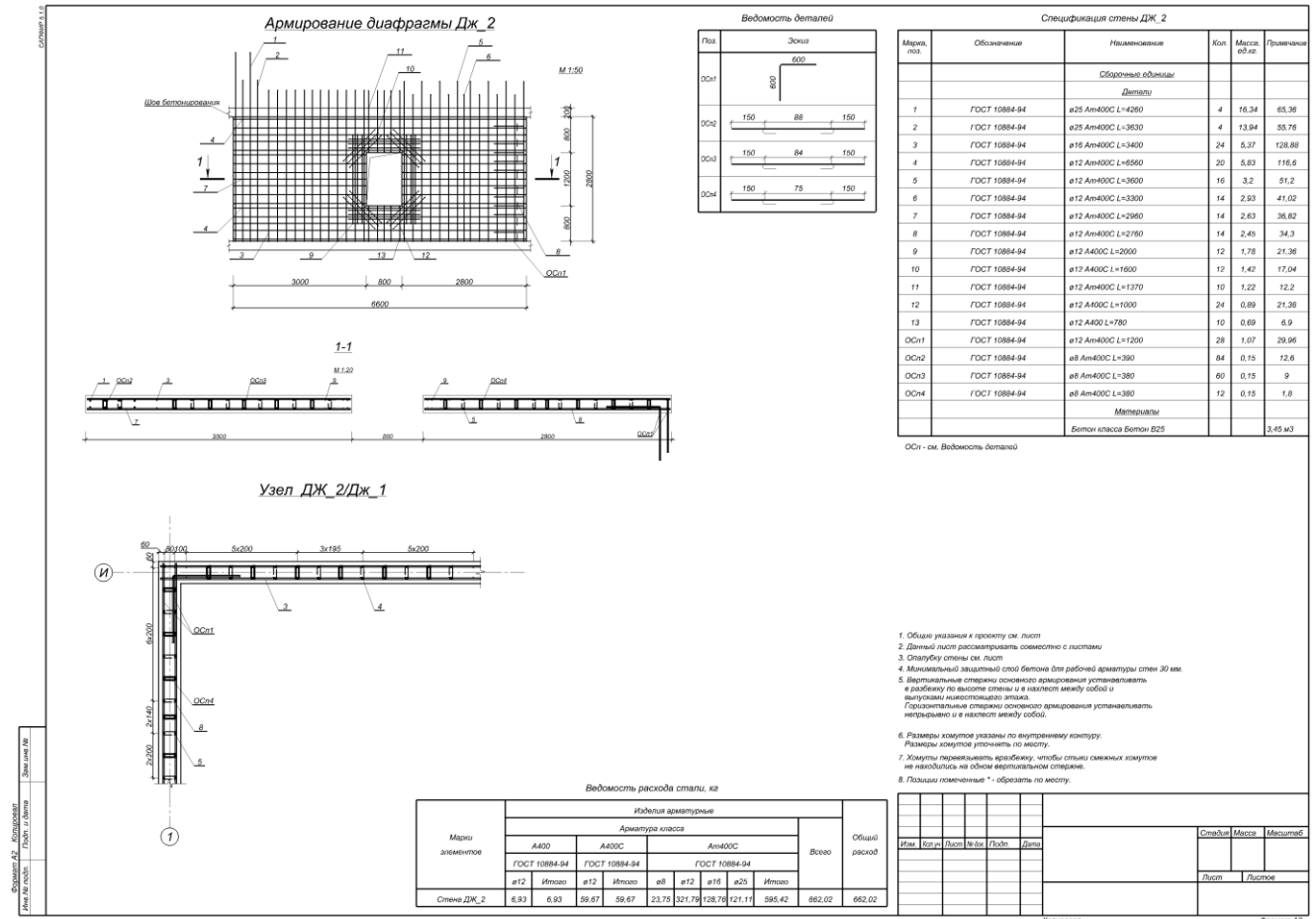


Рис. 24.33. Креслення армування монолітної стіни ДЖ\_2



Даний приклад демонструє процедуру армування діафрагми і вузлів монолітних стін і носить рекомендаційний характер. При необхідності виконайте доопрацювання креслення.

## Приклад 26. Розрахунок перерізу сталезалізобетонного перекриття з монолітною плитою по сталевому профільованому настилу за допомогою системи КОНСТРУКТОР ПЕРЕРІЗІВ

### Цілі та задачі:

- Визначити геометричні характеристики перерізу, необхідні для завдання жорсткостей стержневим елементам розрахункової моделі.

### Вихідні дані:

Переріз сталезалізобетонного перекриття з монолітною плитою по сталевому профільованому настилу (рис. 26.1):

- залізобетонна плита: матеріал плити – бетон В 30; арматурні включення: ГОСТ 5781-82, клас – А1,  $\varnothing 20\text{мм}$ ;
- профіль сталевий листовий гнучий з трапецієподібними гофрами: висота  $h=116\text{мм}$ ,  $V_1=187\text{мм}$ ,  $t=1.2\text{мм}$ ; матеріал – сталь оцинкована;
- балка: несиметричний двотавр (верхній пояс –  $150\times 12$ ; нижній пояс –  $630\times 10$ ; стінка –  $320\times 16$ ); матеріал – сталь прокатна.

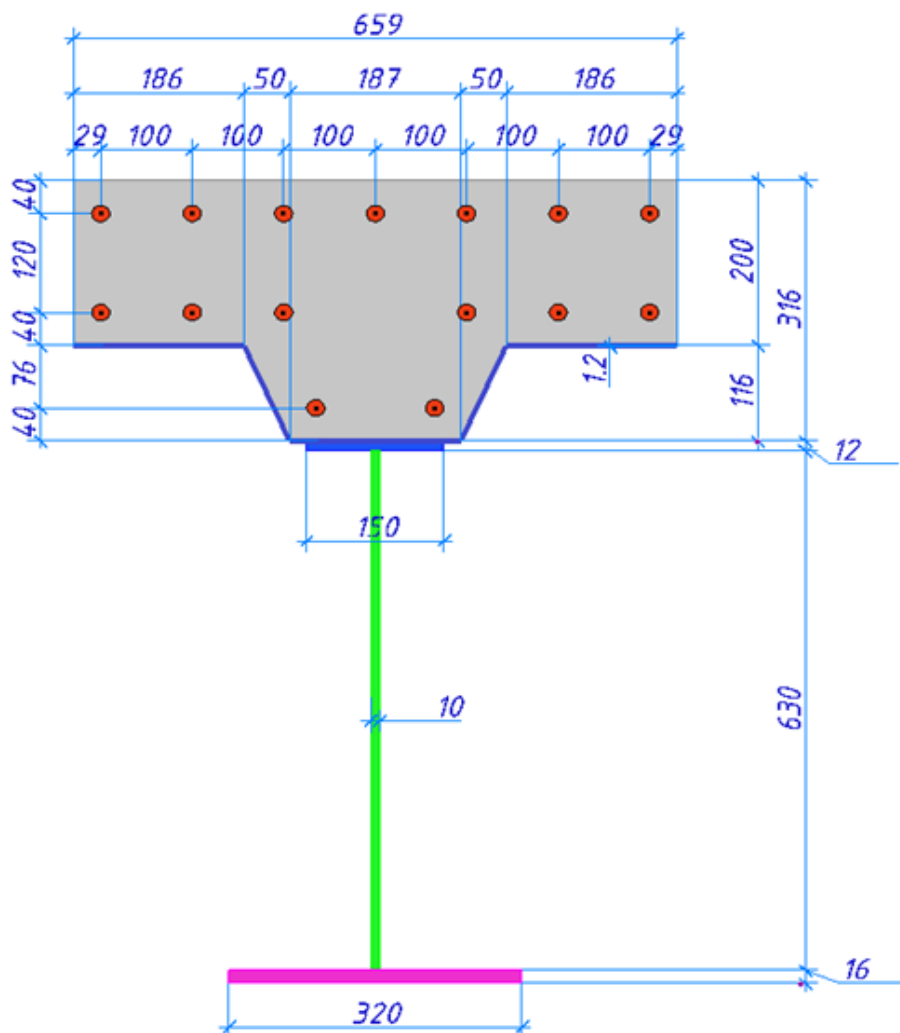


Рис. 26.1. Поперечний переріз сталезалізобетонного перекриття

Для того щоб почати роботу з **Конструктора перерізів**, виконайте наступні команди Windows:

**Пуск** ⇒ **ЛІРА-САПР 2020** ⇒ **Конструктор перерізів**.




Система **КОНСТРУКТОР ПЕРЕРІЗІВ** (КП) представляє собою спеціалізоване графічне середовище та містить інструменти для формування моно- та мульті матеріальних довільних перерізів. Конструктор перерізів дозволяє:

- формувати геометрію довільних багатоматеріальних масивних, тонкостінних і змішаних перерізів стержнів складної і простої, нестандартної та стандартної форми;
- задавати фізико-механічні характеристики матеріалів, що входять у переріз, з метою визначення напружень, які нелінійно залежать від деформацій;
- обчислювати жорсткісні характеристики цілісного перерізу і його складових частин, а також виконувати експорт цих характеристик у **ВІЗОР**;
- визначати НДС цілісного перерізу при заданих або імпортованих з **ВІЗОР** зусиллях;
- задавати закони нелінійного деформування бетонів різних марок і арматурних сталей відповідно до СП 63.13330.2012, СНиП 2.03.01-84\* і Єврокод 2;
- задавати закони нелінійного деформування смугового та профільного прокату;
- задавати закони нелінійного деформування в табличному виді;
- відображати НДС у виді мозаїк, ізополей та епюр напружень;
- виконувати анімацію напружень при покроковому нарощуванні заданих зусиль.

Інтерфейс системи реалізований на базі інструментарію САПФІР.

➤ Систему **Конструктор перерізів** також можна запустити з інших систем:

- Для перемикання з САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ в режим створення нового складеного перерізу


натисніть на кнопку  – Новий переріз (панель Інструменти побудови на вкладці Створення).

- Для перемикання з **ВІЗОР-САПР** у режим створення нового складеного перерізу натисніть кнопку




– **Конструктор перерізів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**).



## Етап 1. Створення нового проекту


- Для створення нового проекту відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі швидкого доступу).

### Завдання імені проекту

- Для збереження інформації про проект відкрийте меню **Програми** і виберіть пункт **Зберегти як** .
- У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:
  - ім'я файлу – **26\_переріз СЗБ перекриття**;
  - папку, в яку буде збережений цей проект.
- Натисніть кнопку **Зберегти**.

## Етап 2. Створення контуру багатоматеріального перерізу в системі **КОНСТРУКТОР ПЕРЕРІЗІВ**

- Натисніть кнопку  - **Створити переріз** (панель **Інструменти перерізу** на вкладці **Конструктор перерізів**). У діалоговому вікні властивостей відобразяться властивості побудови перерізу.
- У діалоговому вікні **Властивості побудови: Контур перерізу** викличте діалогове вікно **Матеріали** натисканням по  навпроти рядка **Матеріал**.

- У діалоговому вікні перейдіть на закладку **Загальні**, виберіть зі списку матеріал **Бетон В30** (рис. 26.2).
- Після цього натисніть на кнопку **ОК** (після закриття діалогового вікна рядок **Бетон В30** відображається навпроти параметру **Матеріал** як поточний обраний матеріал).
- У діалоговому вікні **Властивості побудови** задайте наступне:
- **Крок триангуляції – 20** (якщо це значення дорівнює нулю, то в якості кроку триангуляції приймається крок розбивки за умовчанням з діалогу «Налаштування розрахунку»).
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати до об'єкту**.

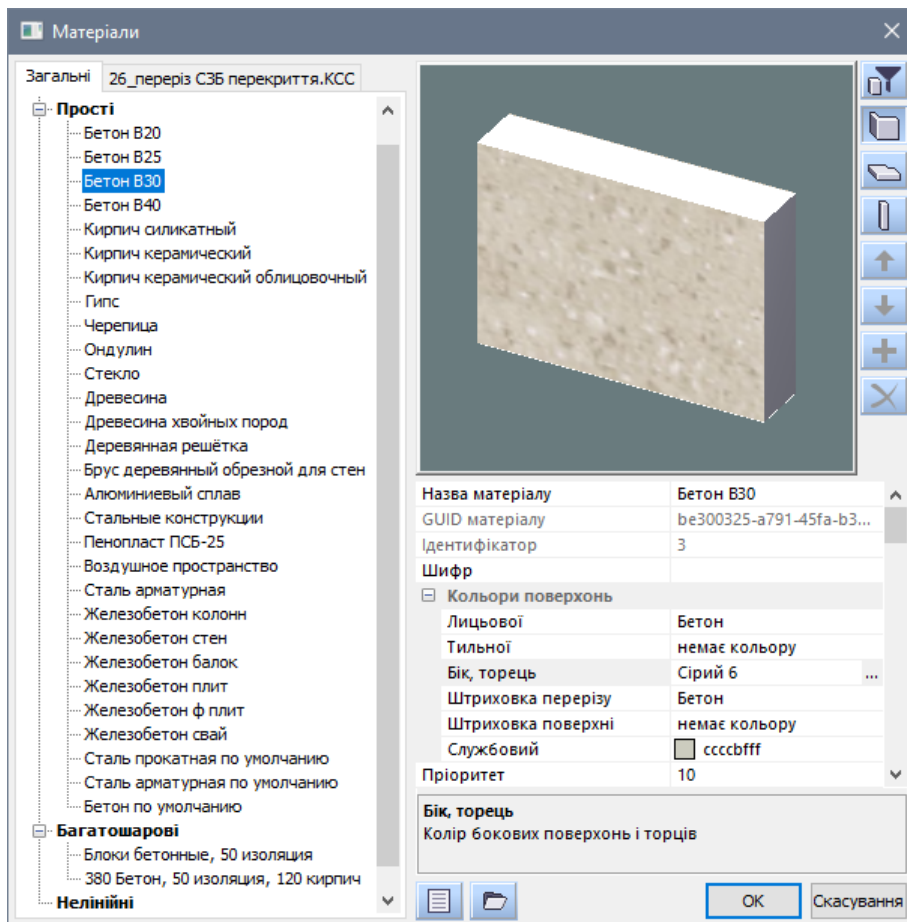



Рис. 26.2. Діалогове вікно **Матеріали**

- Викличте діалогове вікно **Контури** (рис. 26.3) натисканням по кнопці  **Переріз** у рядку властивості інструменту **Створити переріз**.
- У діалоговому вікні розгорніть блок **Стандартні**, виберіть переріз **Тавр(S2)** і задайте наступні параметри:
  - b=187 мм;
  - h=316 мм;
  - b1=660 мм;
  - h1=200 мм.
- Після цього натисніть на кнопку **ОК**.
- Розташуйте переріз у графічній області.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб завершити побудову перерізу.

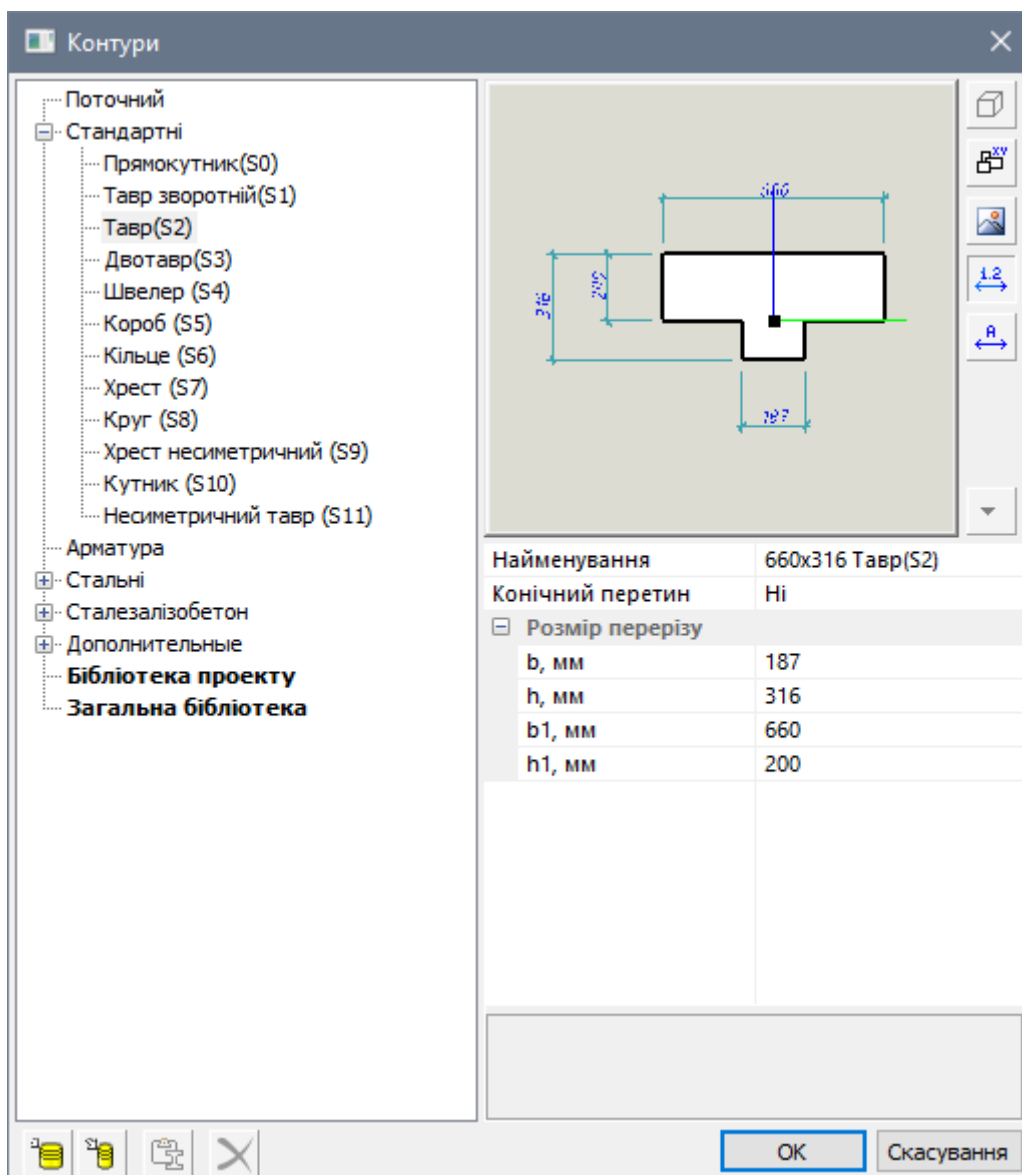


Рис. 26.3. Діалогове вікно Параметри перерізу

#### Редагування контуру перерізу залізобетонної плити

- Встановіть локальну систему координат у точку **3** через команду контекстного меню **ЛСК у точку** (рис. 26.4).



Для оперативного позиціонування локатора, використовуваного для введення точок при побудовах і редагуванні елементів моделі передбачені наступні команди:

*F3* – помістити локатор у найближчу точку моделі. Позиціонування локатора відбувається в точку моделі, розташовану в просторі ближче інших до поточної позиції локатора.

*F4* – помістити локатор на початок координат. Локатор поміщається на початок локальної системи координат (якщо ЛСК видно в графічній області).

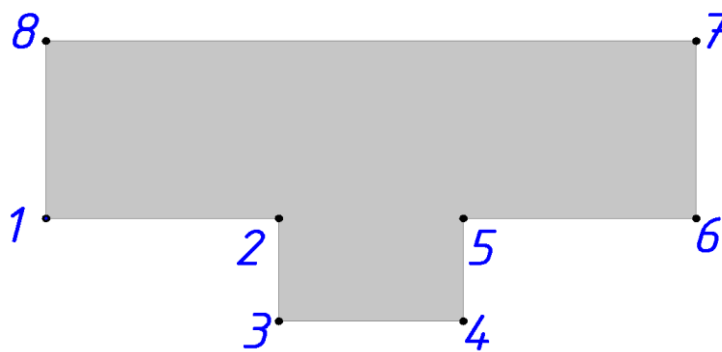


Рис. 26.4. Контур перерізу плити

- Виділіть контур перерізу.
- Натисніть кнопку  – **Перенесення вершини** (панель **Коректування** на вкладці **Конструктор перерізів**).
- Натисніть і утримуючи натиснутою кнопку миші потягніть вліво точку **2**.
- Натисніть клавішу **X** на клавіатурі. У вікні координат активується поле введення координати **X**. Задайте величину координати **-50мм** (рис. 26.5). Проконтролюйте, щоб координата **Y** була **116**.
- Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження введення.
- Натисніть і утримуючи натиснутою кнопку миші потягніть праворуч точку **5**.
- Натисніть клавішу **X** на клавіатурі. У вікні координат активується поле введення координати **X**. Задайте величину координати **237мм**. Проконтролюйте, щоб координата **Y** була **116**.
- Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження введення.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з контуру плити.

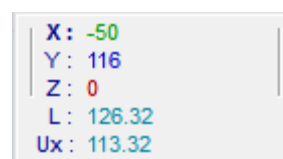







Рис. 26.5. Вікно координат



Для введення координат з клавіатури використовуйте наступні гарячі клавіші:

- X – активація поля для введення координати X;
- Y – активація поля для введення координати Y;
- Z – активація поля для введення координати Z;
- L – введення значення довжини (відступу від останньої створеної точки);
- U – активація поля для введення значення кута від осі X;
- Стрілки вгору/вниз – перемикання між полями редагування у вікні координат.

#### Завдання точкового включення

- Виконайте натискання по кнопці  - **Точкове включення** (панель **Інструменти перерізу** на вкладці **Конструктор перерізів**).
- У рядку властивостей інструменту **Точкове включення** задайте наступне:
  - спосіб побудови  – **Точка**
- Викличте діалогове вікно **Контури** натисканням по кнопці  **Переріз** в рядку властивостей інструменту **Точкове включення**.
- У діалоговому вікні задайте наступні параметри:
  - у списку типів перерізів виберіть тип **Арматура**;
- Викличте діалогове вікно **Вибрати арматуру** натисканням по  навпроти рядка **Розмір перерізу**.
- У діалоговому вікні задайте наступне:
  - **Стандарт** – ГОСТ 5781-82;
  - **Клас** – А1;
  - **Діаметр** – 20;
  - **Тип** – гладка.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Прийняти**.
- У діалоговому вікні **Контури** натисніть кнопку **ОК**.



- Введіть координати розташування арматурних включень:
  - перше арматурне включення – (X=29, Y= 40);
  - натисніть клавішу **Enter** для підтвердження.
  - друге арматурне включення – (X=157, Y= 40);
  - натисніть клавішу **Enter** для підтвердження.
- Встановіть локальну систему координат у точку **1** через команду контекстного меню **ЛСК в точку** (див. рис. 26.4).
- Введіть координати розташування арматурних включень:
  - третє арматурне включення – (X=29, Y= 40);
  - натисніть клавішу **Enter** для підтвердження.
  - четверте арматурне включення – (X=29, Y= 160);
  - натисніть клавішу **Enter** для підтвердження.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з завдання арматурних включень.
- Виділіть 3-є і 4-е арматурне включення, утримуючи натиснутою клавішу **Shift** на клавіатурі.
- Викличте діалогове вікно **Переміщення об'єктів** (рис. 26.6)



натисканням по кнопці – **Перенесення по координатах** у розкритому списку **Перенести** (панель **Коректування** на вкладці **Редагування**).

- У діалоговому вікні задайте наступне:
  - прирощення X, мм – **100**;
  - встановіть прапорець – **зробити копію об'єктів**;
  - число повторень – **6**.
- Після цього натисніть на кнопку **Виконати**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з переміщених арматурних включень.
- Видаліть 5-е арматурне включення (рис. 26.7), для цього виділіть його курсором і натисніть клавішу **Delete** на клавіатурі.

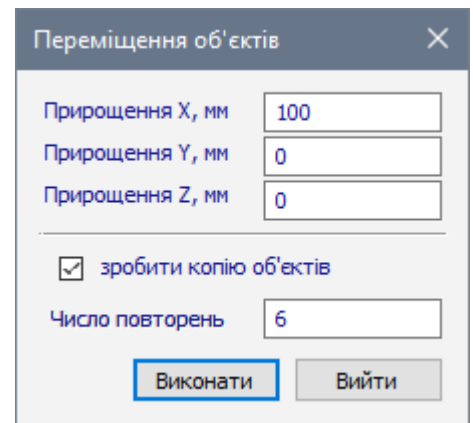


Рис. 26.6. Діалогове вікно **Переміщення об'єктів**

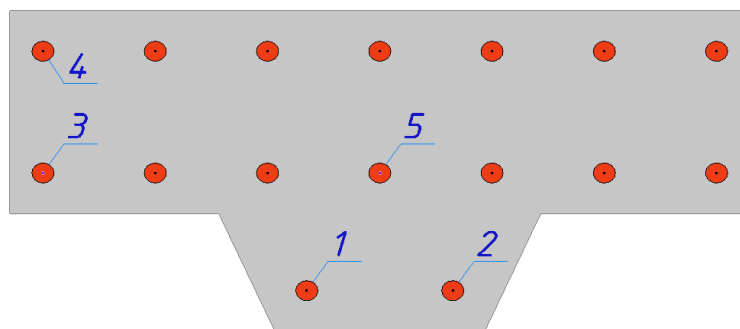








Рис. 26.7. Контур перерізу з арматурними включеннями

### Створення профільованого листа

- Виконайте натискання по кнопці – **Смуга** (панель **Інструменти перерізу** на вкладці **Конструктор перерізів**).
- У діалоговому вікні **Властивості побудови: Смуга** задайте наступне:
  - Вага лінії – **Жирна 09**;
  - Товщина, мм – **1.2**.
- Після цього натисніть на кнопку – **Застосувати**.
- У рядку властивостей інструменту **Смуга** задайте наступне:

- спосіб побудови  – **Відрізок**;
- зніміть прапорець **Замикати**;
- проконтролюйте, щоб прапорець **Ланцюжок** був встановлений.
- Виконайте побудову профільованого листа, проводячи лінію від початкової точки № 1 до точки № 2 (див. рис. 26.4), потім послідовно вкажіть точки №3, 4, 5, 6 (при побудові в режимі "ланцюжок" кінцева точка попереднього сегменту використовується в якості початкової точки наступного).
- Натисніть клавішу **Enter** для підтвердження.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з побудови смуги.



#### Створення несиметричного двотавру

- Натисніть кнопку  – **Створити переріз** (панель **Інструменти перерізу** на вкладці **Конструктор перерізів**). У діалоговому вікні властивостей відобразяться властивості побудови контуру перерізу.
- У діалоговому вікні **Властивості побудови: Контур перерізу** задайте наступне:  
**Крок триангуляції** – 4.
- Після цього натисніть на кнопку  – **Застосувати до об'єкту**.
- Викличте діалогове вікно **Контури** натисканням по кнопці  **Переріз** в рядку властивостей інструменту **Створити переріз**.
- У діалоговому вікні розгорніть список **Стальні**, виберіть переріз **Несиметричний двотавр**;
- Викличте діалогове вікно **Сталевий переріз** (рис. 26.8) натисканням по кнопці  напроти параметру **Склад перерізу**.
- У діалоговому вікні виберіть верхній пояс двотавру, задайте наступне:
  - у розкритому списку **Профіль** виберіть сортамент – **Прокат листовий гарячекатаний товщиною 2.5...25 мм <list2-25\_most.srt>**;
  - так як у розкритому списку вибраного сортаменту немає листа з необхідними розмірами, необхідно викликати діалогове вікно **Додавання нового рядка сортаменту** натисканням по кнопці . У діалоговому вікні задайте наступне:
    - **H** = 150 мм;
    - **Tw** = 12 мм;
  - після цього натисніть кнопку – **Додати** (після додавання рядка, таблиця сортаменту буде відсортована по площі профілю).
  - у розкритому списку **Сталь** – **Сталь по СП 16.13330. 2011, лист і фасон <SpListProf.steels.srt>**;
  - у наступному списку виберіть клас сталі - **C245**.
- для стінки:
  - у розкритому списку виберіть розміри листового прокату – **630 x 10**.
- для нижнього поясу:
  - у розкритому списку виберіть розміри листового прокату - **320 x 16**.
- Після цього натисніть на кнопку **ОК**.
- У діалоговому вікні **Контури** натисніть кнопку **ОК**.



При необхідності виконати розрахунок перерізу, якого немає в сортаменті, також можна скористатися редагованим сортаментом РС-САПР (Редагований сортамент). РС-САПР дозволяє переглядати і редагувати існуючі сортаменти металопрокату, а також створювати нові сортаменти. У РС-САПР досить задати геометричні розміри відповідно до схеми профілю і геометричні характеристики нового профілю автоматично обчислюються. Також РС-САПР за допомогою МКЕ-розрахунку може автоматично визначити положення центру зсуву та центру кручення, момент крутіння, секторіальний момент інерції, зсувні площі уздовж головних центральних осей перерізу.

- У рядку властивостей інструменту **Створити переріз** задайте наступне:

- натисніть кнопку  – Прив'язка;
- виберіть із розкривного списку базову точку прив'язки перерізу  – Вгорі по центру.
- Встановіть переріз несиметричного двотавра, між точками 3 і 4 (див. рис. 26.4).

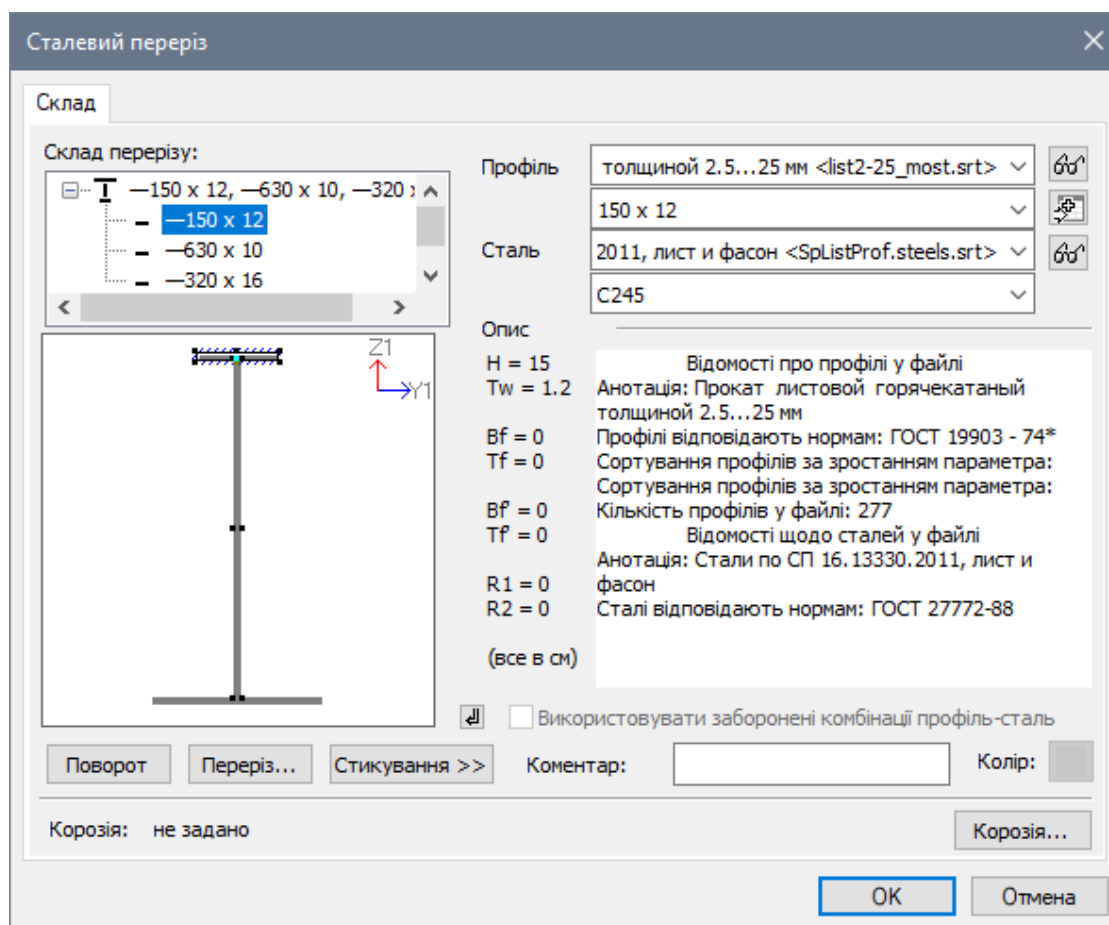


Рис. 26.8. Діалогове вікно Сталевий переріз




Слідом за 3D локатором переміщується каркасне зображення несиметричного двотавру. Використовуйте 3D локатор для завдання бажаної позиції. Для центру грані перерізу відображається трикутний рожевий маркер прив'язки. Зафіксуйте позицію перерізу за допомогою одинарного натискання лівою кнопкою миші.

- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з побудови несиметричного двотавру.
- На цьому етапі формування геометрії закінчується. І можна виконати розрахунок характеристик перерізу.




Якщо необхідно визначити НДС перерізу від дії осьових, згинальних, крутильних і зсувних зусиль, а також бімомент, то відповідний набір зусиль слід задати в діалоговому вікні **Зусилля** (панель **Зусилля** на вкладці **Конструктор перерізів**). Після розрахунку можна відобразити головні, нормальні та дотичні напруження, а також еквівалентні напруження відповідно до обраної теорії міцності у вигляді мозаїк і/або ізополей. Відображення НДС супроводжується копірною шкалою, яка дає уявлення про діапазон відображуваних значень. При наявності двох матеріалів, що сильно розрізняються по модулю деформації, надається можливість працювати з двома шкалами.

### Етап 3. Розрахунок перерізу





- Для завдання кроку триангуляції натисніть кнопку  – **Налаштування розрахунку** (панель **Розрахунок** на вкладці **Конструктор перерізів**).
- У діалоговому вікні задайте наступне:
  - крок розбивки за умовчанням – **1 мм**.
- Натисніть кнопку **ОК**.



*Якщо в елементі перерізу не вказаний інший крок триангуляції, його контур буде розбитий для розрахунку з кроком, встановленим за умовчанням.*

- Натисніть кнопку  – **Розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Конструктор перерізів**).


### Етап 4. Перегляд і аналіз характеристик перерізу

- Натисніть кнопку  – **Розгорнути переріз** (панель **Результати** на вкладці **Конструктор перерізів**).
- Щоб переглянути таблицю характеристик перерізу, а також довідкову інформацію по компонентах створеного перерізу, натисніть кнопку  – **Характеристики** (панель **Результати** на вкладці **Конструктор перерізів**) (рис. 26.9).
- Після повного розрахунку є можливість показати/приховати триангуляційну сіть перерізу. Для цього натисніть кнопку  – **Показати сіть** (панель **Результати** на вкладці **Конструктор перерізів**).
- Для того щоб показати/приховати головні осі перерізу, еліпс інерції, ядро перерізу та положення центрів зсуву, крутіння та перетинання нейтральних осей, натисніть кнопку  – **Осі та ядро перерізу** (панель **Результати** на вкладці **Конструктор перерізів**).

Позначення	Значення	Одиниці	Найменування
<b>Геометричні характеристики всього перерізу</b>			
Xo	1.008	мм	Координата x центру тяжіння в поточній системі координат
Yo	-187.222	мм	Координата y центру тяжіння в поточній системі координат
φ	0.01	°	Поворот головної осі перерізу Y1 відносно осі x поточної системи координат
Ry	314.07	мм	Радіус інерції відносно головної осі Y1
Rz	152.81	мм	Радіус інерції відносно головної осі Z1
Pext	3809.45	мм	Периметр зовнішніх контурів
Pint	0	мм	Периметр внутрішніх контурів
Ro	3.064	т/м <sup>3</sup>	Усереднена щільність перерізу
g	0.546	тс/м	Усереднена погонна вага
Y-	70.72	мм	Ядрова відстань у від'ємному напрямку головної осі Y1
Y+	70.78	мм	Ядрова відстань в додатньому напрямку головної осі Y1
Z-	318.84	мм	Ядрова відстань у від'ємному напрямку головної осі Z1
Z+	148.39	мм	Ядрова відстань в додатньому напрямку головної осі Z1
<b>Крутильні характеристики</b>			
Yt	16.21	мм	Координата Y1 центру крутіння в системі координат головних осей Y1oZ1
Zt	110.87	мм	Координата Z1 центру крутіння в системі координат головних осей Y1oZ1
<b>Зсувні характеристики</b>			
Ys	15.73	мм	Координата Y1 центра зсуву в системі координат головних осей Y1oZ1
Zs	118.05	мм	Координата Z1 центра зсуву в системі координат головних осей Y1oZ1
<b>Жорсткісні характеристики</b>			
EA	9.1786e5	тс	Осьова жорсткість
EIu	90539	тс·м <sup>2</sup>	Згинальна жорсткість відносно центральної осі U
EIV	21432	тс·м <sup>2</sup>	Згинальна жорсткість відносно центральної осі V
EIuv	-17.23	тс·м <sup>2</sup>	Відцентрова жорсткість відносно центральних осей UV
EIy	90539	тс·м <sup>2</sup>	Згинальна жорсткість відносно головної осі Y1
EIz	21432	тс·м <sup>2</sup>	Згинальна жорсткість відносно головної осі Z1
ESy	1.1431e5	тс·м	Добуток статичного моменту напівперерізу на його модуль пружності відносно головної осі Y1
ESz	54274	тс·м	Добуток статичного моменту напівперерізу на його модуль пружності відносно головної осі Z1
GJt	4258	тс·м <sup>2</sup>	Жорсткість на кручення - добуток модуля зсуву на крутильний момент інерції
EIw	678.569065	тс·м <sup>4</sup>	Секторіальна жорсткість - добуток модуля пружності на секторіальний момент інерції
GFy	2.4006e5	тс	Зсувна жорсткість Y1 - добуток модуля зсуву на зсувну площу відносно головної осі Y1
GFz	21466	тс	Зсувна жорсткість Z1 - добуток модуля зсуву на зсувну площу відносно головної осі Z1

Рис. 26.9. Діалогове вікно Характеристики перерізу

### Етап 5. Створення файлу для ПК ЛІРА-САПР

- Натисніть кнопку  – **Зберегти файл** (панель **Зберегти** на вкладці **Конструктор перерізів**).
- У діалоговому вікні **Збереження**, при вибраному типі файлів **Конструктор перерізів (\*.KCC)**, заданому імені файлу **26\_переріз СЗБ перекриття** і вибраній папці, в яку буде збережений файл, натисніть кнопку **Зберегти**.



Створений довільний багатоматеріальний поперечний переріз стержня можна експортувати у **ВІЗОР-САПР** і привласнити його стержневому елементу. Існує також можливість імпортувати в **Конструктор перерізів** поперечний переріз і зусилля, отримані після розрахунку. Передати зусилля декількох елементів можна з відповідної таблиці «Книги звітів».

## Приклад 27. Конструювання монолітних колон та балок за допомогою системи САПФІР–ЗБК

### Цілі та задачі:

Продемонструвати технологію конструювання монолітних колон та балок в САПФІР–ЗБК, а саме:

- процес імпорту в САПФІР–ЗБК результатів підбору арматури, виконаного в системі ВІЗОР–САПР;
- процедуру виконання уніфікації колон;
- створення маркувального плану та маркувального розрізу вертикальних елементів;
- конструювання уніфікованої колони прямокутного перерізу;
- створення листа креслення уніфікованої колони;
- процедуру виконання уніфікації балок;
- конструювання уніфікованої балки прямокутного перерізу;
- редагування моделі армування балки;
- створення листа креслення для балки.

### Вихідні дані:


Для роботи з даним прикладом необхідно буде відкрити файл **27\_колони\_балки.spf** з готовою геометрією моделі. При установці, за умовчанням, всі файли прикладів встановлюються на жорсткий диск комп'ютера у <C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2020\Manual\UK>.


Для того щоб почати роботу з ПК САПФІР виконайте наступну команду Windows: **Пуск** ⇨ **ЛІРА–САПР 2020** ⇨ **САПФІР 2020**. Відкрийте приклад **27\_колони\_балки.spf** з вищевказаного каталогу.

Файл прикладу можна знайти в папці **Файли прикладів САПФІР** (меню Windows: **Пуск** ⇨ **Всі програми** ⇨ **ЛІРА–САПР 2020**).



Для обраного прикладу вже створена Розрахункова модель. При бажанні проаналізувати результати розрахунку в системі ВІЗОР–САПР досить виконати подвійне натискання по рядку **Розрахункова модель варіант 1** у діалоговому вікні **Структура проекту**. Відкриється нова закладка з назвою **27\_колони\_балки.spf: Розрахункова модель**

**варіант 1**. Натисніть кнопку  – **Відкрити** (панель **Розрахунок** у **ЛІРА-САПР** на вкладці **Аналітика**) – відкриється система ВІЗОР-САПР з розрахунковою схемою. Для виконання **КЕ**

розрахунку схеми натисніть кнопку  – **Виконати розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**). Для перегляду результатів використовуйте команди на вкладці **Аналіз** (статичний розрахунок) і **Конструювання** (підбір арматури).

### Етап 1. Необхідний мінімум даних для підбору арматури та конструювання колон і балок

Для конструювання колон необхідно, щоб модель відповідала наступним вимогам:

1. У моделі ПК САПФІР повинні бути присутніми колони та балки;
2. Для колон і балок повинна бути задана інтерпретація **Несучий конструктив**;
3. Категорія матеріалу для колон і балок повинна бути **залізобетон** (налаштовується у діалоговому вікні **Матеріали**) (рис. 27.1);
4. Колонам і балкам повинні бути призначені розрахункові характеристики матеріалів і повинен бути виконаний підбір арматури в ПК ЛІРА-САПР.

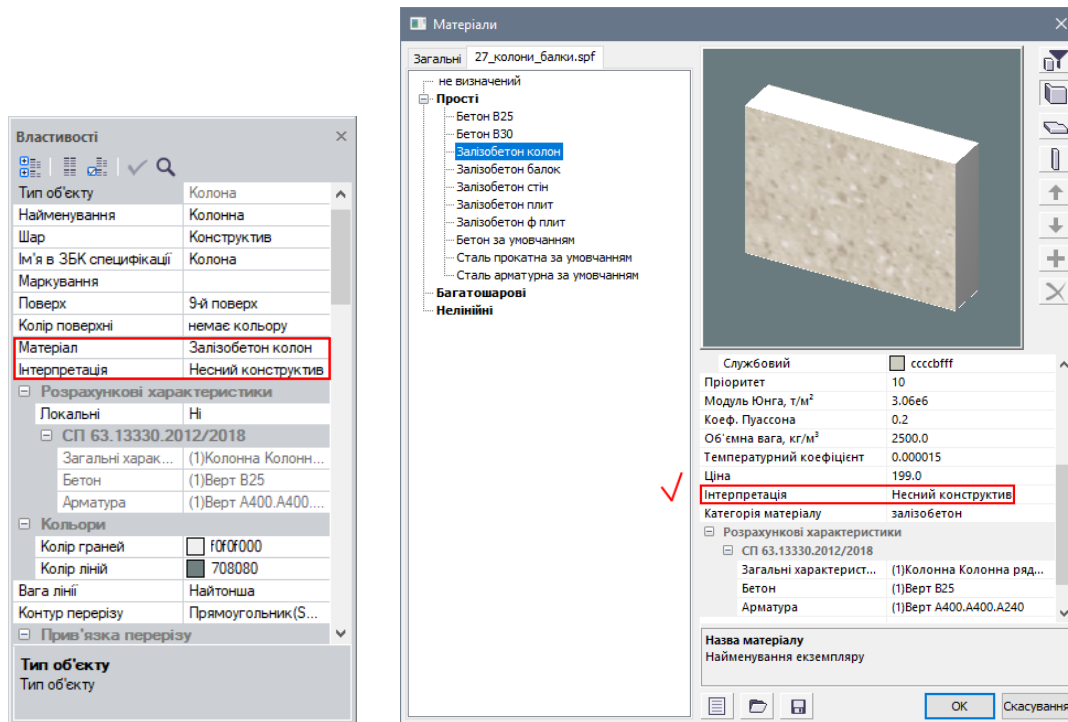



Рис. 27.1. Мінімально необхідні дані для армування колон і балок


## Етап 2. Імпорт результатів армування

- При активному **Загальному виді** перейдіть на вкладку **Армування** і натисніть по першій кнопці  – **Показати** на панелі **Результати армування**.



Якщо з файлом попередньо не було пов'язане ніяких результатів, то відкриється діалогове вікно **Вибір файлу** (рис. 27.2), в якому необхідно буде вибрати файл результатів розрахунку і натиснути кнопку **Відкрити**. При установці програми файл результатів для цього прикладу лежить в папці [C:\Users\Public\Documents\LIRA\\_SAPR\LIRA\\_SAPR\\_2020Manual\UK](C:\Users\Public\Documents\LIRA_SAPR\LIRA_SAPR_2020Manual\UK). Файл результатів (\*.asp), сформований ПК ЛІРА-САПР рекомендується зберігати в папку, де лежить вихідний файл моделі (\*.spf), з тим же ім'ям. Тоді в САПФІРі результати



підвантажаться автоматично при натисканні на кнопку  – **Показати** (прапорець **Автозавантаження результатів** у властивостях проекту). Файл результатів підбору арматури створюється після виконання підбору армування у ВІЗОР-САПР і натискання на



кнопку – **Експорт результатів армування у САПФІР** (меню Програми).

- У вікні **Службова інформація** на вкладці **Процес** відобразиться інформація про процес імпорту: нормативний документ, згідно з яким було виконано розрахунок, вид розрахунку (**РСЗ, РСН, Зусилля**), кількість КЕ співвіднесених з діафрагмами, які армуються, кількість колон і балок, що підлягають армуванню.

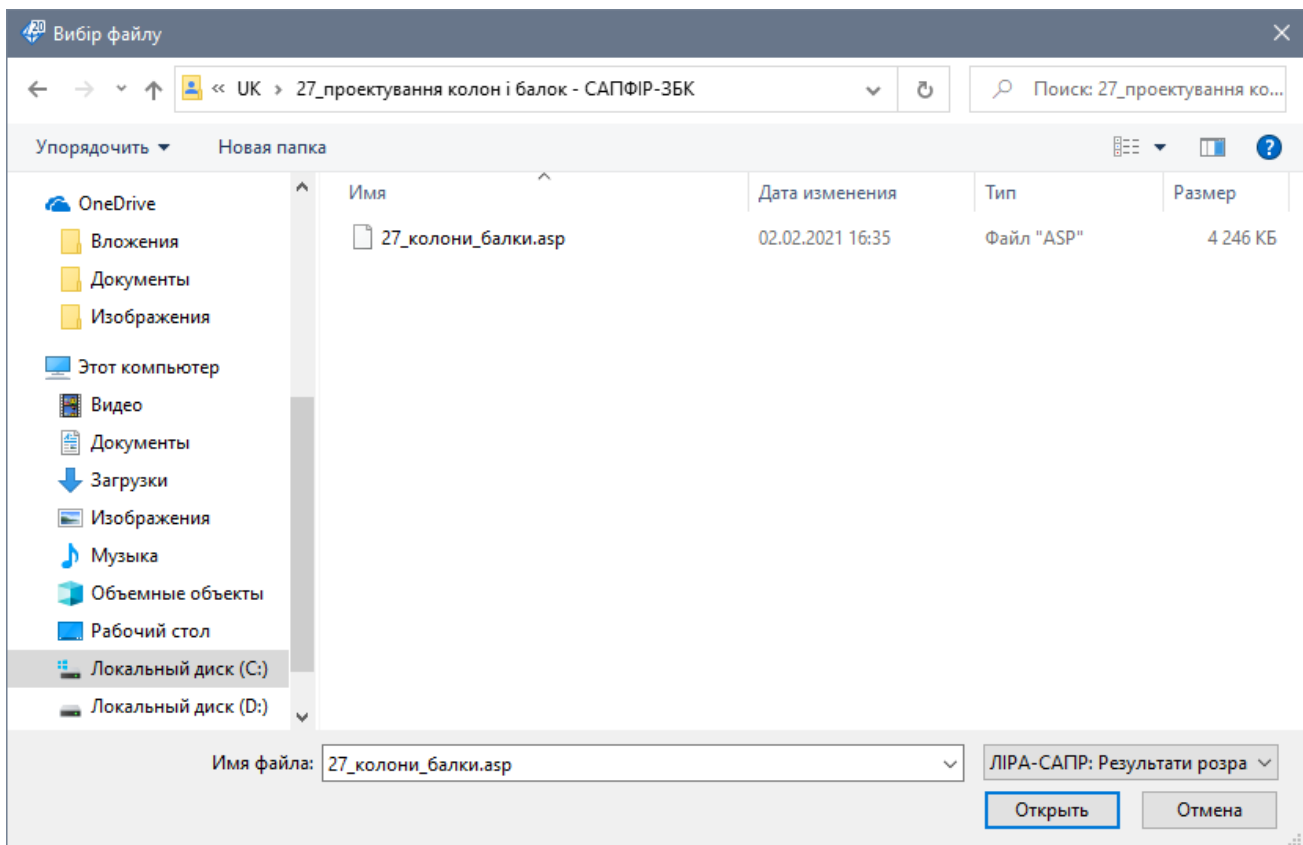



Рис. 27.2. Імпорт файлу результатів армування

### Етап 3. Уніфікація колон

[Створення типів армування \(шаблонів положення стержнів\) для колон](#)

- Викличте діалогове вікно **Уніфікація колон** (рис. 27.3) натисканням по кнопці  – **Уніф. колон** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).



Колони можуть бути відфільтровані за розмірами перерізів, поверхах і по висоті. У діалоговому вікні **Уніфікація колон**, колони відфільтровані по перерізах. Перерізи відсортовані в порядку убутання їх площі. У назві перерізу завжди першим йде більший розмір, тобто наприклад, колони 60x40 і 40x60 будуть відображатися в одному списку. Колони 40x60 отримують умовне позначення у виді\*, на яку внизу діалогового вікна є виноска. Колони відсортовані в порядку убутання відсотка армування. При симетричному армуванні для кожної колони виводяться: відсоток армування, необхідний по розрахунку, розрахункова площа армування, значення кутової арматури (AU1), розподіленої вздовж грані (AS1, AS3) і поперечної арматури в двох напрямках (ASW1, ASW2). У правій частині діалогового вікна розташована діаграма: по осі абсцис відкладена розрахункова площа арматури, по осі ординат – кількість колон.



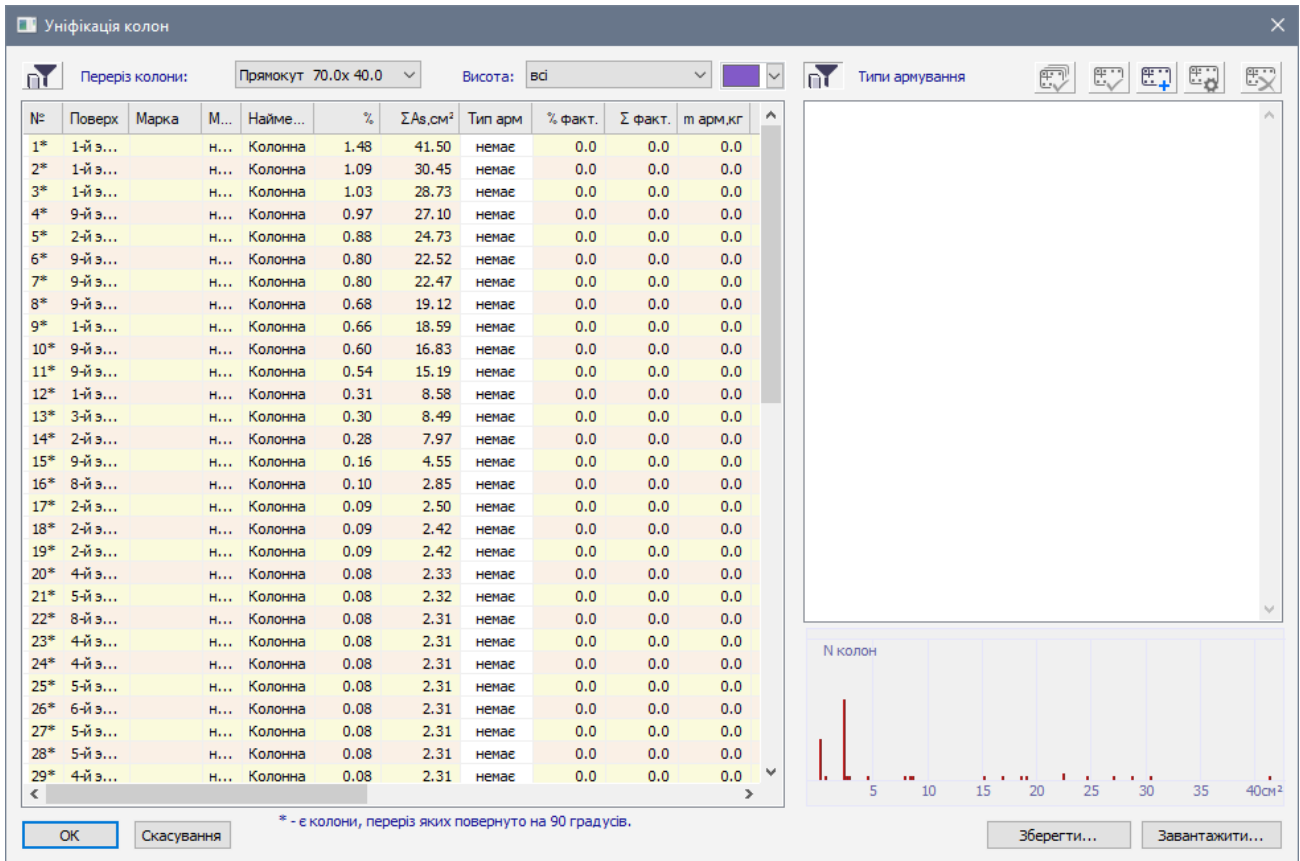




Рис. 27.3. Діалогове вікно Уніфікація колон

- Щоб приховати частину стовпців з повторюваними даними у діалоговому вікні **Уніфікація колон** (рис. 27.3) виконайте натискання правою кнопкою миші по списку колон і виберіть з контекстного меню команду **Симетричне армування**.
- Для колон перерізом 70x40 виділіть колону з % армування 1.48 (перша у списку).
- Натисніть кнопку  – **Створити новий тип армування**.
- Щоб відредагувати підбраний тип армування виділіть його у списку праворуч і натисніть кнопку  – **Редагувати тип армування** (подвійне натискання по типу армування).
- У діалоговому вікні **Тип армування АТ-001** (рис. 27.4) у розкритому списку **Уздовж Y** виберіть Ø16.
- Після цього натисніть кнопку **OK**.

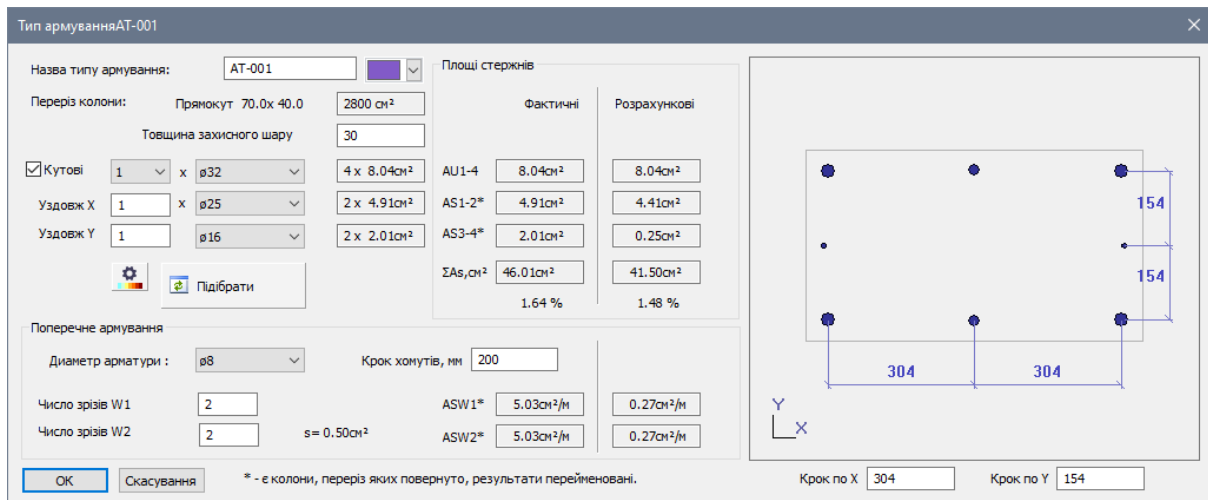


Рис. 27.4. Діалогове вікно Тип армування



У діалоговому вікні **Тип армування АТ-001** можна порівняти площі стержнів по результатах розрахунку (розрахункові) і підібрані програмою – фактичні, проконтролювати та відредагувати, при необхідності, кількість стержнів уздовж X, уздовж Y і кутові. При відсутності прапорця **Виділяти кутові арматурні стержні** (рис. 27.5) в загальних характеристиках, які використовуються при конструюванні, у діалоговому вікні **Тип армування** для колони він також буде відсутній і результати будуть складатися тільки з площ, розподілених уздовж граней.

Рис. 27.5 Діалогове вікно Загальні характеристики модуля армування

- Виділіть колони з % армування 1.09 – 0.80 (наступні шість колон у списку), утримуючи клавішу **Shift**



на клавіатурі, та натисніть кнопку – **Створити новий тип армування.**



Підібраний тип армування відповідає по міцності всім вибраним колонам, а також покриває необхідну кутову площу армування, площу арматури вздовж грані, площу поперечної арматури і сумарну площу арматури в перерізі.

Якщо арматури у підбраному типі армування досить для виділених колон, то номер колони у списку забарвиться в зелений колір і у колони з'явиться **Резюме Арматури достатньо** (останній стовпець у діалоговому вікні **Уніфікація колон**).

Якщо інтенсивності робочої арматури в підбраному типі армування недостатньо, то номер колони придбає червоне забарвлення.

У випадку якщо підібраний відсоток армування більш ніж у два рази перевищує необхідний по розрахунку, номер колони забарвлюється в темно-синій колір і отримує примітку **Арматури більш ніж достатньо**.

- Виділіть колони з % армування 0.68 – 0.54 (наступні чотири колон у списку), утримуючи натиснутою



клавішу **Shift** на клавіатурі, і натисніть кнопку – **Створити новий тип армування.**

- Виділіть інші колони з відсотком армування від 0.34 (з 11-ї по 63-тю), утримуючи натиснутою клавішу **Shift** на клавіатурі, і створіть для них ще один тип армування.

- Викличте діалогове вікно **Кольори** (рис. 27.6) натисканням по розкривному списку кольорів і вказавши команду **Вибір кольору**.
- У діалоговому вікні виберіть червоний колір для перерізу 70x40 і натисніть кнопку **ОК**.

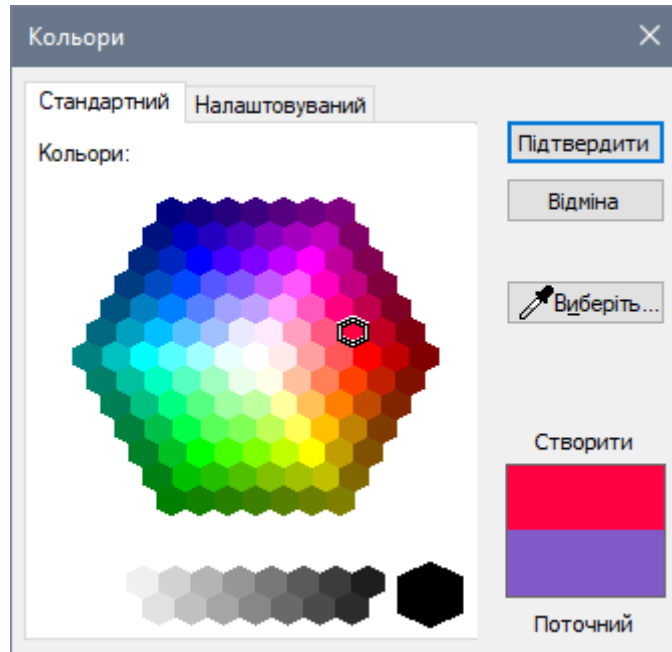


Рис. 27.6. Призначення кольору для перерізу



Всі типи армування забарвляться в різній тональності, в залежності від інтенсивності сумарної площі робочої арматури в перерізі. Колони з великим відсотком армування отримають більш інтенсивне забарвлення, а колони з меншим відсотком армування – більш бліде.

- Розкрийте список перерізів колон і виберіть зі списку переріз **Прямокутн. 60.0x40.0**. Способом, описаним вище, створіть для нього декілька типів армування.
- Для перерізу **Прямокутн. 60.0x40.0** призначте синій колір у діалоговому вікні **Кольори**.
- Для поновлення нумерації колон виконайте натискання правою кнопкою миші по списку колон і виберіть з контекстного меню команду **Перенумерувати типи армування**.

#### Призначення марок для колон

- Щоб привласнити колонам марки натисніть правою кнопкою миші по списку колон і виберіть з контекстного меню команду **Призначити марки...**
- У діалоговому вікні **Маркування елементів конструкції** (рис. 27.7) задайте наступні параметри:
  - принцип маркування тип перерізу – тип армування – висота колони;
  - встановіть прапорець **перемаркувати всі колони**.
- Після цього натисніть кнопку **ОК**.

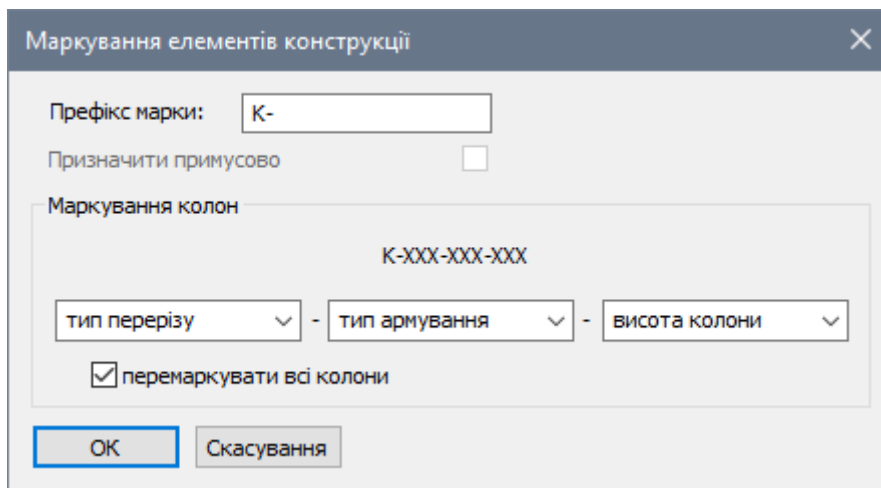


Рис. 27.7. Діалогове вікно **Маркування елементів конструкції**

- У діалоговому вікні **SAPFIR 10.0** (рис. 27.8) погодьтеся з пропозицією перемаркувати всі колони всіх перерізів натисканням по кнопці **Так**. В результаті для всіх колон заповниться стовпець **Марка**.

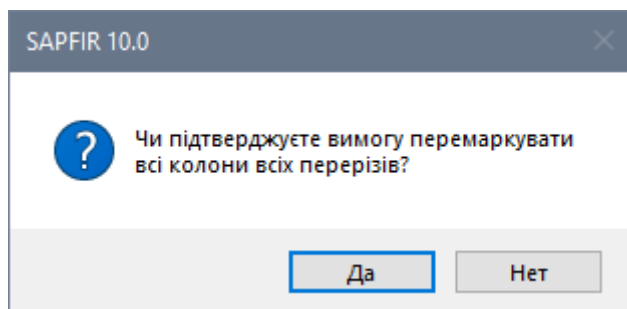




Рис. 27.8. Діалогове вікно **SAPFIR 5.0**




Виходячи з заданого принципу маркування, всі колони однакового перерізу, однієї висоти та які мають загальний тип армування отримають одну марку. Для кожної колони буде створена своя модель армування. Один тип армування може використовуватися декількома марками. Наприклад, якщо у колон однакове розташування стержнів, але при цьому різна висота. Для кожної марки створюється тільки одна модель армування.

- Після цього натисніть кнопку **ОК**.
- Щоб відобразити колони в кольорі згідно підібраним типам армування натисніть кнопку  – **Колір по типу армування** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).
- Вимкніть мозаїку армування натисканням по кнопці  – **Показати** (панель **Результати армування** на вкладці **Армування**).

#### Етап 4. Створення маркувального плану вертикальних елементів


##### Створення розмірів і виносів для марок колон

- У діалоговому вікні **Структура** виділіть рядок  **1-й поверх 0,000** і натисніть правою кнопкою миші.
- Виберіть з контекстного меню команду **Показати план поверху**. Відкриється нова закладка вікна **27\_колони\_балки.spf:План. 1-й поверх** з видом плану.
- Виділіть сіть координатних осей.

- Для автоматичного нанесення розмірів між осями натисніть кнопку  – **Позначити розміри** у рядку властивостей інструменту **Осі**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з осей.



Щоб відобразити відмітки поверхів у діалоговому вікні **Структура** виконайте натискання по першій кнопці під заголовком діалогового вікна і виберіть команду **Показати відмітки поверхів**.

- У діалоговому вікні **Структура** розкрийте групу  **1-й поверх 0,000**, виділіть групу  **Колонна** і натисніть правою кнопкою миші.
- Виберіть команду **Виділити** з контекстного меню (рис. 27.9).

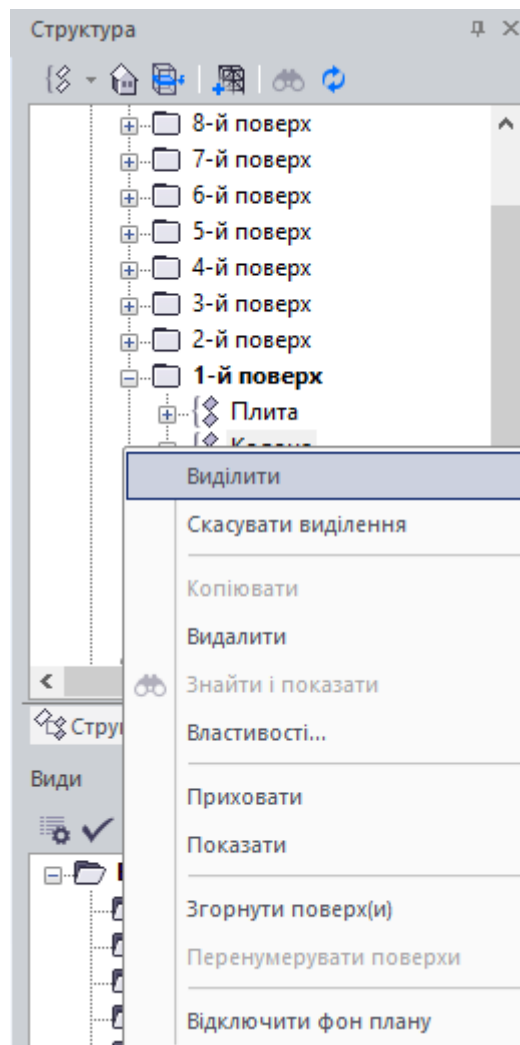





Рис. 27.9. Виділення колон через дерево проекту

- Натисніть кнопку  – **Автоматичне створення розмірів** (панель **Розміри** на вкладці **Анотації**) для позначення розмірів колон і прив'язки їх до осей.
- Щоб відобразити марки елементів на плані натисніть кнопку  – **Створити марки-виноски** (панель **Марки** на вкладці **Анотації**).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з колон.

- При необхідності відредагуйте положення розмірів і марок за допомогою команди **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Анотації**).



#### [Відображення інформації про армування колон](#)

- Викличте діалогове вікно **Інформація про армування колони** (рис. 27.10) натисканням по кнопці  – **Налаштувати інформацію про армування колон** у розкритому списку **Інформація про армування колон** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).

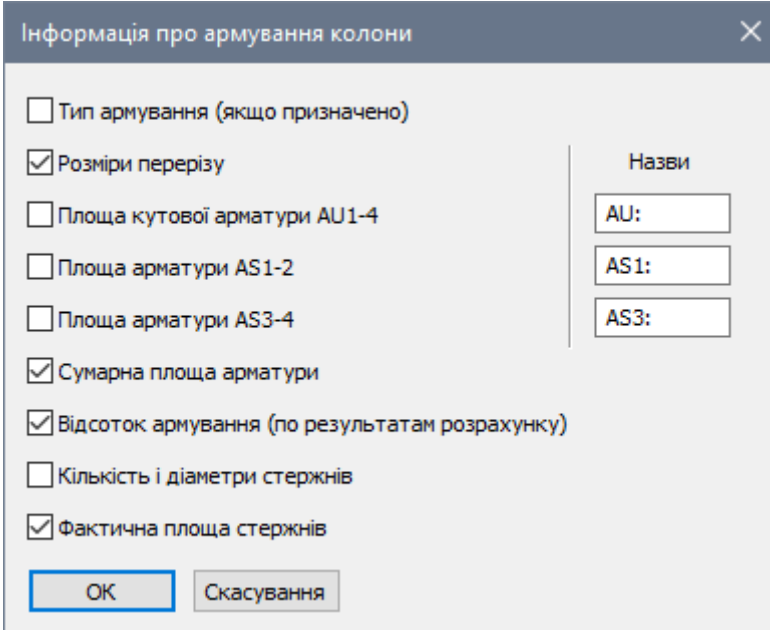



Рис. 27.10. Діалогове вікно **Інформація про армування колон**

- У діалоговому вікні виконайте наступне:
  - встановіть прапорці **Розміри перерізу**, **Сумарна площа арматури**, **Відсоток армування (по результатах розрахунку)**, **Фактична площа стержнів**.
- Після цього натисніть кнопку **ОК**.
- Натисніть кнопку  – **Інформація про армування колон** в одноіменному розкритому списку (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**). План 1-го поверху з марками колон, розмірами колон, прив'язкою колон до осей та інформацією про армування колон відображений на рис. 27.11.

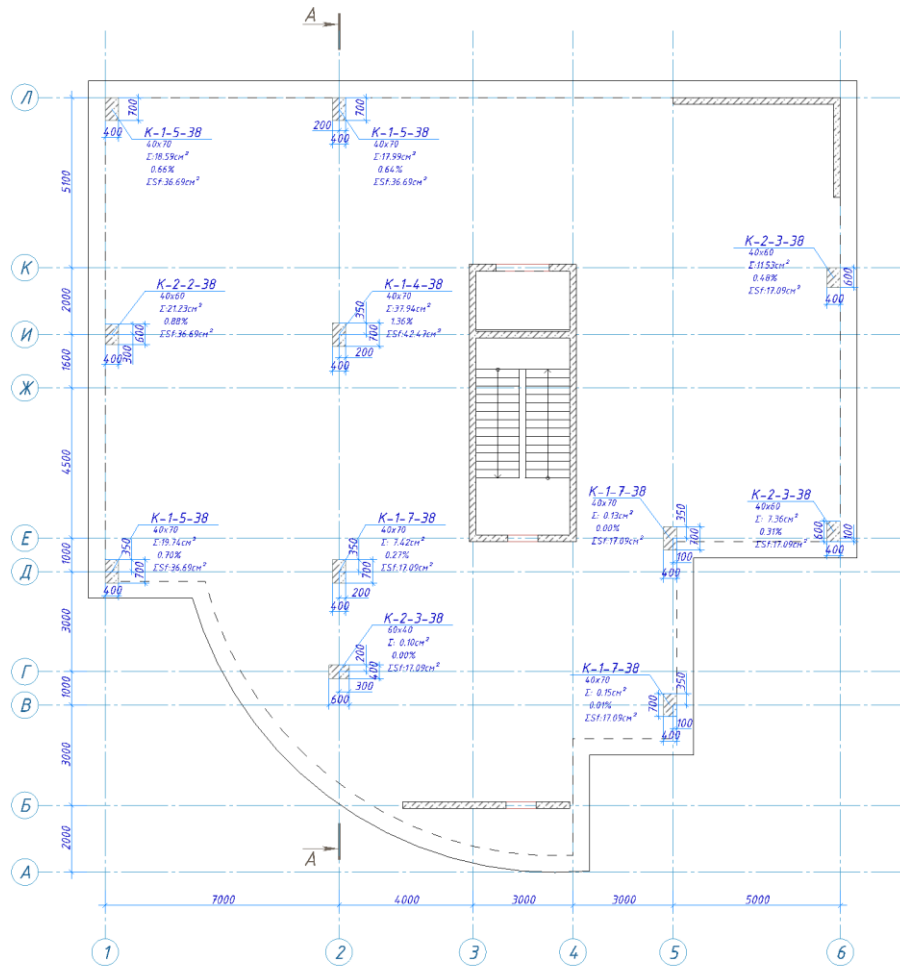





Рис. 27.11. План 1-го поверху з марками колон, розмірами колон і прив'язкою колон до осей

### Етап 5. Створення маркувального розрізу вертикальних елементів

#### Створення розрізу

- Натисніть кнопку  – Створити розріз (панель **Види** на вкладці **Види**).
- У рядку властивостей інструменту **Розріз** натисніть кнопку  – Переріз/Розріз.
- Задайте переріз А-А по осі 2. Напрямок погляду зліва-направо.
- У діалоговому вікні **Види** (рис. 27.12) виконайте подвійне натискання по рядку  **1-й поверх: Розріз А – А** в папці **Розрізи**.

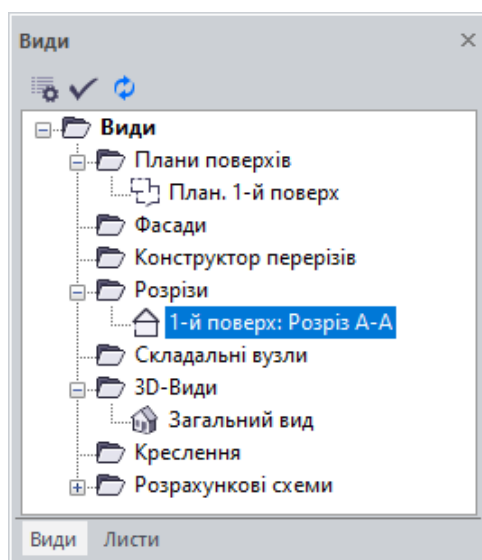


Рис. 27.12. Відкриття розрізу А–А

#### [Відображення марок елементів на розрізі](#)

- Викличте діалогове вікно **Фільтр указування об'єктів** (рис. 27.13) натисканням по кнопці  **Фільтр указування об'єктів** на панелі інструментів **Візуалізація**.

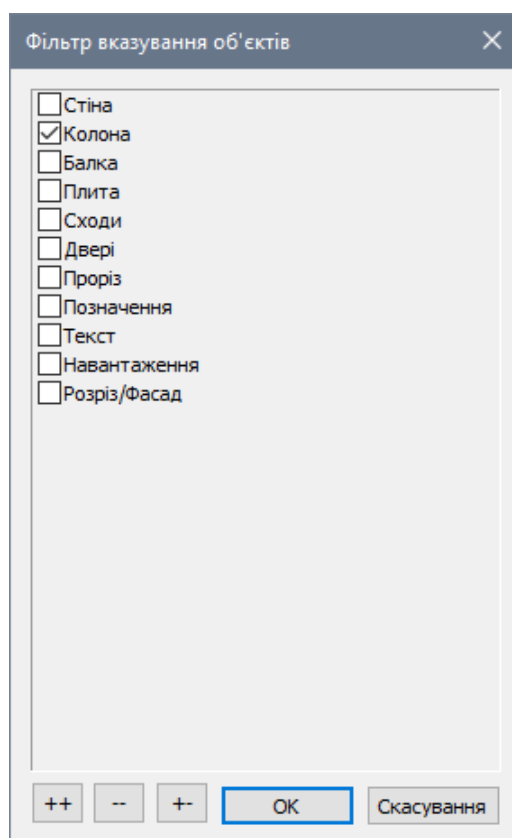




Рис. 27.13. Діалогове вікно Фільтр указування об'єктів

- У діалоговому вікні виконайте наступне:
  - натисніть кнопку  – **Відключити все**;





- встановіть прапорець **Колона**.
- Після цього натисніть кнопку **ОК**.
- Виділіть рамкою вибору всі колони будівлі.



- Натисніть кнопку  – **Створити марки-виноски** (панель **Марки** на вкладці **Анотації**).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з колон.




Так як активована кнопка  – **Інформація про армування колон**, то під кожною маркою колони буде відображатися інформація про армування. Щоб відключити відображення додаткової інформації, повторно натисніть кнопку **Інформація про армування колон**. За

допомогою рамки відсікання видимого зображення і командою  – **Перенесення вершини** можна управляти границями розрізу.

- Натисніть кнопку  **A** – **Автоматичне створення відміток** (панель **Розміри** на вкладці **Анотації**).

- При необхідності відкоригуйте положення марок і відміток за допомогою команд  –

**Перенесення і**  – **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Анотації**) (рис. 27.14).

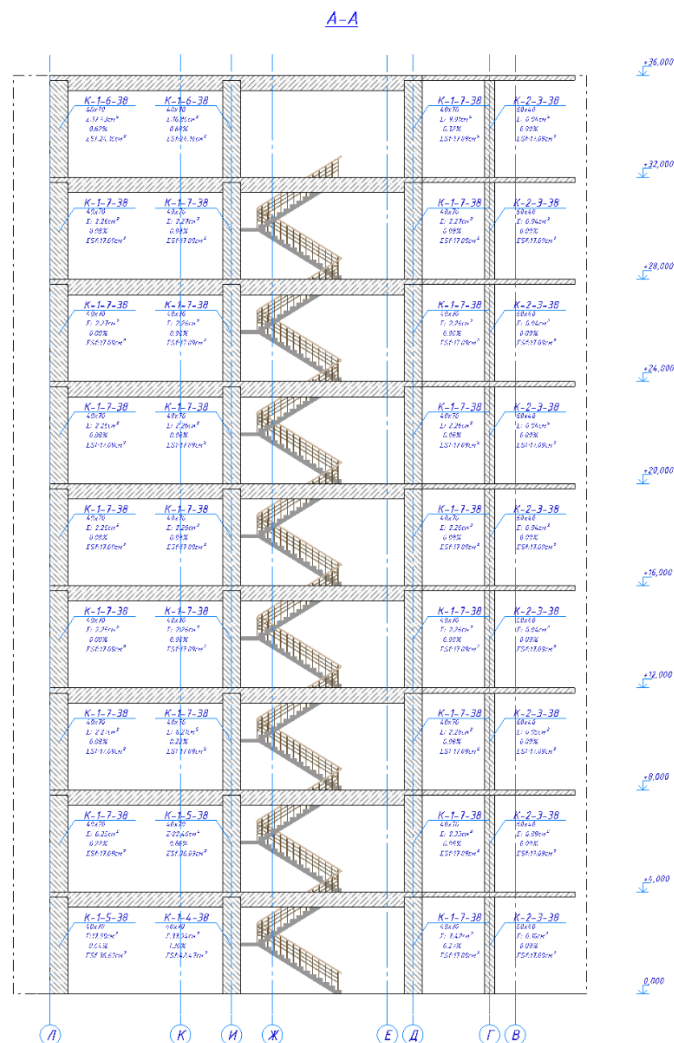





Рис. 27.14. Розріз с марками колон і інформацією про армування колон

- Викличте діалогове вікно **Фільтр указування об'єктів** і включіть назад можливість виділення об'єктів, натиснувши кнопку  – **Включити все**.
- Підтвердіть зроблені зміни натисканням по кнопці **ОК**.

## Етап 6. Створення листа креслення з маркувальним планом і розрізом

### Створення листа креслення

- У діалоговому вікні **Види** виконайте подвійне натискання по рядку  **План. 1-й поверх**.
- Викличте діалогове вікно **Створити новий лист креслення** (рис. 27.15) натисканням по кнопці  – **Креслення** (панель **Листи** на вкладці **Види**).
- У діалоговому вікні задайте наступне:
  - **назва креслення** – Маркувальний план 1-го поверху;
  - **формат листа** – A1
  - встановіть прапорець помістити на лист вид «План. 1-й поверх».

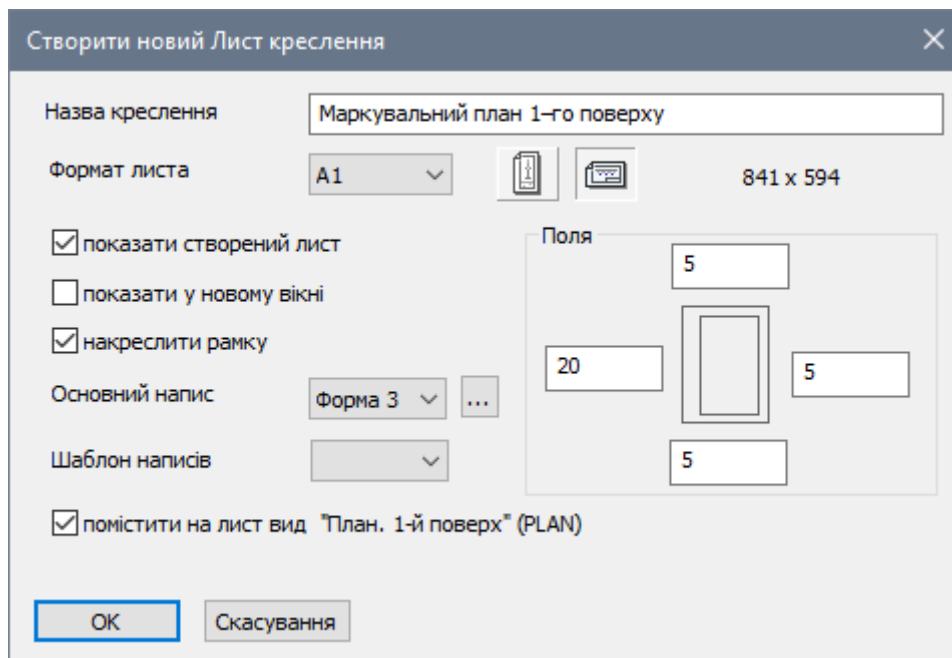





Рис. 27.15. Діалогове вікно Створити новий лист креслення

- Після цього натисніть кнопку **ОК**.
- Виділіть зображення плану на листі та внесіть необхідні зміни положення, використовуючи команду  – **Перенесення** (панель **Коригування** на вкладці **Анотації**).
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з зображення плану.
- У діалоговому вікні **Види**, в групі **Розрізи**, натисніть по рядку  **1-й поверх: Розріз А–А** і утримуючи ліву кнопку миші затягніть вид розрізу на лист.

### Додавання специфікації на лист креслення

- Викличте діалогове вікно **Специфікації** (рис. 27.16) натисканням по кнопці  – **Специфікації** в одноіменному розкритому списку (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).

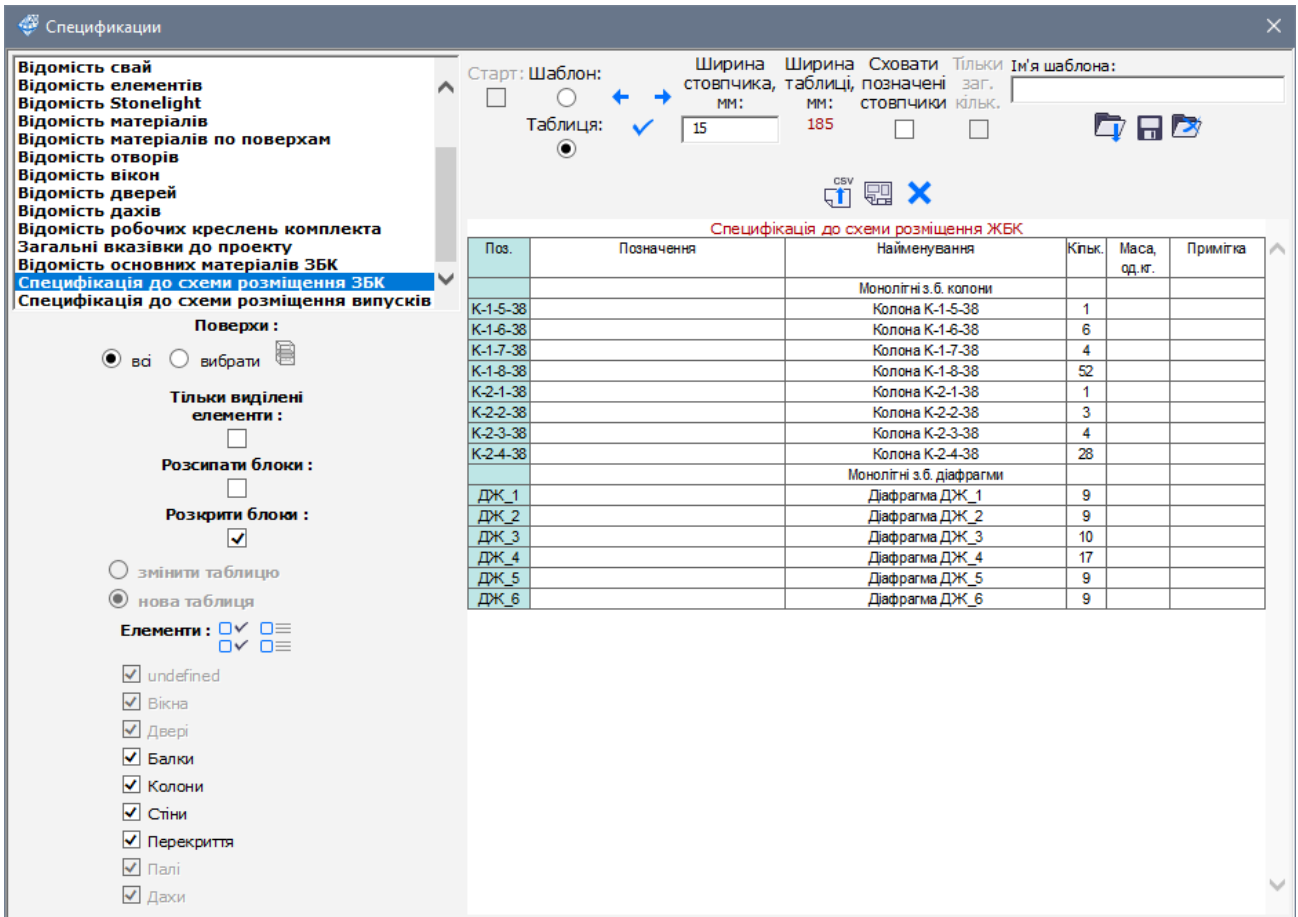



Рис. 27.16. Діалогове вікно Специфікації

➤ У діалоговому вікні задайте наступне:

- виберіть **Специфікацію до схеми розміщення ЗБК**;

- викличте діалогове вікно **Вибрати лист** (рис. 27.17) натисканням по кнопці  – **Помістити таблицю на лист**;

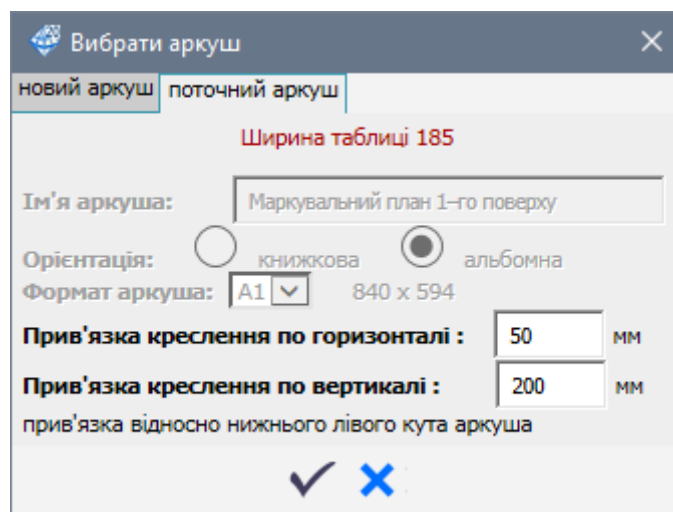




Рис. 27.17. Діалогове вікно Вибрати лист

- у діалоговому вікні задайте прив'язку таблиці специфікації: по горизонталі – **50мм**, по вертикалі – **200мм**;

- натисніть кнопку  – **Вибрати**.
- Після цього натисніть кнопку  – **Вихід**, щоб закрити діалогове вікно **Специфікації**. Специфікація відобразиться на листі креслення разом з планом і розрізом (рис. 27.18)

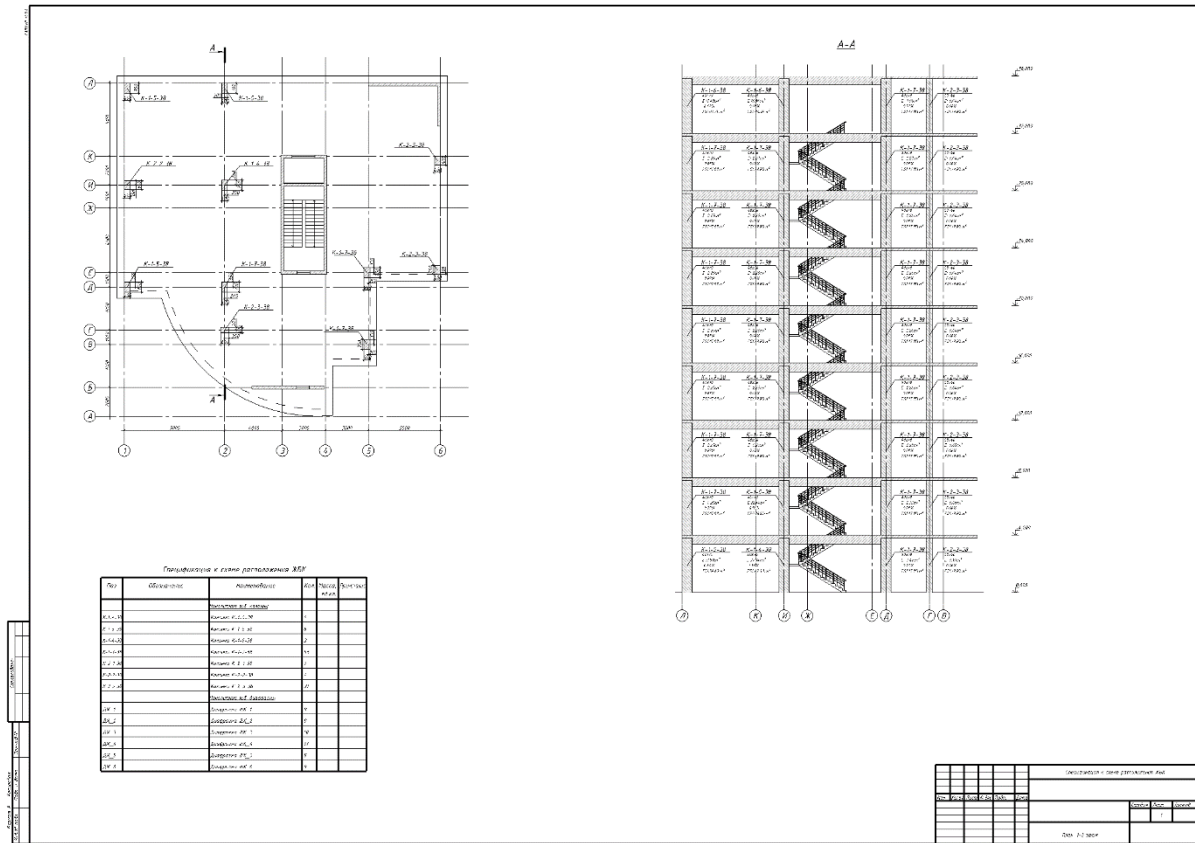






Рис. 27.18. Лист креслення з маркувальним планом, розрізом і таблицею специфікації

## Етап 7. Конструювання уніфікованої монолітної залізобетонної колони

### Створення моделі армування колони

- У діалоговому вікні **Види** виконайте подвійне натискання по рядку  **Загальний вид**.
- У діалоговому вікні **Структура** проконтролюйте, щоб **1-й поверх** був вибраний в якості поточного (найменування поточного поверху відображається жирним шрифтом).
- Для фрагментації першого поверху натисніть кнопку  – **Показати активний поверх** на панелі **Візуалізація**.
- Виділіть плиту перекриття першого поверху.
- Натисніть кнопку  – **Приховати виділені** на панелі інструментів **Візуалізація**.
- Виділіть колону на перетині осей І–2.
- Викличте діалогове вікно **Армування колони** (рис. 27.19) натисканням по кнопці  – **Заармувати** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).

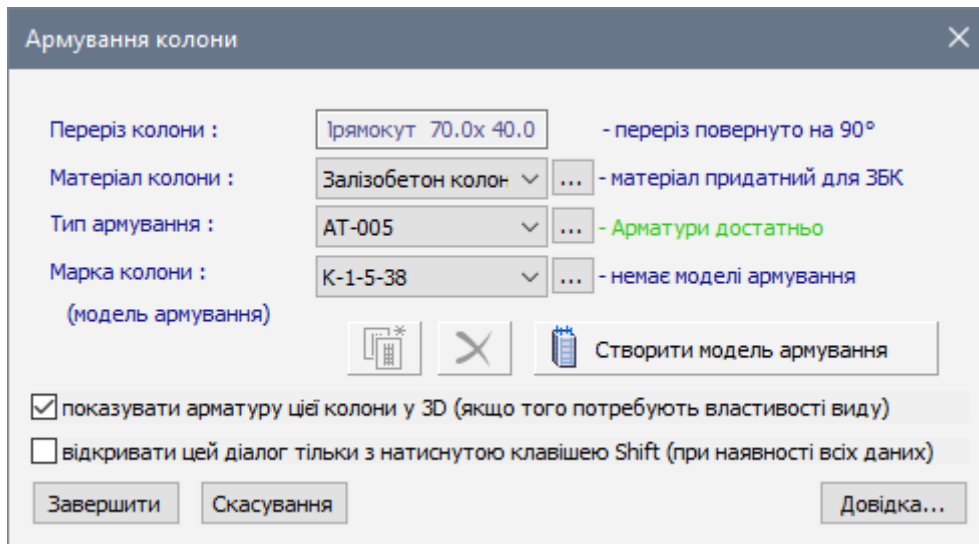



Рис. 27.19. Діалогове вікно **Армування колони**

- Натисніть кнопку  Створити модель армування.
- У діалоговому вікні САПФІР (рис. 27.20) натисніть кнопку **Так**. Відкриється нова закладка вікна з моделлю армування колони (поздовжнім і двома поперечними розрізами), законструйованою згідно підбраному типу армування.

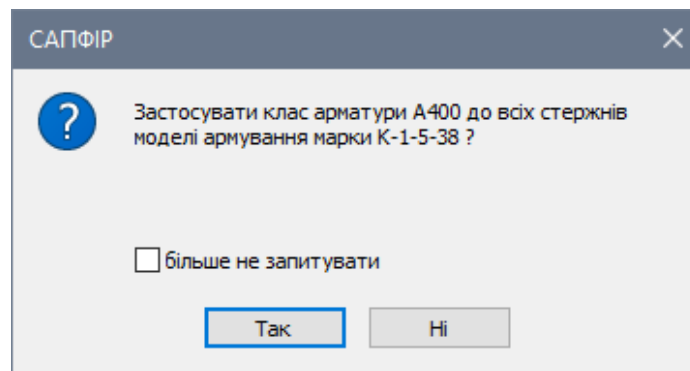


Рис. 27.20. Діалогове вікно **САПФІР**



На панелі властивостей інструменту **Армування колони** відображається марка даної колони, тип армування, кількість марок, заснованих на даному типі армування, а також кількість колон даної марки.

- Для створення відгинів натисніть кнопку  – **Відігнути випуски стержнів** на панелі властивостей інструменту **Армування колони**.



Внизу колони умовно відмальовані випуски. Діаметр випусків співпадає з діаметром робочої арматури колони яка армується. Їх відображенням можна керувати за допомогою прапорця **стик**, розташованого на панелі властивостей інструменту **Армування колони**. Крок хомутів у зоні стику, крок хомутів у середній частині колони і крок хомутів у верхній частині колони можна змінювати в полях редагування **Розміщення хомутів**.

- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з режиму армування колони.
- Викличте діалогове вікно **Специфікація арматури. К-1-4-38** (рис. 27.21) натисканням по кнопці




– **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).



Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Маса	Примітка
ОСп1	ГОСТ 10884-94	Ø32A400, L=5090	4 шт.	128.5	відігнуті на 30мм
ОСп2	ГОСТ 10884-94	Ø25A400, L=4850	2 шт.	37.4	відігнуті на 30мм
ОСп3	ГОСТ 10884-94	Ø16A400, L=4550	2 шт.	14.4	відігнуті на 30мм
ОСп4	ГОСТ 10884-94	Ø8, L=2170	21 шт.	18.0	Хомут
К-1-1-38		B25	1.06 м³		
Разом:				198.3	в середньому 186.3 кг/м³

Рис. 27.21. Діалогове вікно Специфікація арматури. К–1–4–38

- Після цього натисніть кнопку **ОК**.
- При необхідності відредагуйте положення розмірів і марок-виносок на виді армування,


використовуючи команду  – **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**).



При необхідності відредагувати положення стержнів у перерізі відкрийте переріз колони, виконавши подвійне натискання по перерізу (подвійне натискання по відповідних розрізах у діалоговому вікні **Види**:  К-1-5-38: Розріз 1-1 ;  К-1-5-38: Розріз 2-2). Скористайтеся командою



– **Перенесення** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**) для зміни положення стержнів у перерізі. Щоб повернутися до початкового розташування стержнів викличте

діалогове вікно **Тип армування** (рис. 27.4) натисканням по кнопці  – **Редагувати тип армування колони** у рядку властивостей інструменту **Колона**. У діалоговому вікні натисніть кнопку **ОК**.

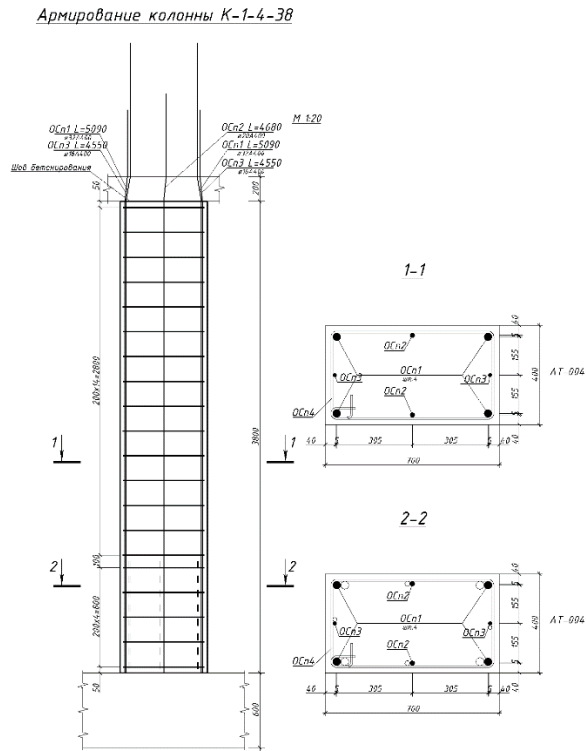




Рис. 27.22. Модель армування колони

[Розміщення моделі армування колони на кресленні](#)

- Викличте діалогове вікно **Специфікація арматури** (рис. 27.21) натисканням по кнопці  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).
- Викличте діалогове вікно **Вичертити таблиці відомостей і специфікацій арматури** (рис. 27.23) натисканням по кнопці  **Помістити на креслення...**.
- У діалоговому вікні задайте наступне:
  - **ім'я листа** – Армування колони К-1-1-38 (в якості імені задайте марку тієї колони, для якої виконувалося конструювання);
  - **формат листа** – А3;
  - введіть необхідні значення прив'язки для правого верхнього кута таблиці.

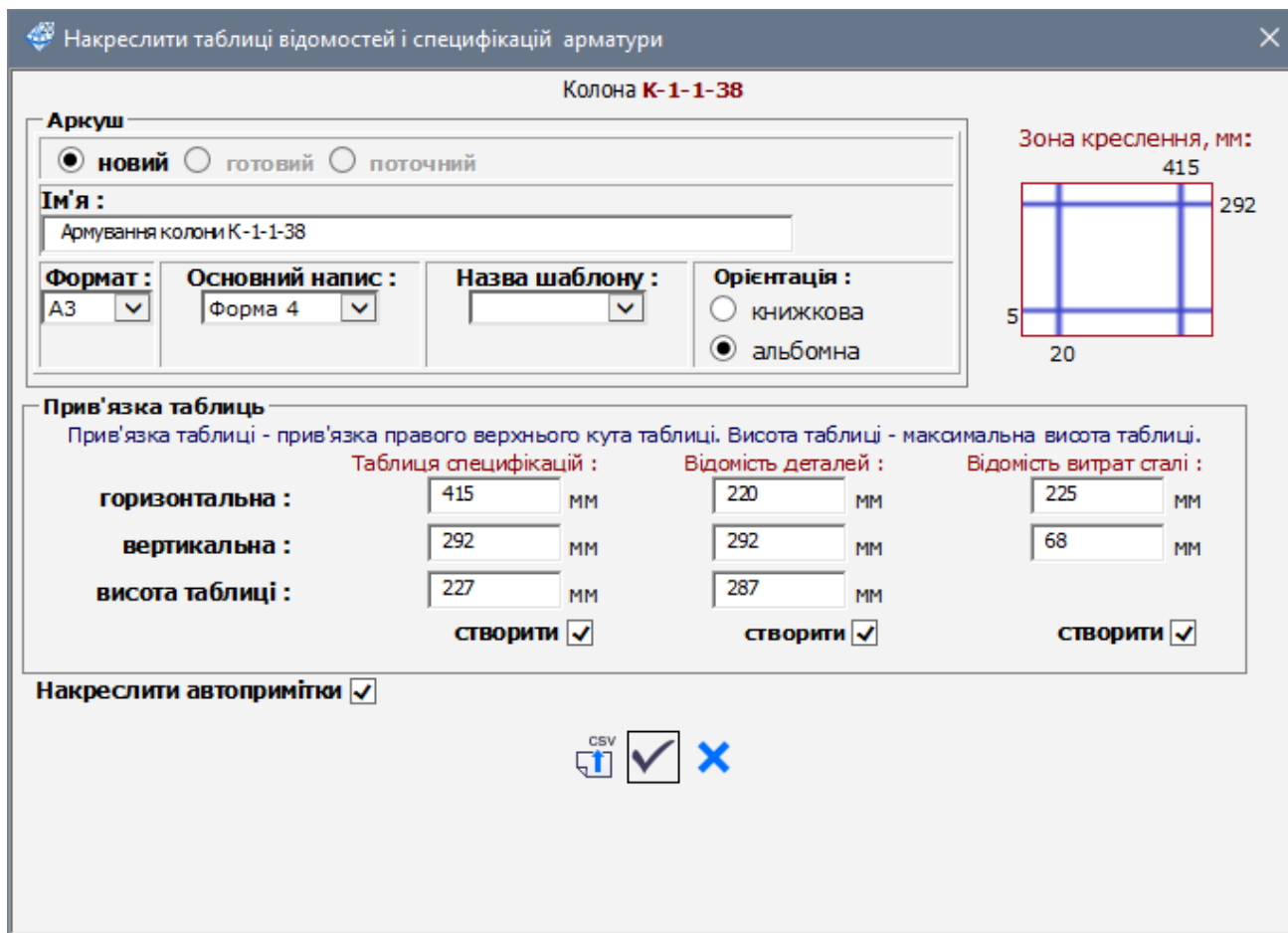




Рис. 27.23. Діалогове вікно Вичертити таблиці відомостей і специфікацій арматури

- Натисніть кнопку  – Накреслити вибрані таблиці та автопримітки.
- У діалоговому вікні **Види** натисніть по рядку  К-1-1-38 в папці **Складальні вузли** і утримуючи ліву кнопку миші, зтягніть модель армування колони на лист (рис. 27.25).



Положення моделі армування колони на листі зручно редагувати, якщо відкрити модель армування колони і креслення в паралельних видах. Зробити це можна, натиснувши правою кнопкою миші по назві закладки та вибравши з контекстного меню команду **Вертикальна група** (рис. 27.24). Всі коригування мають відбуватися в моделі армування колони. На кресленні відображається вже результат перед друком.

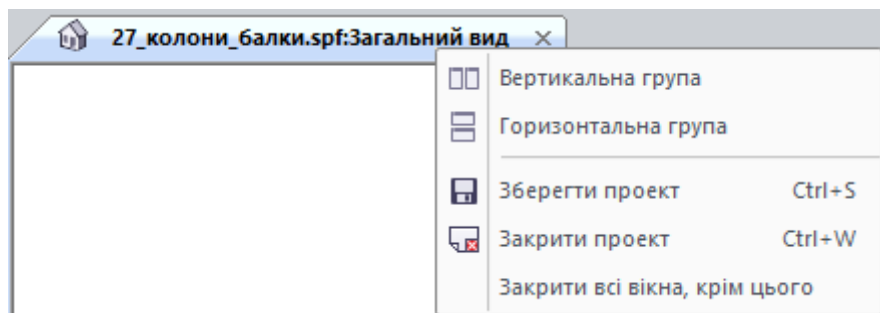


Рис. 27.24. Вертикальне групування для закладок



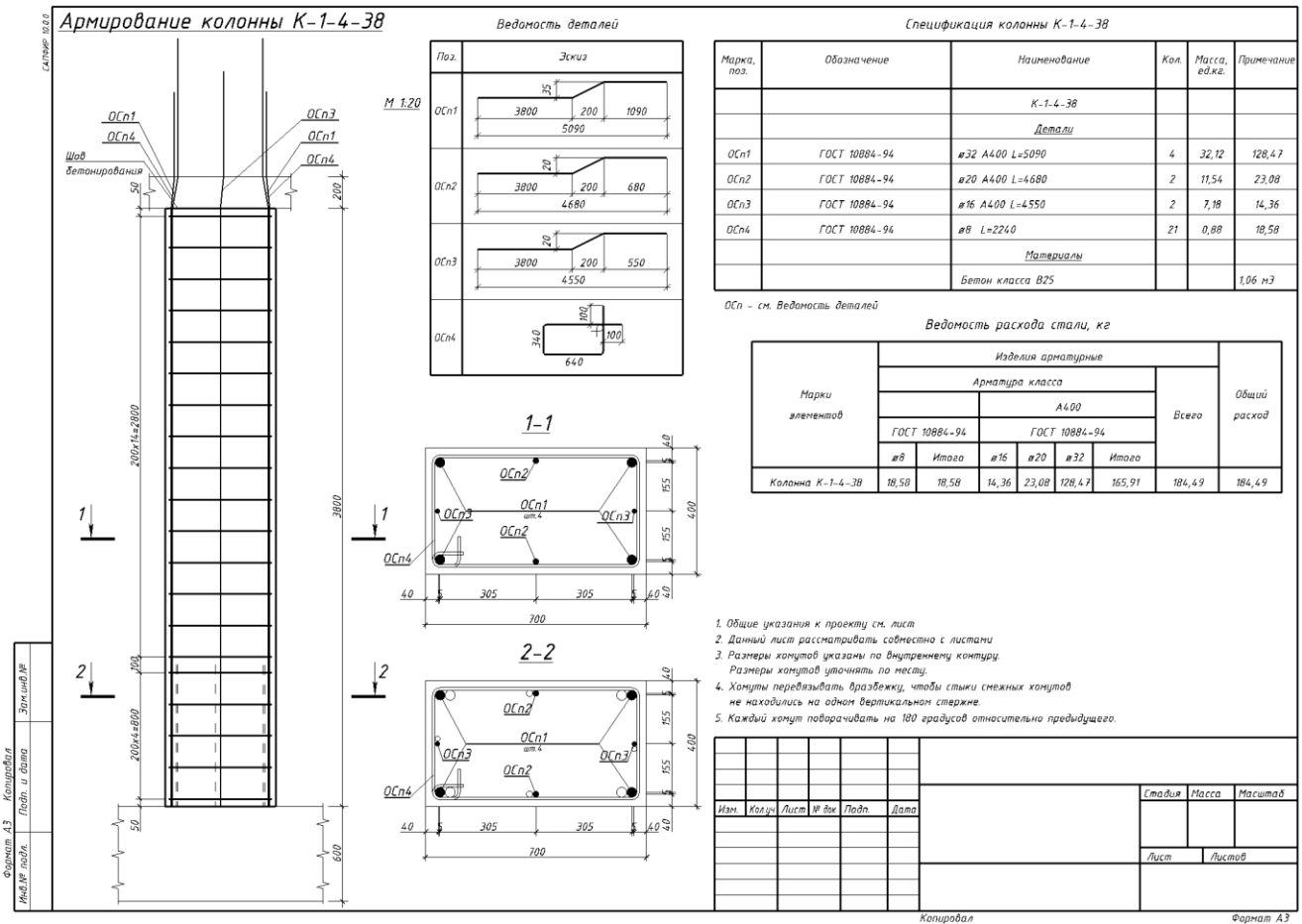



Рис. 27.25. Креслення армування колони

## Етап 8. Уніфікація балок

### Виключення діаметрів із конструювання

- Для того щоб виключити якісь діаметри з конструювання (припустимо відомий перелік діаметрів, які не використовуються при конструюванні) викличте діалогове вікно **Арматура** (рис. 27.26)

натисканням по кнопці  – **Арматура** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).



У діалоговому вікні **Арматура** відображаються діаметри арматурних стержнів, а також порашовані довжини анкерування та перехлеста для СНиП 2.03.01–84\* для бетону класу В25 і арматури класу А-III. Ці довжини анкерування і перехлеста автоматично застосовуються до арматурних стержнів плит, колон, балок і стін. При необхідності, цю таблицю довжин анкерування за замовчуванням можна зберегти, а довжини анкерування та перехлеста перебити на інші, в залежності від використовуваного класу бетону, арматури і нормативного документу. Крім того, завжди у властивостях об'єкту, який армується (балки, колони, плити, стіни) можна відредагувати довжину анкерування.


- У діалоговому вікні задайте наступне:

- виконайте подвійне натискання в стовпці **Поздовжня** для діаметрів 14, 18, 22 (у відповідних стовпцях з'явиться значення **ні**);
- після цього натисніть кнопку **ОК**.

Арматура								
Набір арматурних стержнів за умовчанням (B25/A-III)								
Діаметр	Колір	Поздовжня	Поперечна	Анкеровка	Перехлест	тах довж...	Розмір точки	Вага лінії
ø6		немає		250	250	11700	3	3
ø8				250	270	11700	3	3
ø10				290	340	11700	3	3
ø12				340	410	11700	3	3
ø14		немає		400	470	11700	3	3
ø16				460	540	11700	3	3
ø18		немає	немає	520	610	11700	4	4
ø20			немає	570	670	11700	4	4
ø22		немає	немає	630	740	11700	4	4
ø25			немає	720	840	11700	4	4
ø28			немає	800	940	11700	5	5
ø32			немає	920	1080	11700	5	5
ø36		немає	немає	1030	1210	11700	6	6
ø40		немає	немає	1150	1350	11700	6	6

Рис. 27.26. Діалогове вікно Арматура

### Створення уніфікованих груп

- Викличте діалогове вікно **Уніфікація балок** натисканням по кнопці  – **Уніф. балок** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).





Балки можуть бути відфільтровані по розмірах перерізів і довжині. Балки відсортовані в порядку убавання сумарної витрати теоретичної арматури. Для кожної балки виводяться сумарна витрата теоретичної арматури, максимальна розрахункова площа верхнього армування в двох точках ( $A_s(1)$  і  $A_s(2)$ ), максимальна розрахункова площа нижнього армування ( $A_s(3)$ ) і поперечної арматури.

- У діалоговому вікні у розкривному списку **Довжина** виберіть 8.200.
- У списку балок відмітьте прапорцем 1-у балку;



Для балки, відміченої прапорцем, демонструється еюра необхідного армування. Якщо відмітити прапорцями кілька балок – відображається обвідна еюра. На обвідній еюрі внесок кожної балки відмічений відповідним кольором. У побудову обвідної можна включати балки тільки однакової довжини. Детально проаналізувати армування балки можна, якщо виділити

балку в списку і натиснути по кнопці  – **Вивчити результати по перерізах**. Для обраної балки можна перенести переріз або додати новий на еюрі теоретичного армування,

натиснувши кнопку  – **Додати новий переріз на еюрі**. Після цього на еюрі армування необхідно натисканням вказати точку, яка нас цікавить.

- Натисніть правою кнопкою миші по списку балок.

- У контекстному меню розверніть підменю **Маркувати балки** і виберіть команду **Маркувати балки, відмічені прапорцями ....**
- у діалоговому вікні **Маркування елементів конструкції** (рис. 27.27) введіть текст марки Бм-1.
- Після цього натисніть кнопку **ОК**.

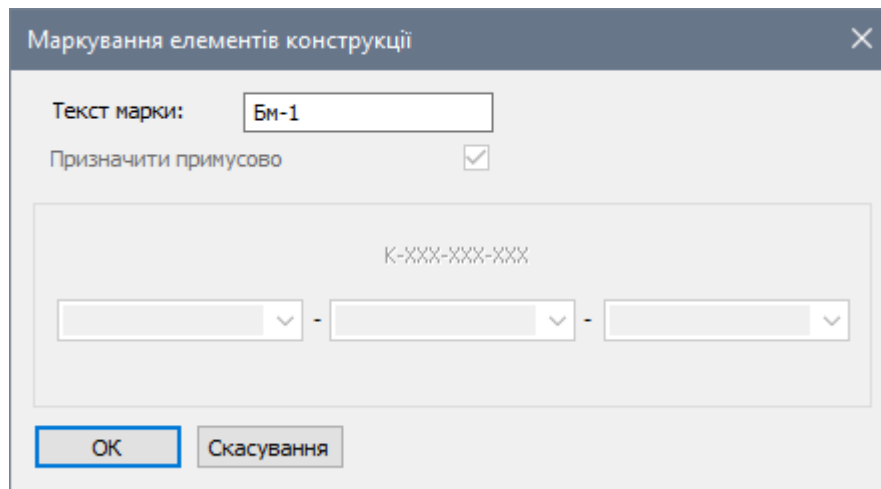


Рис. 27.27. Діалогове вікно **Маркування елементів конструкції**

- Відмітьте прапорцями балки з 2-го по 9-ю (рис. 27.28) і створіть для них марку **Бм-2** способом, описаним вище.

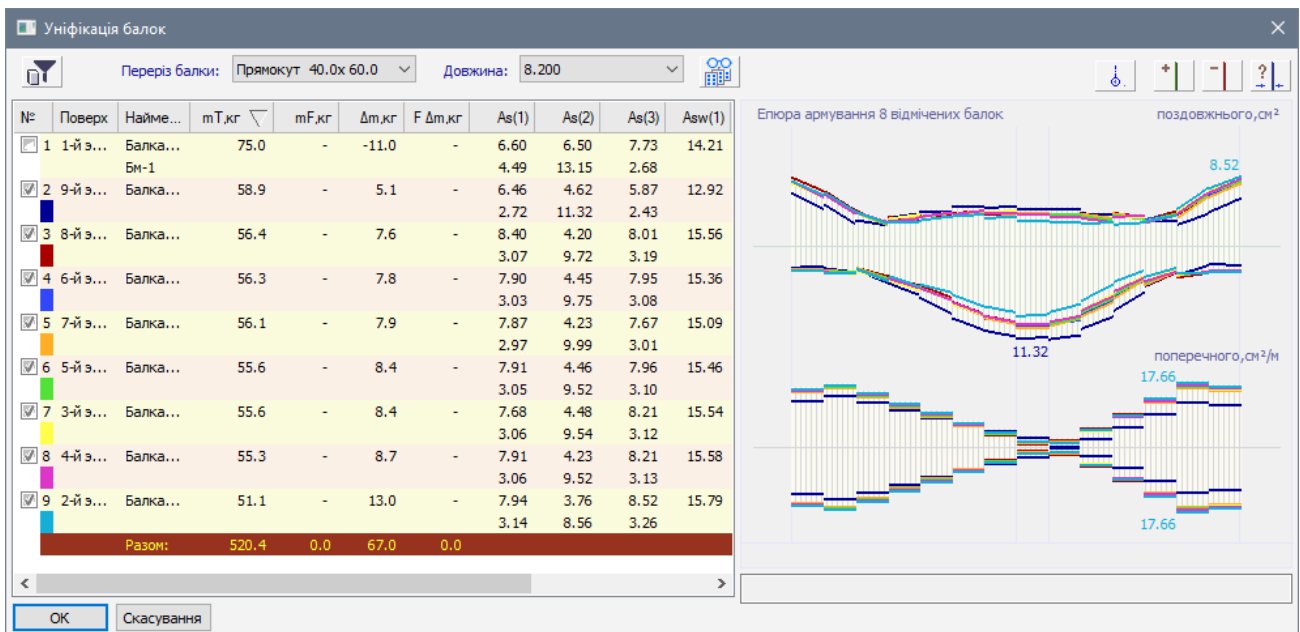


Рис. 27.28. Діалогове вікно **Уніфікація балок**

- Натисніть правою кнопкою миші по першій балці в списку і виберіть з контекстного меню команду **Створити модель армування марки**.
- У діалоговому вікні **САПФІР** (рис. 27.29) встановіть прапорець **більше не питати** і натисніть кнопку **ОК**.

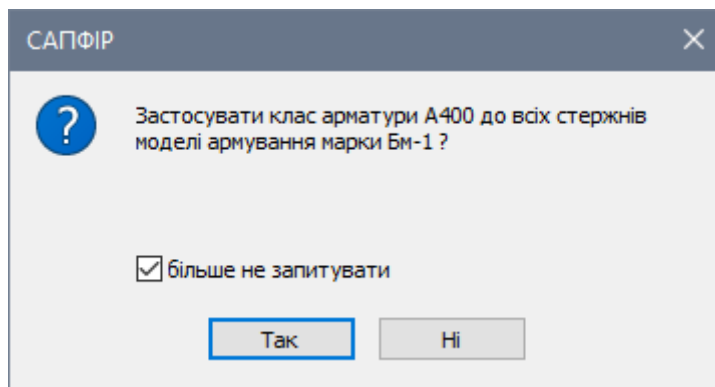


Рис. 27.29. Діалогове вікно САПФІР



Під час створення моделі армування програма може видати попередження **Плече внутрішньої пари сил зменшилося в порівнянні з прийнятим для нижніх/верхніх стержнів при розрахунку арматури в ЛІРА-САПР** у діалоговому вікні **Службова інформація**. Це означає, що параметри прив'язки центрів ваги арматурних стержнів верхньої та нижньої арматури у властивостях моделі армування не співпадають з відповідними параметрами, заданими в матеріалах конструювання для балок. У такому випадку потрібно буде відкрити вид армування балки та задати у властивостях параметри прив'язки до верху 50мм, прив'язки до низу 50мм.

- Натисніть правою кнопкою миші по другій балці у списку або будь-якій балці марки Бм–2 і виберіть з контекстного меню команду **Створити модель армування марки**.
- Внизу, в правій частині діалогового вікна (рис. 27.30) з'являться балки марки БМ-1 і БМ-2. Уніфікована балка БМ-2 відповідає за міцністю всім 8-ми балкам, що входять в цю уніфіковану групу. Також у діалоговому вікні **Види** з'являться види армування **Бм–1** і **Бм–2** в папці **Складальні вузли** і декілька розрізів для балок в папці **Розрізи**).

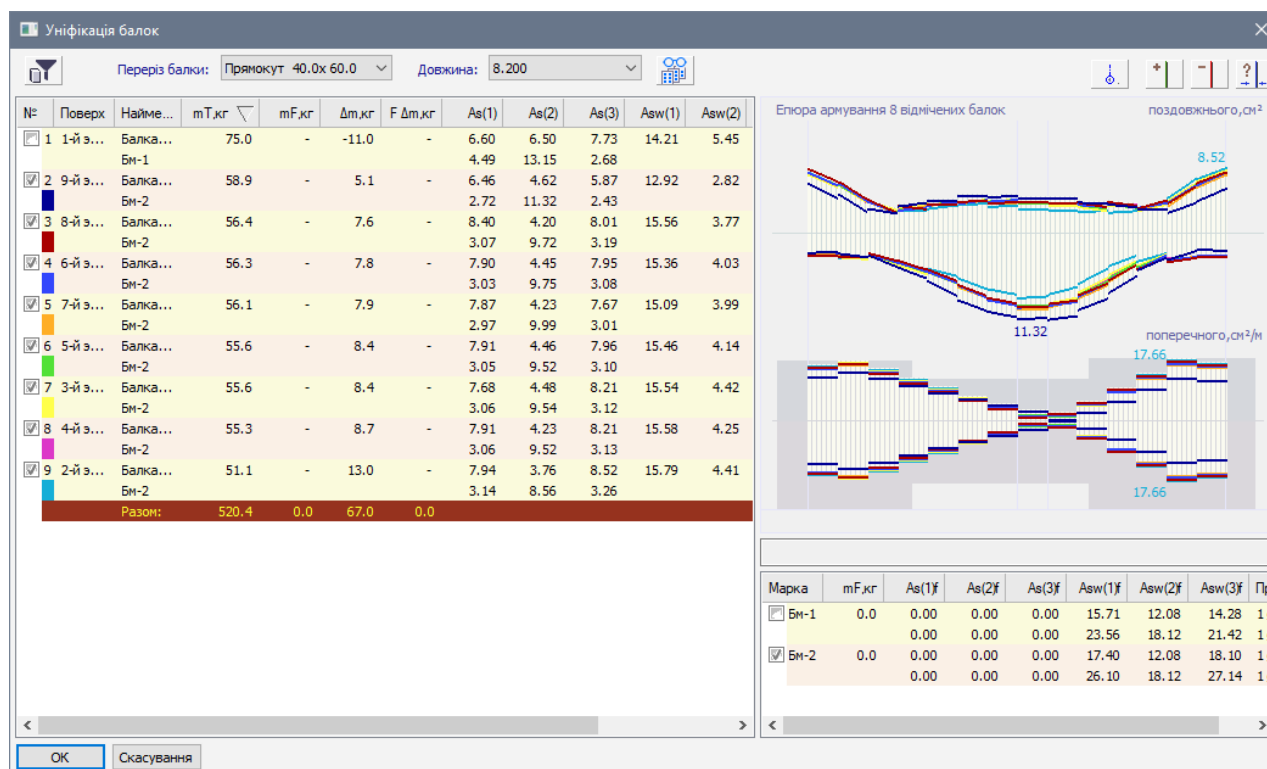


Рис. 27.30. Відображення епюр фактичного і теоретичного армування для балки




Для марок відображаються вже площі фактичного армування для 3-х перерізів, а також у стовпці Примітка наводяться діаметри кутових і додаткових стержнів для верхнього та нижнього армування.


#### Створення уніфікованих груп для двопролітних балок

- У розкривному списку **Довжина** виберіть довжину 14.550.
- Способом, описаним вище, створіть кілька уніфікованих груп для двопролітних балок:
  - 1-а і 2-а балки – **Бм-3**;
  - з 3-ї по 10-у – **Бм-4**;
  - з 11-ї по 18-у – **Бм5**.
- Способом, описаним вище, створіть модель армування для кожної з марок натиснувши по команді **Створити модель армування марки** у контекстному меню.
- Після цього натисніть кнопку **ОК**.






При створенні моделі армування для двопролітної балки у вікні **Службова інформація** з'явиться повідомлення **Перевищення транспортної довжини арматури. Розділіть стержень на декілька частин**. Подвійне натискання по рядку помилки у вікні службової інформації виділить цей стержень у моделі. У рядку властивостей інструменту **Стержень**

натисніть кнопку  – **Розділити стержень** і вкажіть місце в моделі, де стержень необхідно розділити – стержень розіб'ється на 2 частини з необхідним нахлестом (вказаним

у діалоговому вікні  – **Арматура**). Якщо при конструюванні балки використовуються стержні довжиною понад 11700, то вони будуть відображатися в специфікації як погонаж. При поділі стержнів і відповідно зменшенню їх довжини в специфікації буде фігурувати фактичне значення довжини стержня.


### Етап 9. Коригування автоматичного конструювання балки

#### Коригування моделі армування

- У діалоговому вікні **Види** виконайте подвійне натискання по рядку  **Бм-1** в папці **Складальні вузли**.
- Відкриється нова закладка вікна з поздовжнім розрізом балки, декількома поперечними розрізами, а також теоретичними і фактичними епюрами поздовжнього і поперечного армування.
- Виконайте натискання по кнопці  – **Показати все** (подвійне натискання по коліщаті миші) на панелі інструментів **Проекції та види (міні)**.
- Проконтролюйте наступні параметри у діалоговому вікні **Властивості**:
  - **Клас бетону** – В20;
  - **Прив'язка до верху, мм** – 50
  - **Прив'язка до низу, мм** – 50
  - **Торцевий захисний шар, мм** – 30
- Натисніть кнопку  – **Застосувати** (клавіша **Enter** на клавіатурі).




Якщо при створенні моделі армування не відображається епюра фактичного армування під епюрою теоретичного армування, то після коригування параметрів на ті, що вказані вище – епюра відобразиться.

- При необхідності відкоригуйте положення марок-виноска для стержнів, використовуючи команду  – **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**).






Епюри поздовжнього і поперечного армування відображаються для контролю. При зміні діаметру або кількості стержнів, зміни тут же відображаються на епюрі фактичного армування. Червоний колір на епюрі сигналізує про те, що встановленої арматури недостатньо, щоб покрити інтенсивність армування, необхідного за розрахунком.



При необхідності відкоригувати діаметри і кількість підібраних кутових і додаткових

стержнів натисніть кнопку  – **Балка** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**). У рядку властивостей інструменту **Балка** в окремих розкритих списках змінюється кількість і діаметр для верхніх, середніх, нижніх стержнів. А також призначається кількість зон і діаметр для поперечного армування. Після зроблених змін

необхідно натиснути на кнопку **Перерозмістити** для поздовжньої  і поперечної  арматури. Натисніть **Esc**, щоб вийти з інструменту роботи зі стержнями балки.

- Виділіть кутовий стержень Ø28 нижнього армування на поздовжньому розрізі.
- У рядку властивостей інструменту **Стержень** задайте наступне:
  - виберіть команду **L-лапка** з розкритого списку  для лівої і правої частин стержня;
  - введіть  $L_a = -300$ ;
  - натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження.
- Натисніть кнопку  – **Приховати виділені** на панелі інструментів **Візуалізація**, щоб приховати відкоригований кутовий стержень.
- Виділіть ще один кутовий стержень Ø28 нижнього армування натисканням в місці ближче до опори.
- Задайте для цього стержня ті ж параметри.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі.
- Натисніть кнопку  – **Показати все** на панелі інструментів **Візуалізація**, щоб відобразити прихований стержень.

#### Оновлення позицій по специфікації

- Виконайте натискання по кнопці  – **Балка** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).
- У діалоговому вікні **Властивості** введіть наступне:
  - **Стандарт прокату** – ГОСТ 34028–2016;
  - **Стандарт поперечної арматури** – ГОСТ 34028–2016.
- Натисніть кнопку  – **Застосувати** (клавіша **Enter** на клавіатурі).
- У діалоговому вікні **САПФІР** (рис. 27.31) встановіть прапорець **більше не питати** і натисніть кнопку **Так**.

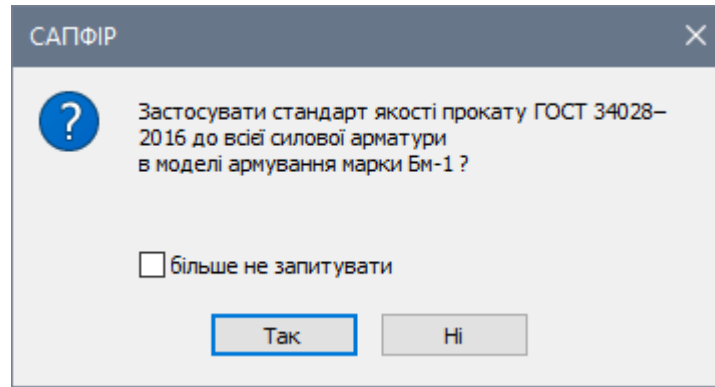



Рис. 27.31. Діалогове вікно САПФІР

- Викличте діалогове вікно **Специфікація Арматури БМ–1** (рис. 27.32) натисканням по кнопці  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).



Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Маса	Уніф. Дл,кг	Примітка
1	ГОСТ 34028–...	∅22А400, L=8160	2 шт.	48.7	-	
2	ГОСТ 34028–...	∅22А400, L=2510	1 шт.	7.5	16.9	
3	ГОСТ 34028–...	∅22А400, L=2460	1 шт.	7.3	0.1	
ОСп1	ГОСТ 34028–...	∅28А400, L=8760	2 шт.	84.7	-	300мм загнути з двох ст...
ОСп2	ГОСТ 34028–...	∅22А400, L=2060	1 шт.	6.1	-	300мм загнути
ОСп3	ГОСТ 34028–...	∅22А400, L=1660	1 шт.	5.0	1.2	300мм загнути
ОСп4	ГОСТ 34028–...	∅20А400, L=8760	2 шт.	43.2	-	300мм загнути з двох ст...
ОСп5	ГОСТ 34028–...	∅10А400, L=520	70 шт.	22.4	-	Шпилька
ОСп6	ГОСТ 34028–...	∅10А400, L=2010	70 шт.	86.7	-	Хомут
БМ-1		В20	1,97 м³			
Разом:				311.7		в середньому 158.4 кг/м³

OK Скасування Уніфікувати... Помістити на креслення...

Рис. 27.32. Діалогове вікно Специфікація арматури. БМ–1



- Натисніть кнопку **ОК**, щоб оновити всі позиції по специфікації.

#### Оновлення марок у перерізі балок

- Виконайте подвійне натискання по зображенню поперечного перерізу балки 2-2. Відкриється нова закладка вікна із зображенням розрізу балки.
- Натисніть кнопку  – **Маркування деталей** (панель **Анотації** на вкладці **Армування**), щоб оновити марки-виноски відповідно до позицій по специфікації.
- Натисніть кнопку  – **Закрити** у заголовку закладки вікна.

#### Етап 10. Створення листа креслення для балки

##### Створення листа креслення

- У діалоговому вікні **Види** виконайте подвійне натискання по рядку  БМ-1. Відкриється закладка вікна з видом армування балки.
- Викличте діалогове вікно **Специфікація Арматури БМ–1** (рис. 27.32) натисканням по кнопці  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).

- Викличте діалогове вікно **Накреслити таблиці відомостей і специфікацій арматури** (рис. 27.33) натисканням по кнопці **Помістити на креслення...**.

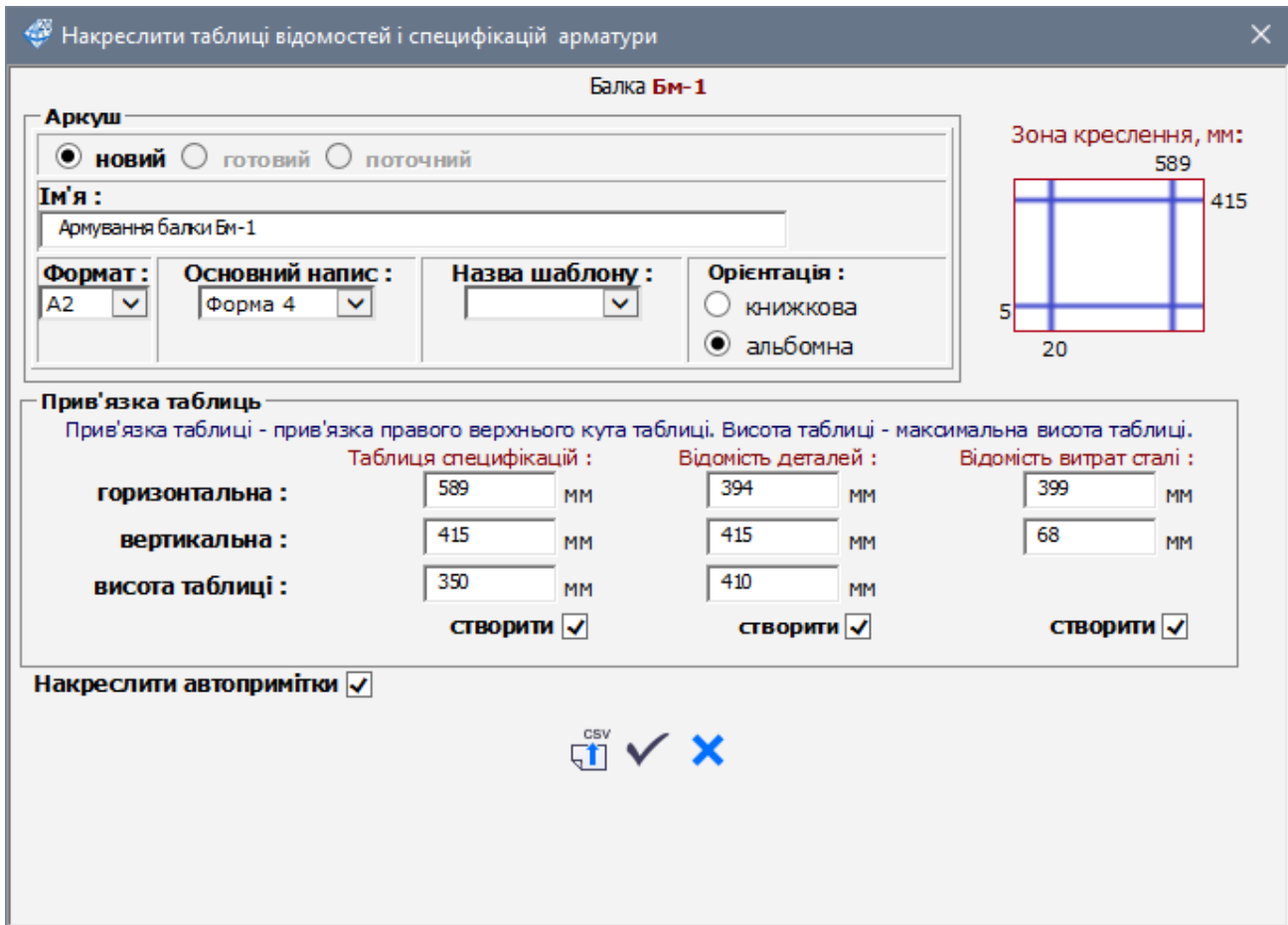




Рис. 27.33. Діалогове вікно **Вичертити таблиці відомостей і специфікацій арматури**

- У діалоговому вікні задайте наступне:
  - ім'я листа – **Армування балки Бм-1** (в якості імені задайте марку тієї балки, для якої виконувалося конструювання);
  - формат листа – **A2**;
  - введіть необхідні значення прив'язки для правого верхнього кута таблиці.
- Натисніть кнопку  – **Накреслити вибрані таблиці та автопримітки**. Відкриється нова закладка вікна з листом креслення, таблицями та автопримітками.
- У діалоговому вікні **Види** натисніть по рядку  **Бм-1** в папці **Складальні вузли** і утримуючи ліву кнопку миші, зтягніть модель армування балки на лист (рис. 27.34).



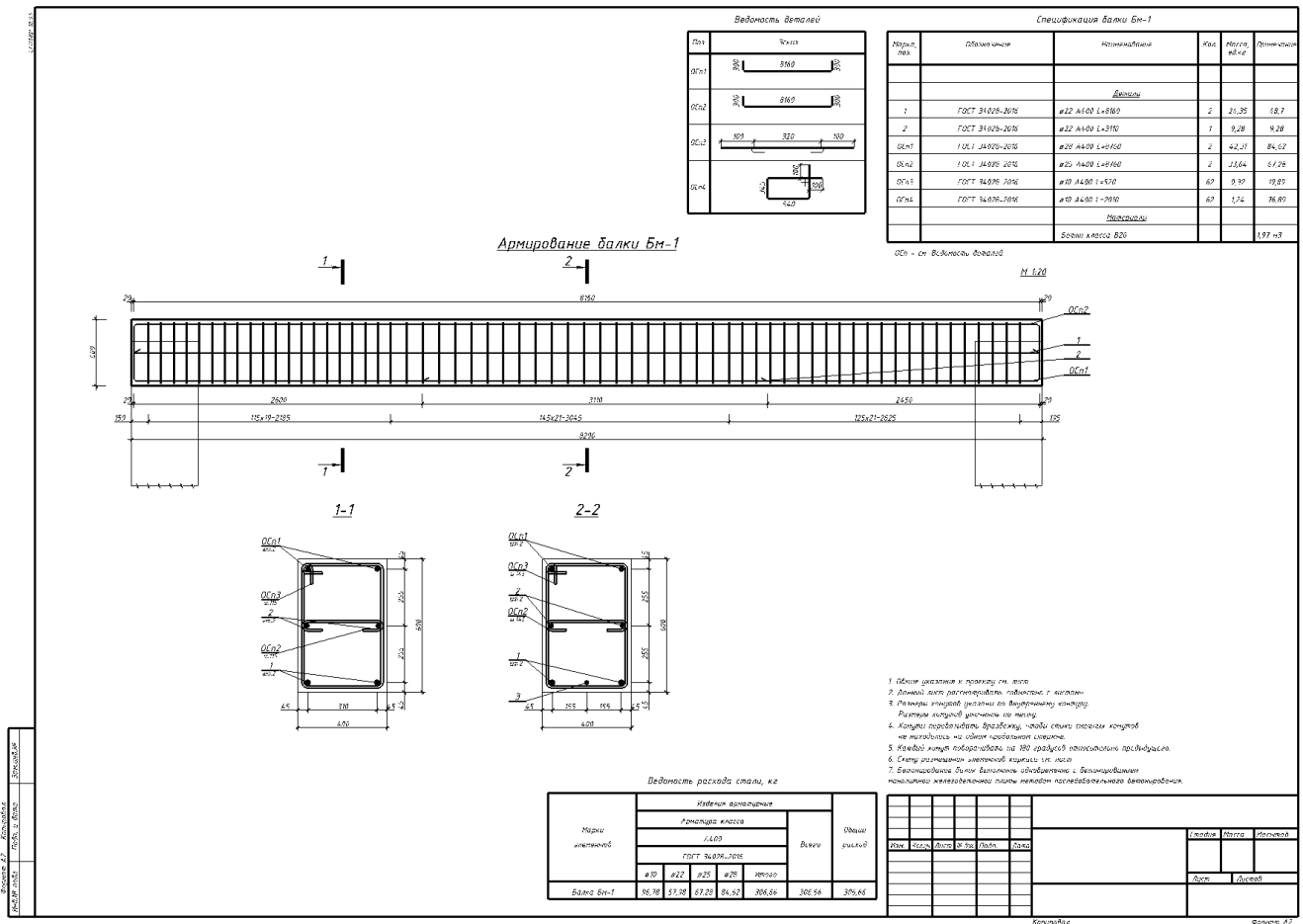


Рис. 27.34. Креслення армування балки

### Етап 11. Відображення арматури колони і балки в 3D

- У діалоговому вікні **Види** виконайте подвійне натискання по рядку **Общий вид**, щоб відкрити 3D вид моделі.
- Викличте діалогове вікно **Фільтрувати елементи** (рис. 27.35) натисканням по кнопці **Фільтр** на панелі інструментів **Візуалізація**.

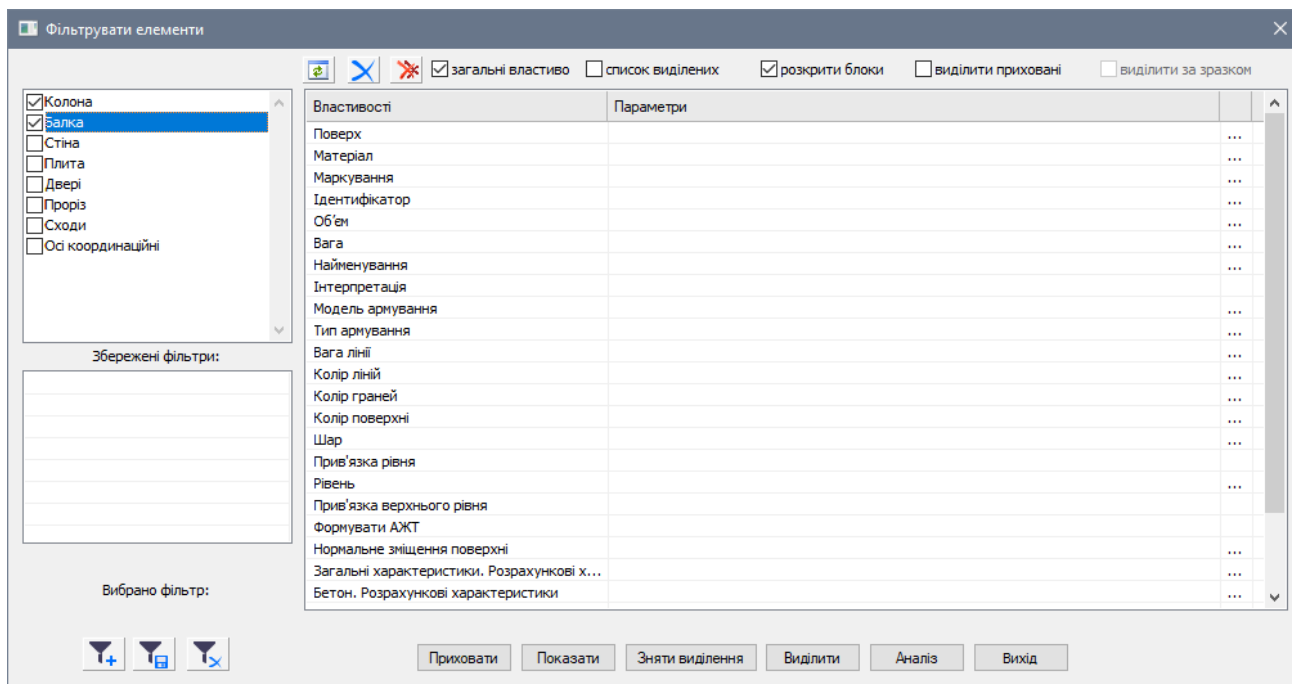


Рис. 27.35. Діалогове вікно **Фільтрувати елементи**

- У діалоговому вікні задайте наступне:
  - встановіть прапорці **Колона і Балка**;
  - викличте діалогове вікно **Вибрати марку** (рис. 27.36) натисканням по кнопці ... навпроти параметру **Маркування**;
  - у діалоговому вікні утримуючи натиснутою клавішу **Ctrl** на клавіатурі, виберіть марку колони і балки, для яких Ви виконували конструювання. В даному прикладі це колона **К-1-5-38** і балка **Бм-1**.

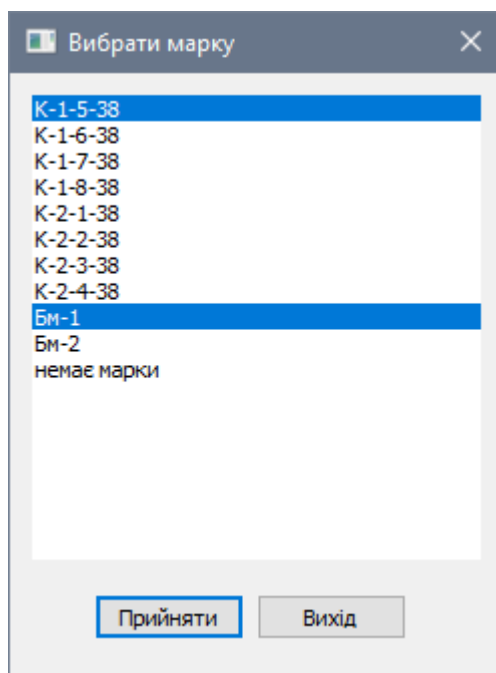




Рис. 27.36. Діалогове вікно **Вибрати марку**

- натисніть кнопку **Прийняти**.


- У діалоговому вікні **Фільтрувати елементи** виконайте натискання по кнопці **Виділити**.
- Після цього натисніть кнопку  – **Закрити**.



*Кількість марок колон і балок може відрізнятись від кількості, вказаного в прикладі. Це залежить від числа створених типів армування.*


- Щоб відобразити армування колон і балок у 3D виді натисніть кнопку  – **Арматура** на панелі інструментів **Візуалізація**.
- Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з колони і балки.



- Натисніть кнопку  – **Показати** на панелі інструментів **Візуалізація**, щоб прибрати заливку елементів і побачити арматуру в тілі колон.
- У діалоговому вікні **Властивості** задайте наступне:

- **Спрощені моделі** – Ні.

- Натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту** (клавіша **Enter** на клавіатурі).

- Щоб відобразити арматуру в кольорі згідно діаметру (рис. 27.37) натисніть кнопку  – **Колір по Ø** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).

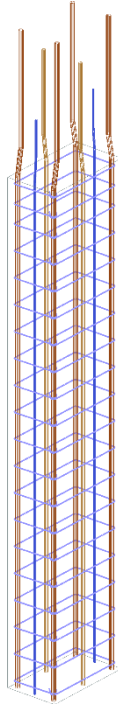



Рис. 27.37. Арматура колон в кольорі згідно діаметру



*Налаштувати колір для кожного діаметру можна у діалоговому вікні  – **Арматура** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).*