

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до кваліфікаційної роботи

магістра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **«Інструментальне обстеження перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу в м. Тернопіль»**

Виконав: студент VI курсу, групи МБмн-61  
спеціальності (напряму підготовки) 192  
«Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Штогрин В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Конончук О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мещерякова О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Будівельної механіки

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Штогрин Віталій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Інструментальне обстеження перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу в м. Тернопіль

Керівник проекту (роботи) Конончук Олександр Петрович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від «15» квітня 2024 року № 4/7 – 346

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 23.05.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Інструментальне обстеження збірною залізобетонного перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу в м. Тернопіль.

Визначення геометричних розмірів конструкцій, параметрів армування та міцнісних характеристик бетону неруйнівними та руйнівними методами контролю. Розрахунок напружено-деформованого стану збірних залізобетонних ребристих плит перекриття та металевих опрних пластин великогабаритного обладнання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Огляд літературних джерел в напрямку інструментального обстеження будівель і споруд.

Постановка мети та задач досліджень. Методика проведених інструментальних досліджень будівельних конструкцій, будівель і споруд в цілому. Засоби та інструменти для проведення інструментального обстеження. Розрахунок напружено-деформованого стану збірних залізобетонних ребристих плит перекриття та металевих опрних пластин великогабаритного обладнання. Розробка заходів по охороні праці. Розробка заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Постановка мети та задач досліджень. Методика та програма проведення досліджень дійсного технічного стану будівельних конструкцій, будівель та споруд в цілому.

Визначення міцнісних характеристик бетону методами неруйнівного контролю. Результати розрахунку напружено-деформованого стану збірних залізобетонних ребристих плит перекриття та металевих опрних пластин великогабаритного обладнання. Фотографії експериментальних досліджень. Результати експериментальних досліджень. Аналіз отриманих даних. Висновки.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Конончук О.П., к.т.н., доц.		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доц.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст. викл.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 15.04.2024 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літературних джерел в напрямку дослідження	18.04.2024	
2	Постановка мети і задач досліджень	25.04.2024	
3	Опис методики та програми проведених досліджень	30.04.2024	
4	Опис отриманих даних проведених інструментальних досліджень	05.05.2024	
5	Опис методик розрахунку напружено-деформованого стану збірних залізобетонних конструкцій	08.05.2024	
6	Розрахунок опорних металевих плит	10.05.2024	
7	Аналіз отриманих результатів чисельних розрахунків	15.05.2024	
8	Розробка заходів по охороні праці	18.05.2024	
9	Розробка заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях	22.05.2024	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)Штогрин В.В. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_  
(підпис)Конончук О.П. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## Зміст

	<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
	<b>РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД .....</b>	<b>8</b>
1.1	Методи проведення інструментального обстеження .....	8
1.2	Оцінка деформативності і стійкості конструктивних елементів будівлі .....	12
1.3	Постановка мети і конкретних задач дослідження .....	15
	Висновки до розділу 1 .....	15
	<b>РОЗДІЛ 2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ДОЛІДЖЕННЯ ЗБІРНОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ ПЕРШОГО ПОВЕРХУ ..</b>	<b>16</b>
2.1	Методика проведення випробувань .....	16
2.2	Результати інструментальних випробувань .....	17
2.3	Висновки до розділу 2 .....	26
	<b>РОЗДІЛ 3 ВСТАНОВЛЕННЯ ДІЙСНОГО НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ .....</b>	<b>27</b>
3.1	Матеріали та особливості моделювання методом скінченних елементів .....	27
3.2	Розрахунок несучої здатності плити при дії рівномірно- розподіленого навантаження на 1 м <sup>2</sup> .....	29
3.3	Розрахунок несучої здатності полиці збірної ребристої плити перекриття при дії зосередженої сили (продавлювання від точкового навантаження) .....	34
2.4	Висновки до розділу 3 .....	38
	<b>РОЗДІЛ 4 ПЕРЕВІРКА ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ НА ПРОДАВЛЮВАННЯ ...</b>	<b>39</b>
4.1	Вихідні дані для розрахунку .....	39

4.2	Перевірка несучої здатності плити перекриття .....	40
4.3	Перевірка несучої здатності плити перекриття при використанні розподільчих пластин .....	46
4.4	Перевірка жорсткості розподільчої пластини .....	51
4.5	Висновки до розділу 4 .....	54
	<b>РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ....</b>	<b>55</b>
5.1	Аналіз умов праці і причини травматизму в будівництві .....	55
5.2	Проведення радіаційного контролю матеріалів у будівництві .....	58
5.3	Оцінка стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкта будівництва до дії світлового випромінювання ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості .....	61
5.4	Розроблення та впровадження на об'єкті будівництва (цеху, дільниці) планів захисту вододжерел, продовольства, сировини, будівельних матеріалів .....	63
5.5	Висновки до розділу 5 .....	66
	<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>	<b>67</b>
	<b>БІБЛІОГРАФІЯ .....</b>	<b>68</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми роботи.** Все частіше виникає питання реконструкції існуючих виробничих приміщень під нові технологічні процеси та з розташуванням нового великогабаритного обладнання. При вирішенні такого роду завдань, постає необхідність встановлення дійсного технічного стану та реальної несучої здатності конструкцій, що будуть піддаватись впливу новим видами навантажень. Одним із перспективних методів при вирішенні такого роду задач є інструментальні дослідження із застосуванням неруйнівних методів контролю. Отримавши всі необхідні параметри для розрахунку існуючих конструкцій, можна з легкістю спрогнозувати їх повердінку під впливом нових видів навантажень.

**Мета роботи:** дослідження напружено-деформованого стану збірною залізобетонного перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу з оцінкою можливості розташування великогабаритного обладнання під час простою та впродовж виробничого процесу.

Для досягнення мети в роботі ставилися такі **задачі:**

– виконати інструментальне обстеження збірних залізобетонних ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу з дослідженням їх габаритних розмірів, параметрів армування та міцності бетону;

– встановити дійсний напружено-деформований стан збірних залізобетонних ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу при дії рівномірно розподіленого та зосередженого точкового навантаження;

– на основі розрахунку, підібрати форму та розмір поперечного перерізу металевих опорних плит для розміщення великогабаритного обладнання під час його простою та впродовж виробничого процесу на перекритті першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу.

**Об'єкт досліджень:** збірні залізобетонні ребристі плити перекриття, металеві опорні плити.

**Предмет дослідження:** напружено-деформований стан збірних

залізобетонних ребристих плит перекриття та металевих опорних плит.

**Методи дослідження:** аналіз проектної документації; аналіз експериментальних досліджень, метод скінченних елементів, метод ударного імпульсу, магнітний метод.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана у відповідності із науковою тематикою кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

- отримали подальший розвиток дослідження напружено-деформованого стану збірних залізобетонних ребристих плит перекриття та металевих опорних плит на дію рівномірно розподіленого та зосередженого точкового навантаження;

- отримано нові дані вимірювань міцності бетону методом ударного імпульсу;

- отримано нові дані визначення параметрів армування збірних залізобетонних конструкцій магнітним методом.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Отримані в роботі результати можуть бути використані будівельними та експертними організаціями при технічному обстеженні будівель і споруд під час їх реконструкції та капітального ремонту.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на XII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 6 – 7 грудня 2023 року.

**Публікації.** Технічне обстеження стану будівельних конструкцій будівлі готелю «Галичина» в місті Тернопіль / О.П. Конончук, П.О. Погребняк, С.В. Чаплінський, В.В. Штогрин // Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 6 – 7 грудня 2023 року — Т. : ТНТУ, 2023 — С. 23.

**Ключові слова.** Напружено-деформований стан, інструментальне обстеження, міцність бетону, контроль, неруйнівний метод, розрахунок.

# РОЗДІЛ 1

## СТАН ПИТАННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

### 1.1 Методи проведення інструментального обстеження

Контроль якості будівельних конструкцій здійснюється двома основними методами:

- руйнівним – виявлення граничної несучої здатності об'єктів доведенням їх до руйнування. Цей метод ефективний при випробуванні стандартних зразків зі сталі, бетону, при випробуванні моделей будівель чи конструкцій;

- неруйнівним – виявлення дійсного стану об'єкта зі збереженням його експлуатаційної придатності та без порушення несучої здатності. Цим методом можна встановити фізико-хімічні властивості матеріалу та виявити дефекти в ньому.

Перевагою руйнівного методу є те, що отримуються дійсні характеристики матеріалу. Основним його недоліком є значна собівартість та неможливість його використання в будівлях, що експлуатуються.

Перевагою неруйнівного методу є те, що матеріал не руйнується і несуча здатність конструкції не знижується; відносно простий у виконанні; можливість використання в будь-яких умовах та об'єктах.

При застосуванні неруйнівних методів, міцність бетону отримують за попередньо встановленою градууювальною залежністю між величиною міцності бетону та побічною характеристикою міцності (показом приладу). Недолік – отримуються опосередковані властивості та характеристики об'єкта.

В останні роки цілий ряд вітчизняних та закордонних вчених активно займалися питанням інструментального обстеження будівельних конструкцій, зокрема із застосуванням методів неруйнівного контролю.

Галінський О.М., Хохлін Д.О., Басанський В.О., Орловський І.К., [22] досліджували вплив віку бетону на результати вимірювання його міцності на стиск за допомогою ультразвукового приладу УК-14П з метою визначення можливості



використання градуувальної залежності для зрілого бетону (віком 28 діб за нормальних умов твердіння) для оцінки міцності більш «молодих» бетонів. Для тарування приладів використовувалися бетонні куби-зразки, відібрані при бетонуванні конструкцій. Випробування кубів відбувалося у віці 7-12 діб(загалом 21 випробування) та 28 діб(загалом 57 випробувань).

За результатами проведених досліджень можна зробити висновок про можливість використання градуувальної залежності приладу УК-14П для зрілого бетону для попередньої оцінки міцності бетону у віці 7-27 діб при його прогнозній середній міцності 32-46 МПа.

Ясній П.В., Конончук О.П. та Якубишин О.М. [21] проводили дослідження для визначення кубової міцності бетону різних класів неруйнівними методами контролю.

Для досліджень було виготовлено чотири серій зразків з важкого бетону класу С12/15, С 16/20, С 20/25 та С35/45. Кожна серія складалась з шести кубів розмірами 150×150×150 мм та залізобетонної плити 150×300×450 мм виготовлених із одного замісу бетону. Пливу конструктивно армували каркасом з дроту Ø4 Вр-І. В експерименті використовували три прилади неруйнівного контролю: вимірювач міцності бетону методом ударного імпульсу ИПС-МГ 4.03; вимірювач міцності бетону методом відриву зі сколюванням ПОС-50МГ 4.0 та вимірювач міцності бетону ультразвуковим методом «Бетон-32». Дослідження кубів і плити виконувалося у віці 7, 28 діб та у «старому» віці (для 1-ї серії 112 діб, для 2-ї серії 102 діб, для 3-ї серії 69 діб, для 4-ї серії 89 діб) ультразвуковим та імпульсним методами неруйнівного контролю. Залізобетонна плита, в свою чергу, додатково була досліджена методом відриву зі сколюванням. Після досліджень зразків приладами неруйнівного контролю, куби випробовували в лабораторних умовах на пресі П-250 згідно методики ДСТУ Б В.2.7-214 до їх повного руйнування для встановлення фактичної міцності бетону.

Проведені дослідження показали, що неруйнівні методи контролю можна використовувати для визначення міцності бетону не залежно від його віку. Вони є

доброю альтернативою методу відбору проб з випробуванням їх на пресі при поточному контролі зведення будівель і споруд.

Пшійко О.М., Лисняк В.П., та Зінкевич А.М. [23] виконали порівняння результатів неруйнівного контролю міцності бетону методом пружного відскоку та ультразвукового методу, а також статистичних оцінок при побудові їх градувальних залежностей та подальшого впливу цих оцінок на величину встановленого класу бетону. Крім того, порівнювались результати визначення класу бетону конструкції фундаментної плити за відібраними контрольними зразками при неруйнівному контролі їх міцності та подальшим випробуванням на пресі.

Для встановлення градувальних залежностей авторами використувалось п'ятнадцять серій по 2 шт. контрольних зразків кубів з ребром 100 мм, виготовлених в лабораторних умовах. Крім того, випробувались зразки кубів з ребром 100 мм, відібрані при бетонуванні фундаментної плити. Всі зразки випробувались у віці 28 діб.

Для визначення показників міцності бетону використовувався ультразвуковий метод (прилад УК-14П), імпульсний метод (прилад Онікс-2.5) та метод пружного відскоку (молоток Шмідта). Встановлення фактичного руйнівного навантаження виконувалось на пресі ПСУ-50.

За результатами проведених досліджень встановлено, що статистичні параметри отриманих градувальних залежностей для бетону в проектному віці є достатньо близьким, що не значно впливає на величину встановленого класу бетону при неруйнівному контролі міцності бетону тим чи іншим методом.

Калмикова О.П. [24] досліджувала характеристики, призначення та особливості сучасних пристроїв, що застосовують для визначення міцності бетону неруйнівними методами контролю. Для практичних досліджень були використані стандартні зразки бетону 10×10×10 см та збірні залізобетонні конструкції стін та фундаментів. Для проведення обробки випробувань методом пружного відскоку використовували електронний вимірювач міцності бетону ППС МГ4.03. Кількість зразків бетону дорівнює 10; час, що витрачають на вимірювання міцності, не

більше 15 сек. Для проведення досліджень ультразвуковим методом використовували ультразвуковий прилад ТІСО (Швейцарія).

На підставі проведеного аналізу автор робить такі висновки: серед великої кількості приладів, що застосовують на виробництві для визначення міцності бетону потрібно вибирати найбільш зручний прилад, що дає низьку похибку. Порівняльний аналіз переваг та недоліків деяких приладів наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз переваг та недоліків сучасних приладів неруйнівного контролю міцності бетону

№ з	Прилади неруйнівного методу контролю міцності бетон	Переваги приладу	Недоліки приладу
1	Склерометр Шмідта Молоток Кашкарова	- використовують через дешевизну обладнання; - швидкість.	- застарілий метод; - при низькій температурі велика похибка; - при роботі з t нижче -10 °С спотворює дані.
2	Прилади ІПС-МГ4.01, ІПС-МГ4.03 прилади ОНІКС	- швидкість вимірювання міцності бетону 15с; - зручність в роботі; - низька похибка (< 8 %); - найширший діапазон вимірювання міцності (3-100 МПа); - діапазон робочої температури від -10 до +40°С; - незначна маса	- зачищення поверхонь бетону абразивним каменем; - при роботі з t нижче -10 °С спотворює дані.
3	ТІСО УК 1401 УК-14П Низькочастотний ультразвуковий томограф А 1040 Полігон; Низькочастотний УЗ дефектоскоп А1220 МОНОЛІТ	- наскрізне прозвучування; - контроль міцності тіла бетону конструкції; - швидкість; - відсутній знос робочих органів; - вимірювання на нерівних поверхнях;	- випробування бетону не вище класу В 35; - забезпечення однакового контакту перетворювачів з поверхнею бетону; - вплив температури та вологості на швидкість звуку

На основі проведеного аналізу різного роду літературних джерел та наукових досліджень можна зробити висновок, що інструментальне обстеження з використанням методів неруйнівного контролю є перспективним напрямком контролю міцності бетонних та залізобетонних конструкцій. Дані методи мають велике майбутнє, оскільки володіють достатньою точністю, простотою та економічністю при їх застосуванні.

## **1.2 Оцінка деформативності і стійкості конструктивних елементів будівлі**

Оскільки в процесі експлуатації будівля зазнає впливу динамічних і статичних навантажень (снігова, корисна, від власної ваги, вітрова), то несучі конструкції будівлі деформуються. Деформації можуть бути різними - у вигляді паралельного зміщення перерізів конструкцій, розтягування або стиснення, унаслідок чого виникають тріщини, тому деформативність будівлі загалом і певних несучих конструкцій можна виявити візуально в процесі загальних обстежень - за наявністю тріщин.

Візуальне оцінювання деформацій будівлі. Візуальне обстеження стін будівлі полягає в аналізі особливостей розташування й формування тріщин. Так можна виявити дефекти підвалин і фундаментів будівлі. Вигинисті тріщини по фасаду будівлі спричиняє деформування підвалин, нерівномірне просідання, наявність у підвалинах слабкого або, навпаки, ґрунту, що мало стискається.

Температурно-вологісні деформації, пов'язані із процесом зволоження-висихання й заморожування-відтавання, виявляються як сітка дрібних тріщин на поверхні конструкції. Відомо, що змінювання вологості на 0,1 % спричиняє додаткове напруження матеріалу:  $\sigma = 9 \text{ кг/см}$ . Горизонтальні тріщини також можуть бути спричинені місцевим деформуванням ґрунтів основ, унаслідок чого відривається нижча ділянка стіни. Тріщини в стикових з'єднаннях можуть виникати внаслідок різних осідальних деформацій у матеріалах пов'язаних конструкцій, перевантаження елемента, зменшення його несучої здатності, а також

через помилки в проектуванні й розрахунках, неякісне будівництво. У разі появи тріщин на зовнішніх або внутрішніх несучих стінах необхідно забезпечити контроль за ними, щоб оцінити їх вплив на несучу здатність конструкції.

Найнебезпечнішими щодо цього є горизонтальні тріщини в простінках і вертикальні в перемичках. Найпоширенішим способом фіксації тріщин є установлення маяків - пластин зі сталі, скла й цементу на зовнішніх конструкціях, з гіпсу й алебастру - на внутрішніх елементах будівлі, а також щілиномірів.

Маяки встановлюють на стіну, очищену від облицювання зазвичай по два на кожну тріщину: один в місці найбільшого розкриття, другий - наприкінці тріщини, зазначаючи номер і дату установлення. Зруйновані маяки замінюють на нові, роблячи відповідний запис у журналі. Маяки забезпечують виявлення якісної картини деформацій, допомагають визначити, стабілізувалася тріщина чи продовжує розкриватися.

Для точної кількісної оцінки збільшення ширини розкриття тріщин, встановлення інтенсивності деформацій або виявлення періодичних деформацій, наприклад у наслідок змінювання температури повітря, встановлюють важільні маяки або спеціальні репери.

Тріщини поділяють на безпечні (волосяні - до 0,1 мм, дрібні - до 0,3 мм) і небезпечні (розвинені - 0,3...0,5 мм, великі - до 1 мм і дуже великі - 1 мм).

Якщо протягом 30 діб не було зафіксовано змінювання розмірів тріщини, її розвиток можна вважати закінченим. Маяки при цьому можна знімати, а тріщини закладати.

Інструментальне оцінювання деформацій будівлі. Інструментальний контроль за деформуванням несучих конструкцій в процесі експлуатації здійснюється за допомогою геодезичних приладів - теодоліта, нівеліра, а також прогиномірів і тензометрів. Межі деформацій і прогинів обумовлюються різновидом матеріалу, виду конструкції і регламентуються будівельними нормами.

Відхилення від вертикалі, а також викривлення у вертикальній площині можна виміряти як за допомогою схилу й лінійки, так і геодезичної зйомки.

У разі деформування перекриттів, стін і споруди загалом (загальні деформації) вимірювати їх зручно назовні будівлі. Сутність геодезичного контролю полягає в періодичній перевірці розташування окремих точок, позначених закріпленими марками, стосовно нерухомих знаків і у визначенні взаємних переміщень по вертикалі й горизонталі. Горизонтальні переміщення конструкцій визначають за допомогою теодоліта методом створу, тобто за створними лініями, закріпленими нерухомими позначками. Вертикальні переміщення (просідання конструкцій) визначають за допомогою методу геометричного нівелювання стосовно нерухомо закріплених знаків.

У місцях, незручних для геометричного нівелювання, зокрема й усередині будівлі, проводять гідростатичне нівелювання, що базується на принципі сполучених посудин.

Динамічні деформації можна заміряти прогиномірами з точністю до 0,001 мм. Прогиноміри використовують для вимірювання місцевих деформацій, коли у вузлах і конструкціях відбуваються зміщення або повороти, подовження або стиснення елементів. Прогиномір встановлюють упригол до конструкції та закріплюють нерухомо на опорі. У разі виникнення прогину або деформації пересувний блок рухається, переміщення стрижня приводить до обертання колеса, що фіксується на шкалі.

Тензометри є прилади для виявлення місцевих лінійних деформацій у конструкціях (розтягування й стискання однієї конструкції або взаємне переміщення двох суміжних). За величиною деформації можна визначити величину напружень у матеріалі, тобто оцінити несучу здатність конструкції.

Під час появи деформацій, тріщин у несучих конструкціях надземної частини будівлі окрім оцінки їх несучої здатності, визначають рівень просідання будівлі, тобто деформацію підвалин, оскільки стійкість будівлі визначає її несучу здатність. Обстежувати підвалини й фундаменти найскладніше, це дуже відповідальний вид робіт, оскільки фактори, що впливають на них, надзвичайно різноманітні, а надійність фундаментів значною мірою визначає стан наземних конструкцій.

### **1.3 Постановка мети і конкретних задач дослідження**

Мета досліджень: дослідження напружено-деформованого стану збірного залізобетонного перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу з оцінкою можливості розташування великогабаритного обладнання під час простою та впродовж виробничого процесу.

Перед дослідженнями ставились наступні задачі:

– виконати інструментальне обстеження збірних залізобетонних ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу з дослідженням їх габаритних розмірів, параметрів армування та міцності бетону;

– встановити дійсний напружено-деформований стан збірних залізобетонних ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу при дії рівномірно розподіленого та зосередженого точкового навантаження;

– на основі розрахунку, підібрати форму та розмір поперечного перерізу металевих опорних плит для розміщення великогабаритного обладнання під час його простою та впродовж виробничого процесу на перекритті першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу.

#### **Висновки до розділу 1**

1. Розглянуто види інструментального обстеження та соновні методи і прилади, що використовуються при його проведенні.
2. Поставлено мету та задачі проведення інструментальних досліджень збірного залізобетонного ребристого перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу.

## РОЗДІЛ 2

### ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ДОЛІДЖЕННЯ ЗБІРНОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ ПЕРШОГО ПОВЕРХУ

#### 2.1 Методика проведення випробувань

Визначення товщини захисного шару бетону, розташування та діаметру арматури на ділянках випробувань проводилось неруйнівним магнітним методом згідно з ДСТУ Б В.2.6-4 та руйнівним методом – шляхом оголення арматури від захисного шару бетону.

Визначення міцнісних характеристик бетону об'єктів інструментального обстеження проводилось методом ударного імпульсу згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009.

Інструментальне обстеження проводилось відповідно до технічного завдання на ділянках вказаних замовником ТОВ «Глобал Текстайл Аллаєнс Юкрейн».

Випробування методом ударного імпульсу проводилися у такій послідовності:

- встановлення залежності між міцністю матеріалу та непрямою характеристикою міцності;
- оформлення градуовальної залежності;
- зачищення поверхні виробу в місцях випробувань;
- фіксування значення прямої характеристики міцності.

Засоби вимірювальної техніки для візуального обстеження наведені в таблиці 2.1. Засоби вимірювальної техніки для інструментального обстеження наведені в таблиці 2.2.



Таблиця 2.1 – Засоби вимірювальної техніки для візуального обстеження

Найменування, марка, тип	ДСТУ	Призначення
Прилади та інструменти для вимірювання лінійних параметрів та деформацій, візуальне обстеження:		Вимірювання лінійних розмірів (конструкцій, шарів, зон порушень, тріщин та ін.)
- лазерний вимірювач відстані TEKHMANN TDM-40		
- лінійка вимірювальна металева	ДСТУ 8982:2020	
- штангенциркуль	ДСТУ EN ISO 13385-1:2018	
- рулетки вимірювальні металеві	ДСТУ 4179-2003	
- фотоапарат FUJIFILM FinePix F40fd		Фотофіксація стану

Таблиця 2.2 – Засоби вимірювальної техніки для інструментального обстеження

№ з/п	Найменування приладу чи обладнання	Границя вимірювання	Клас точності або похибка засобу вимірювальної техніки	Дата наступної атестації, повірки
1	Вимірювач міцності бетону електронний ИПС-МГ 4.03, заводський номер 6812	3-100 МПа	±8 %	11.2024
2	Вимірювач електронний захисного шару бетону і розташування арматури ИПА-МГ4, заводський номер 1803	0-150 мм	±10 мм	11.2024

## 2.2 Результати інструментальних випробувань

Відповідно до технічного завдання інструментальному обстеженню підлягали три ділянки перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу

№1 на відмітці +6,000 м, зокрема збірні залізобетонні ребристі плити перекриття під складом (1086,61 м<sup>2</sup>), в'язальним цехом (858,06 м<sup>2</sup>) та цехом термічної обробки (2184,19 м<sup>2</sup>).

За результатами проведених обмірних робіт та інструментального обстеження, встановлено конструкцію даних плит. Обмірні креслення збірних залізобетонних ребристих плит, що використані на даному об'єкті в якості несучих конструкцій перекриття першого поверху наведені на рис. 2.1.

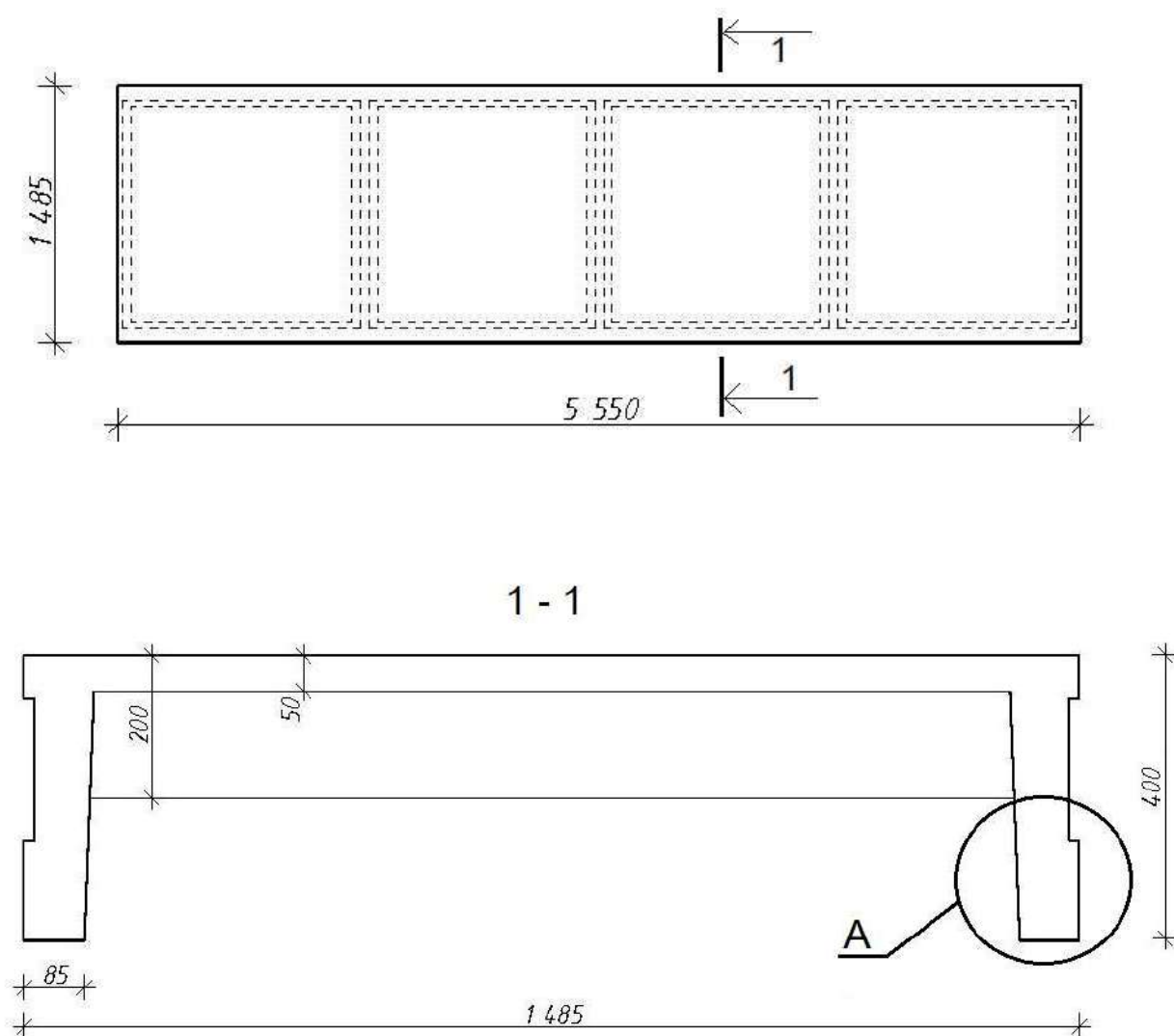


Рисунок 2.1 – Обмірні креслення ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу №1 на відмітці +6,000 м

В результаті проведеного інструментального обстеження встановлено товщини захисного шару бетону, розташування та діаметру армування ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу №1 на відмітці +6,000 м на ділянках складу (1086,61 м<sup>2</sup>), в'язального цеху (858,06 м<sup>2</sup>) та цеху термічної обробки (2184,19 м<sup>2</sup>). Плити армовані однією робочою арматурою Ø 28 класу А-IV в кожному із поздовжніх ребер, однією арматурою Ø 12 класу А-I в кожному із поперечних ребер, сіткою з дроту Ø 5 класу Вр-I розміром вічок 200×200 мм в полиці плити згідно рис. 2.2.

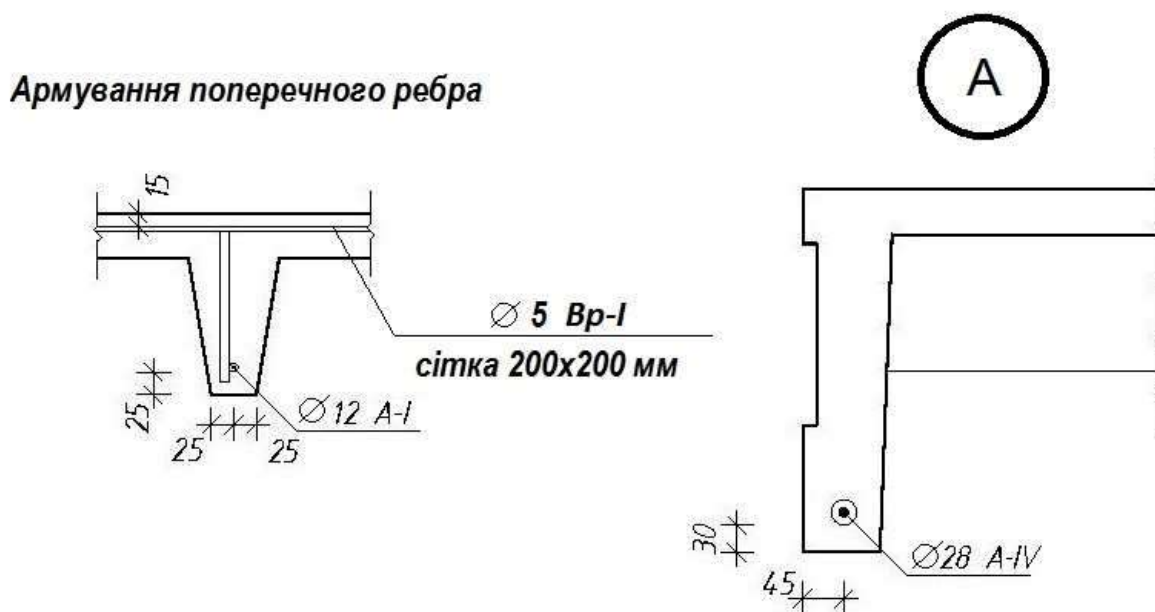


Рисунок 2.2 – Армування ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу №1 на відмітці +6,000 м

Вимірювання міцності бетону ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу №1 на відмітці +6,000 м було проведено на трьох ділянках:

- Ділянка 1 – склад (1086,61 м<sup>2</sup>);
- Ділянка 2 – в'язальний цех (858,06 м<sup>2</sup>);
- Ділянка 3 – цех термічної обробки (2184,19 м<sup>2</sup>).

Дослідження були проведені методом ударного імпульсу згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009 в кожній із визначених ділянок в чотирьох точках. В кожній із точок виконано по чотири заміри, з яких взято усереднене значення. Результати вимірювання міцності бетону ребристих плит перекриття методом ударного імпульсу наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати вимірювань міцності бетону ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу №1 на відмітці +6,000 м

№ ділянки	№ точки	Покази приладу				Середня кубова міцність, МПа
		1	2	3	4	
Склад (1086,61 м <sup>2</sup> )						
1	1	31,6	30,9	31,2	31,4	31,3
	2	32,3	31,8	31,6	32,0	31,9
	3	28,9	29,9	29,2	29,1	29,3
	4	30,2	29,7	30,6	30,4	30,2
Середнє значення кубової міцності бетону по ділянці 1						30,7
В'язальний цех (858,06 м <sup>2</sup> )						
2	1	34,6	33,8	34,0	34,1	34,1
	2	28,7	29,3	29,7	28,9	29,2
	3	32,1	31,6	31,7	32,0	31,9
	4	30,4	31,3	31,1	31,0	31,0
Середнє значення кубової міцності бетону по ділянці 2						31,6
Цех термічної обробки (2184,19 м <sup>2</sup> )						
3	1	32,3	32,0	32,2	32,1	32,2
	2	30,8	30,4	30,7	30,0	30,5
	3	33,4	33,4	33,7	32,8	33,3
	4	29,9	29,7	30,0	30,4	30,0
Середнє значення кубової міцності бетону по ділянці 3						31,5

Згідно з проведеним інструментального обстеження міцності бетону ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу №1 на відмітці +6,000 м на ділянках складу (1086,61 м<sup>2</sup>), в'язального цеху (858,06 м<sup>2</sup>) та цеху термічної обробки (2184,19 м<sup>2</sup>) методом ударного імпульсу, середня кубова міцність бетону знаходиться в межах від 29,2 МПа до 34,1 МПа, що відповідає класу міцності бетону С 20/25 (марка бетону М 350) із статистичною забезпеченістю 0,95 згідно з ДБН В.2.6-98:2009.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд будівлі приміщення корпусу №1 за адресою: 46023, м. Тернопіль, вул. 15 квітня, 6 (об'єкт нерухомості 190330186101)



Рисунок 2.4 – Внутрішній простір приміщення складу (1086,61 м<sup>2</sup>)



Рисунок 2.5 – Внутрішній простір приміщення в'язального цеху (858,06 м<sup>2</sup>)



Рисунок 2.6 – Внутрішній простір приміщення цеху термічної обробки (2184,19 м<sup>2</sup>)



Рисунок 2.7 – Ділянка «1» проведення інструментального обстеження збірних залізобетонних ребристих плит перекриття на відмітці +6,000 м



Рисунок 2.8 – Ділянка «2» проведення інструментального обстеження збірних залізобетонних ребристих плит перекриття на відмітці +6,000 м



Рисунок 2.9 – Ділянка «3» проведення інструментального обстеження збірних залізобетонних ребристих плит перекриття на відмітці +6,000 м





Рисунок 2.10 – Ділянка «1»: Місце на якому відбулось руйнування полиці ребристої плити перекриття в результаті дії зосередженого навантаження



Рисунок 2.11 – Ділянка «1»: Місце визначення діаметру робочої арматури в поздовжньому ребрі плити



Рисунок 2.12 – Ділянка «2»: Місце визначення діаметру робочої арматури в поздовжньому ребрі плити

### 2.3 Висновки до розділу 2

1. Розроблено методику та програму проведення інструментального обстеження збірного залізобетонного ребрстого перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу в м. Тернопіль.
2. Із використанням приладів неруйнівного контролю, встановлено габаритні розміри збірних залізобетонних ребристих плит перекриття, параметри їх армування та міцність бетону.
3. Середня кубова міцність бетону збірних ребристих плит перекриття знаходиться в межах від **29,2 МПа** до **34,1 МПа**, що відповідає класу міцності бетону **С 20/25 (марка бетону М 350)** із статистичною забезпеченістю 0,95 згідно ДБН В.2.6-98:2009.
4. Збірні ребристі плити перекриття армовані однією робочою арматурою **Ø 28 класу А-IV** в кожному із поздовжніх ребер, однією арматурою **Ø 12 класу А-I** в кожному із поперечних ребер, сіткою з дроту **Ø 5 класу Вр-I** розміром вічок **200×200 мм** в полиці плити.

## РОЗДІЛ 3

### ВСТАНОВЛЕННЯ ДІЙСНОГО НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ

#### 3.1 Матеріали та особливості моделювання методом скінченних елементів

В результаті проведеного інструментального обстеження, отримано всі необхідні вихідні дані для розрахунку збірної ребристої плити перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу №1 на відмітці +6,000 м:

Бетон важкий класу С 20/25 (марка бетону М 350). Початковий модуль пружності бетону  $E_c = 30 \cdot 10^3$  МПа.

Мінімальна кубова міцність бетону встановлена експериментально:

$$f_{ck} = 29,2 \text{ МПа.}$$

Розрахункове значення призмової міцності бетону буде визначатись за формулою:

$$f_{c,prism} = 0,75 f_{ck} = 0,75 \cdot 29,2 \text{ МПа} = 21,9 \text{ МПа};$$

Розрахунковий опір бетону осьовому стиску з урахуванням коефіцієнта умов роботи  $\gamma_{b2} = 0,9$  становить:

$$f_{c,d} = f_{c,prism} \cdot \gamma_c = 21,9 \cdot 0,9 \text{ МПа} = 19,71 \text{ МПа.}$$

Робоча арматура в поздовжньому ребрі зі сталі класу А-IV, в поперечному ребрі з сталі класу А-I, в полиці з сталі класу Вр-I. Характеристичні опори осьовому розтягу даних арматур становлять:

$$\text{для Вр-I } f_y = 260 \text{ МПа} = 26,0 \text{ кН/см}^2,$$

$$\text{для А-I при } \emptyset 10 \div 40 \text{ мм} - f_y = 225 \text{ МПа} = 22,5 \text{ кН/см}^2,$$

$$\text{для А-IV } f_y = 500 \text{ МПа} = 50,0 \text{ кН/см}^2.$$

Розрахунковий опір арматури осьовому розтягу з урахуванням коефіцієнта умов роботи  $\gamma_s = 0,9$  становить:

$$\text{для Вр-I } f_{yd} = 0,9 \cdot 260 = 234 \text{ МПа,}$$

$$\text{для А-I при } \emptyset 10 \div 40 \text{ мм} - f_{yd} = 0,9 \cdot 225 = 202,5 \text{ МПа.}$$

для А-IV  $f_{yd} = 0,9 \cdot 500 = 450$  МПа.

Для створення скінченно-елементної моделі збірної ребристої плити перекриття використано пластинчасті скінченні елементи. Крок триангуляції елементів в поздовжньому напрямку становить 0,15 м, в поперечному 0,1 м.

Такий тип скінченних елементів призначений для визначення та перевірки армування для:

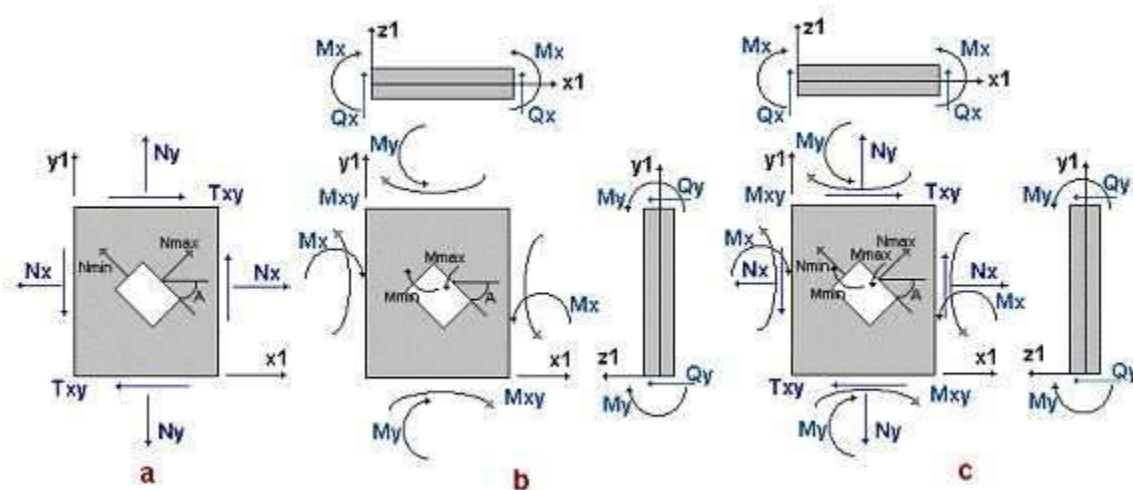
- тонкостінних залізобетонних елементів, в яких діють згинальні та крутні моменти, осьові та перерізуючі сили – елементи оболонки.
- плоских залізобетонних елементів, в яких діють згинальні та крутні моменти, а також сили, що перерізують, – елементи плити.
- залізобетонних елементів, що у плоскому напруженому стані – елементи балки-стілки.

Підбір та перевірка арматури (окремо поздовжньої та поперечної) виконується при врахуванні дії заданої кількості поєднань (погонних):

$N_x, N_y, T_{xy}$  – для балок-стінок;

$M_x, M_y, M_{xy}, Q_x, Q_y$  – для плит;

$N_x, N_y, T_{xy}, M_x, M_y, M_{xy}, Q_x, Q_y$  – для оболонок.



а – позитивний напрямок зусиль, що діють на елементи балки-стілки та головні нормальні зусилля, б – позитивний напрямок моментів, що діють на елементи плити та головні згинальні моменти, с – позитивний напрямок зусиль та моментів, що діють на елементи оболонки, головні нормальні зусилля та головні згинальні моменти.

Рисунок 3.1 – Схема прикладання зусиль

Розрахункову модель збірної ребристої плити перекриття обчислювали на сприйняття максимального рівномірно-розподіленого навантаження  $q$  (Завантаження 3) та зосередженої сили  $P$  (Завантаження 2).

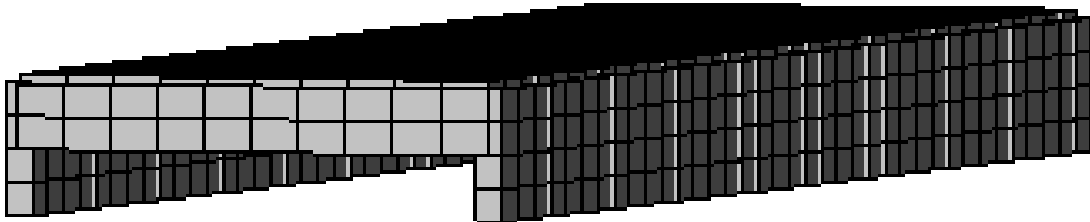


Рисунок 3.2 – Скінченно-елементна модель збірної ребристої плити перекриття

### **3.2 Розрахунок несучої здатності плити при дії рівномірно-розподіленого навантаження на $1 \text{ м}^2$**

В результаті скінченно-елементного розрахунку за встановленими параметрами армування, отримано значення рівномірно-розподіленого навантаження  $q$ , при якому відбуватиметься руйнування плити. Також, обчислено значення напружень та переміщень при дії критичного рівномірно-розподіленого навантаження. На рисунках 3.3 – 3.9й представлено ізополя напружено та переміщень в збірній ребристій плиті перекриття при дії навантажень, що передують її руйнуванню.

Завантаження 3

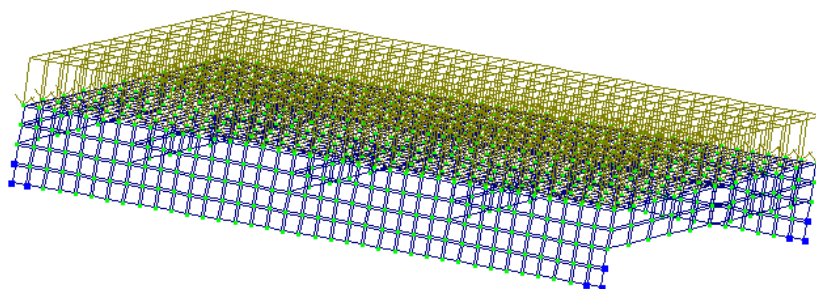


Рисунок 3.3 – Схема дії рівномірно-розподіленого навантаження

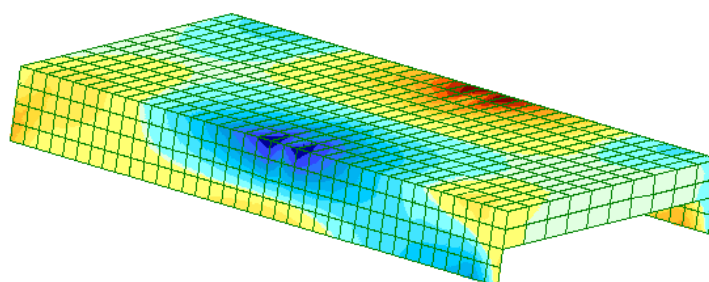
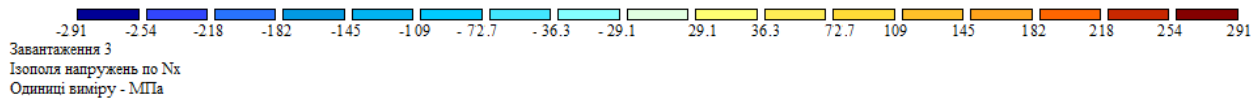


Рисунок 3.4 – Розподіл нормальних напружень вздовж осі OX

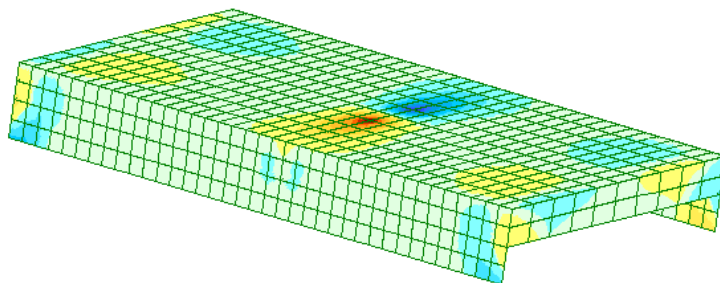
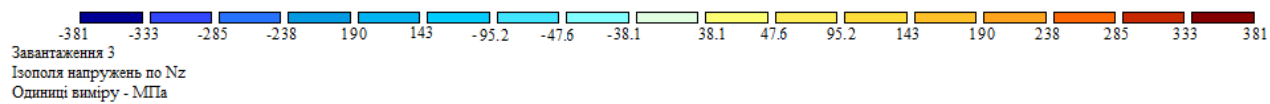


Рисунок 3.5 – Розподіл нормальних напружень вздовж осі OZ

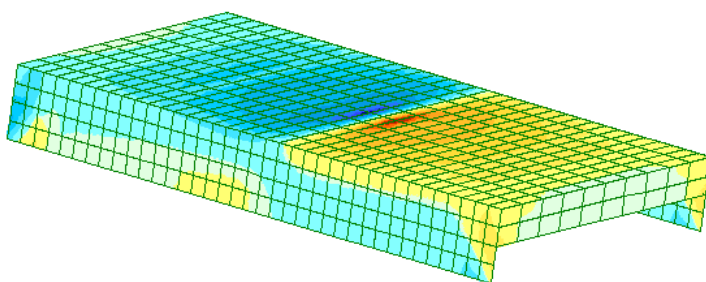
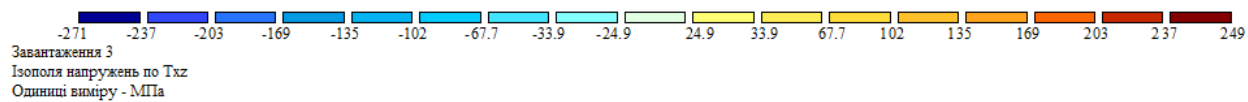


Рисунок 3.6 – Розподіл дотичних напружень в площині XZ

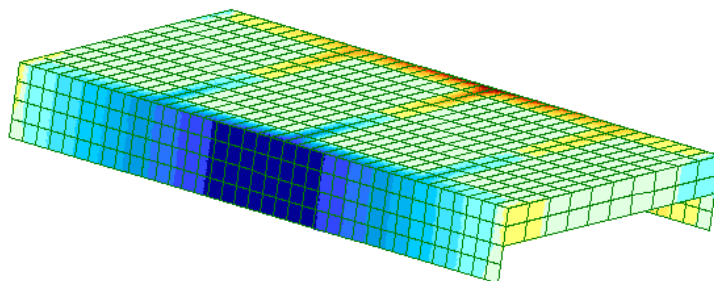
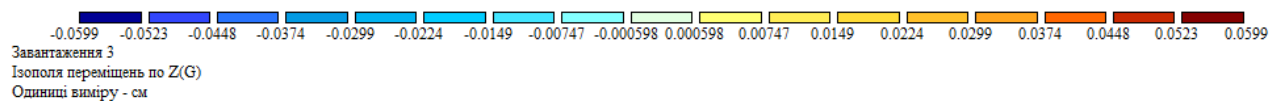


Рисунок 3.7 – Ізополя переміщень по осі OZ

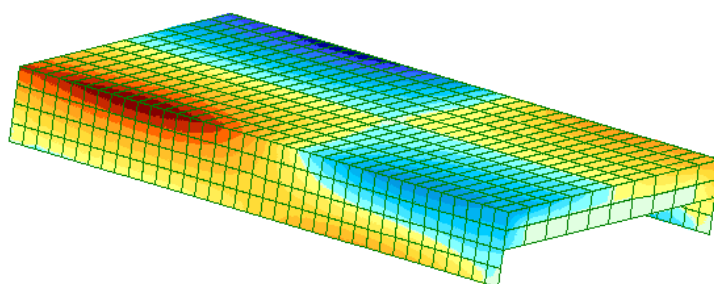
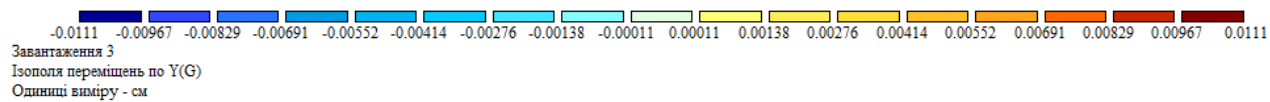


Рисунок 3.8 – Ізополя переміщень по осі OY



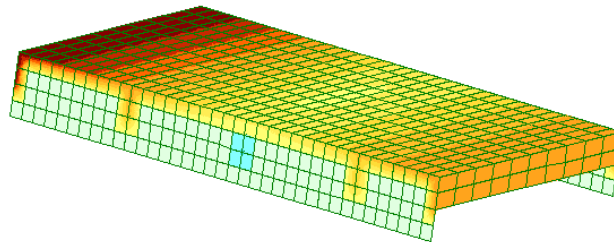
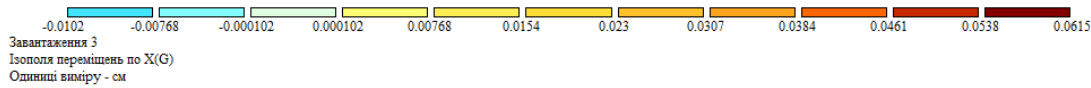


Рисунок 3.9 – Ізополя переміщень по осі OX

Згідно проведеного розрахунку ПК «Лира», навантаження на 1 м.п. збірної ребристої плити перекриття:

$$q_1 = \frac{4,414}{\gamma_d} \cdot \gamma_n = \frac{4,414}{1,2} \cdot 0,95 = 3,494 \text{ т/м},$$

де  $\gamma_n$  – коефіцієнт надійності за відповідальністю згідно ДБН В.1.2-14-2009.

$\gamma_d$  – коефіцієнт, що враховує динамічні та сейсмічні впливи згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Навантаження на 1 м<sup>2</sup> збірної ребристої плити перекриття:

$$q = \frac{q_1}{1,485} = \frac{3,494}{1,485} = 2,353 \text{ т/м}^2,$$

Власна вага збірної ребристої плити перекриття 2,2 т.

Власна вага 1 м<sup>2</sup> конструкції перекриття становить:

$$G = \frac{2,2}{5,55 \cdot 1,485} = 0,267 \text{ т/м}^2.$$

Несуча здатність збірної ребристої плити перекриття з врахуванням власної ваги:

$$q' = q - G \cdot \gamma_{fm} = 2,353 - 0,267 = 2,086 \text{ т/м}^2.$$

### 3.3 Розрахунок несучої здатності полиці збірної ребристої плити перекриття при дії зосередженої сили (продавлювання від точкового навантаження)

Використовуючи вищезазначену методику скінченно-елементного розрахунку за встановленими параметрами армування, отримано також значення зосередженої сили  $P$ , при якому відбуватиметься руйнування полиці збірної ребристої плити перекриття. Також, обчислено значення напружень та переміщень при дії критичної зосередженої сили  $P$ . Визначення значення зосередженої сили  $P$  відбувалось з умови найневигіднішого розміщення. Передбачається, що сила  $P$  розташована посередині між поздовжніми та поперечними ребрами.

На рисунках 3.10 – 3.16 представлено ізополя напружено та переміщень в збірній ребристій плиті перекриття при дії зосередженої сили по центру полиці плити між поздовжніми та поперечними ребрами, що передуює руйнуванню полиці.

Завантаження 2

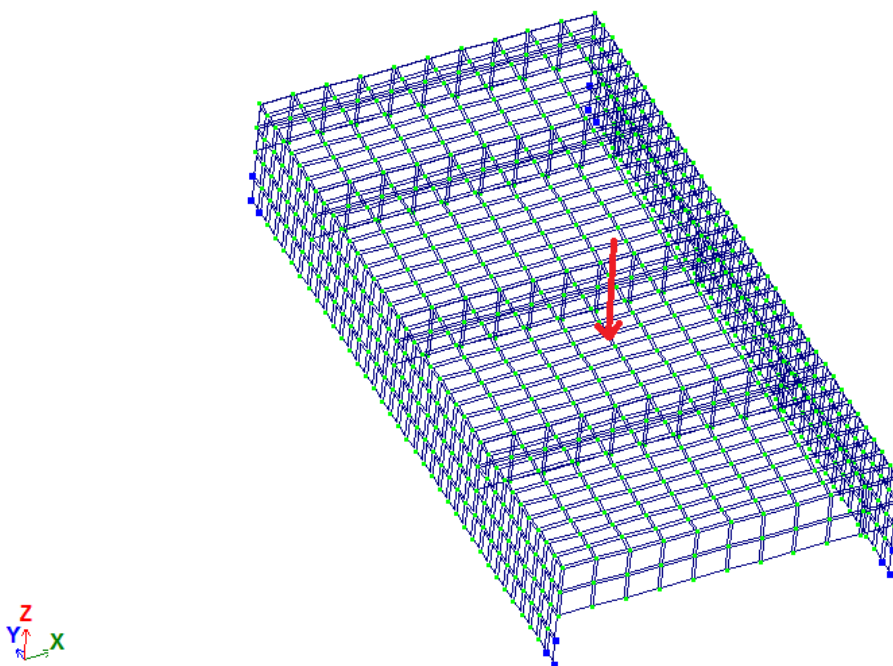


Рисунок 3.10 – Схема дії зосередженого навантаження

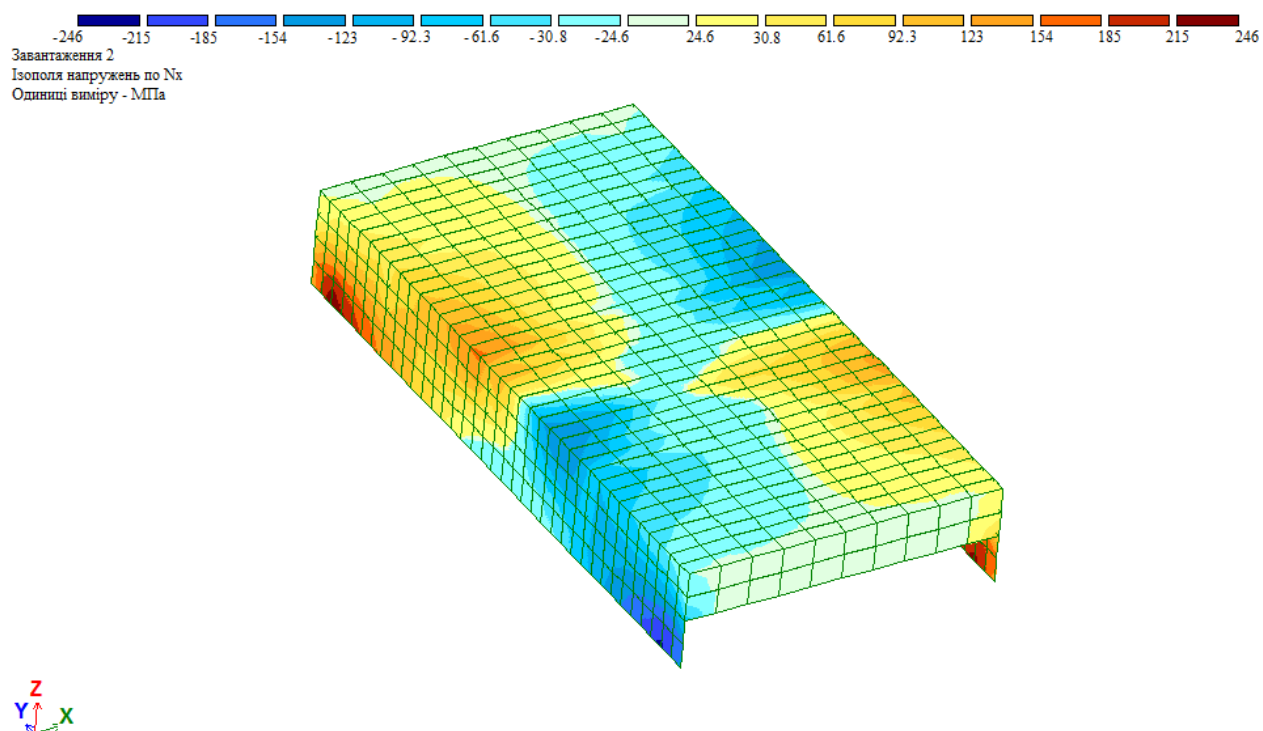


Рисунок 3.11 – Розподіл нормальних напружень вздовж осі OX

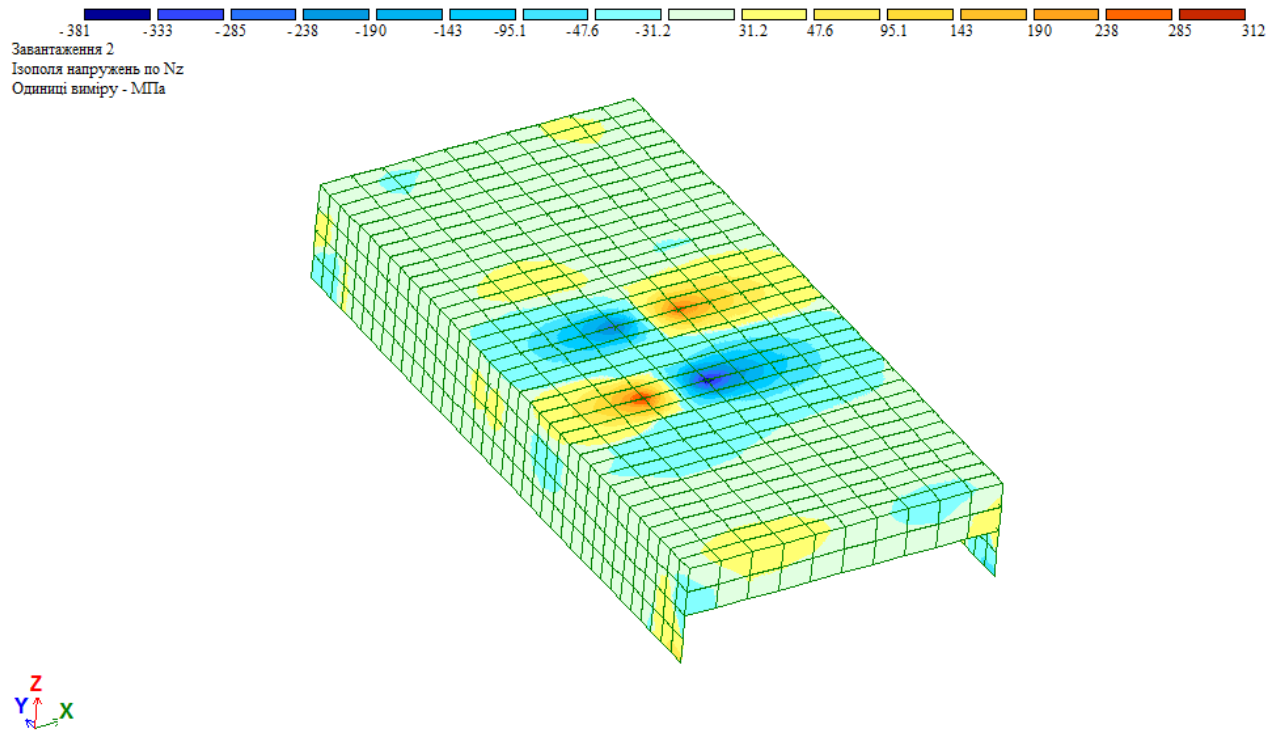


Рисунок 3.12 – Розподіл нормальних напружень вздовж осі OZ

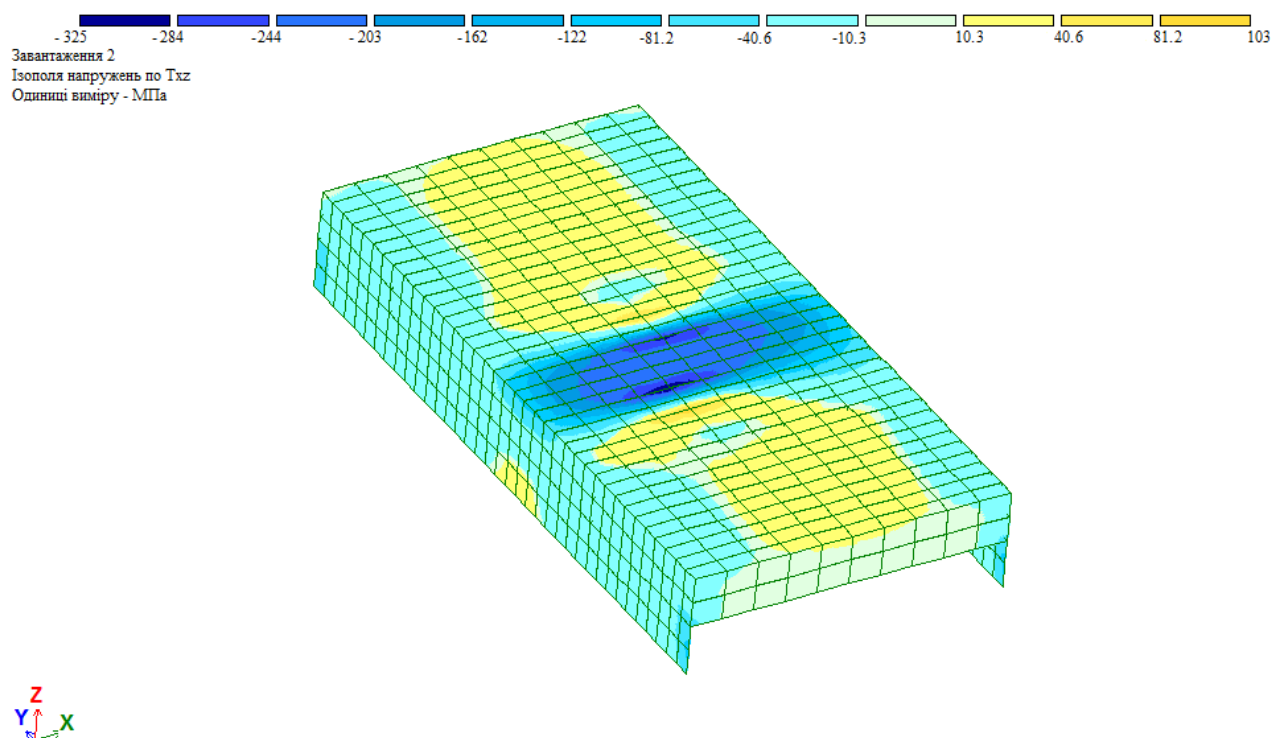


Рисунок 3.13 – Розподіл дотичних напружень в площині XZ

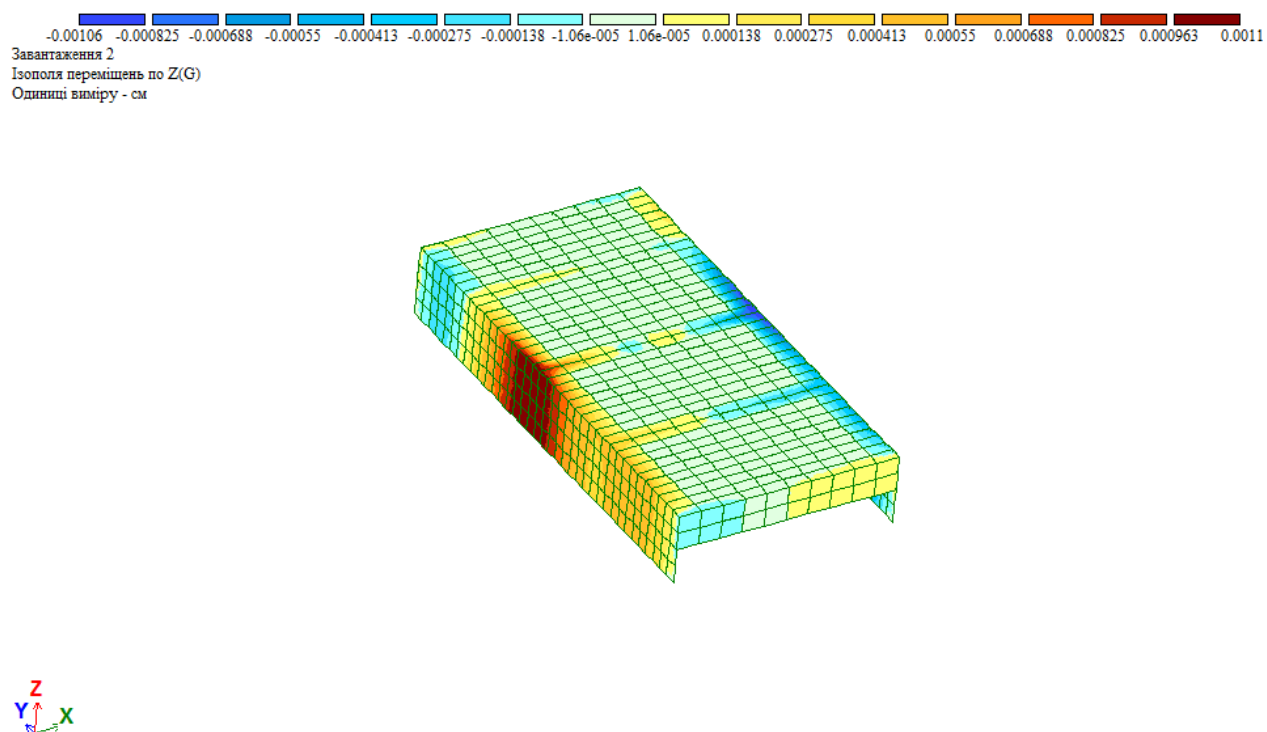


Рисунок 3.14 – Ізополю переміщень по осі OZ

-0.00126 -0.00111 -0.000947 -0.000789 -0.000632 -0.000474 -0.000316 -0.000158 -1.23e-005 1.23e-005 0.000158 0.000316 0.000474 0.000632 0.000789 0.000947 0.00111 0.00123

Завантаження 2  
Ізополю переміщень по Y(G)  
Одиниці виміру - см

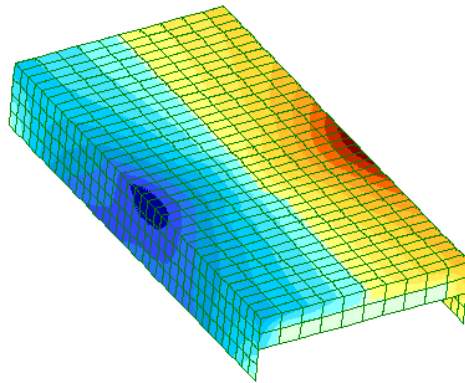


Рисунок 3.15 – Ізополю переміщень по осі ОУ

-0.0015 -0.00135 -0.000674 -1.5e-005 1.5e-005 0.000674 0.00135 0.00202 0.0027 0.00337 0.00404 0.00472 0.0054

Завантаження 2  
Ізополю переміщень по X(G)  
Одиниці виміру - см

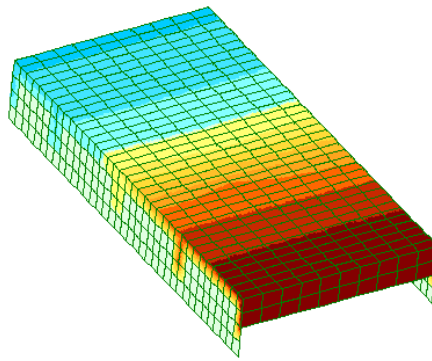


Рисунок 3.16 – Ізополю переміщень по осі ОХ

Згідно проведеного розрахунку ПК «Ли́ра», величина критичного зосередженого зусилля, що призводить до руйнування полиці ребристої плити перекриття становить:  $P = 1,218$  т.

### 3.4 Висновки до розділу 3

1. Згідно з проведеним інструментальним обстеженням неруйнівними методами контролю плит перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу №1 за адресою: 46023, м. Тернопіль, вул. 15 квітня, 6 (об'єкт нерухомості 190330186101) на відмітці +6,000 м на ділянках складу (1086,61 м<sup>2</sup>), в'язального цеху (858,06 м<sup>2</sup>) та цеху термічної обробки (2184,19 м<sup>2</sup>), отримано наступні результати:

- В результаті перевірного розрахунку, встановлена дійсна несуча здатність збірних ребристих плит перекриття при дії рівномірно-розподіленого навантаження на 1 м<sup>2</sup>, що складає 2,086 т/м<sup>2</sup>.

- В результаті перевірного розрахунку, встановлена дійсна несуча здатність полиці збірних ребристих плит перекриття при дії зосередженої сили (продавлювання від точкового навантаження), що складає 1,218 т.

## РОЗДІЛ 4

### ПЕРЕВІРКА ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ НА ПРОДАВЛЮВАННЯ

#### 4.1 Вихідні дані для розрахунку

Перевірку несучої здатності збірної ребристої плити перекриття першого поверху існуючого приміщення корпусу №1 на відмітці +6,000 м виконано в програмному комплексі ЛІРА-САПР 2015 з використанням методу скінченних елементів в пружній постановці.

Вихідні дані для розрахунку:

Бетон важкий класу С20/25:  $E_c = 30 \cdot 10^3$  МПа;  $f_{ck} = 29,2$  МПа;  $f_{c,prism} = 21,9$  МПа.

Арматура:  $\emptyset 5$  Вр-I –  $f_y = 260$  МПа,  $\emptyset 12$  А-I –  $f_y = 225$  МПа,  $\emptyset 28$  А-IV –  $f_y = 500$  МПа.

Для моделювання плити використано універсальні скінченні елементи плоскої задачі. Середній розмір сітки скінченних елементів складає 62 мм, що забезпечує збіжність результатів. Для моделювання ребр використовували універсальні стержневі елементи. Для коректного сполучення ребр та плитної частини моделі застосовували абсолютно жорсткі тіла згідно з рекомендаціями [37]. Обпирання плити шарнірне.

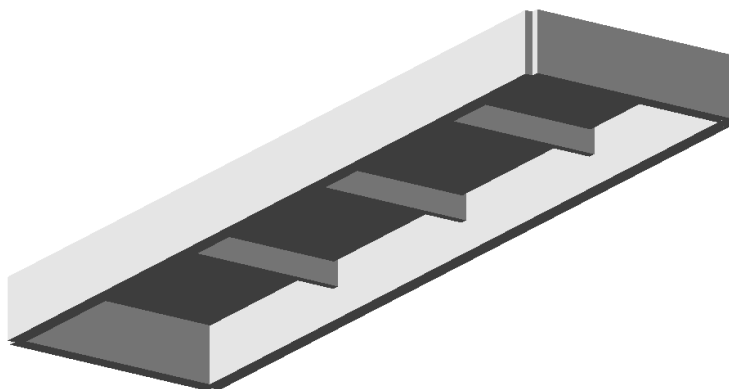


Рисунок 4.1 – 3D представлення розрахункової моделі плити перекриття

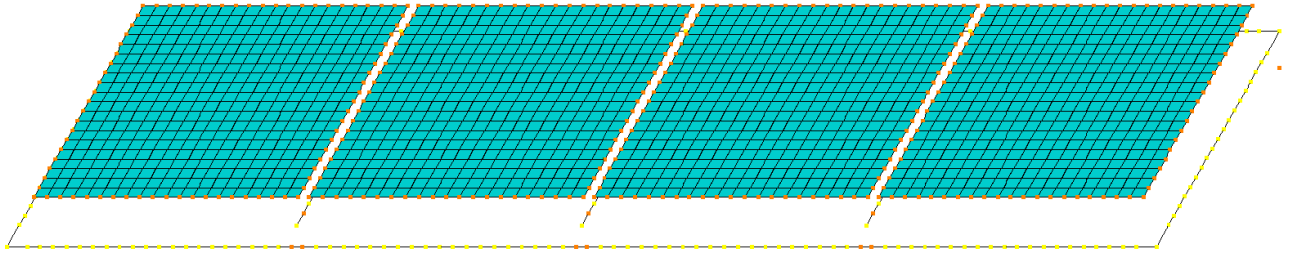


Рисунок 4.2 – Аналітична модель МСЕ

В розрахункову схему включені наступні типи елементів:

Тип 10. Універсальний просторовий стержневий КЕ.

Тип 41. Універсальний прямокутний КЕ оболонки.

Розрахунок виконаний на наступні завантаження:

завантаження 1 – власна вага;

завантаження 2 – попередній натяг арматури Ø28 А-IV;

завантаження 3 – навантаження від обладнання.

Розрахунок необхідного армування плити перекриття виконували відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009.

#### 4.2 Перевірка несучої здатності плити перекриття

Навантаження від обладнання прикладали як рівномірно розподілене по ділянці, розміри якої відповідають опорам в'язальної машини – 20 x 30 см. Повна вага машини прийнята 5,9 т, розподіл навантаження між трьома опорами машини прийнятий рівномірним. Величина навантаження, що передається через кожен опору

$$q = \frac{P}{3A} = \frac{5,9}{3 \cdot 0,2 \cdot 0,3} = 32,28 \text{ т/м}^2 = 321,22 \text{ кН/м}^2$$

Для перевірконого розрахунку вибрано плиту перекриття між осями «7» - «9», на яку припадає три опори в'язальних машин. На рис. 4.3 приведена схема розміщення в'язальних машин на перекритті першого поверху.



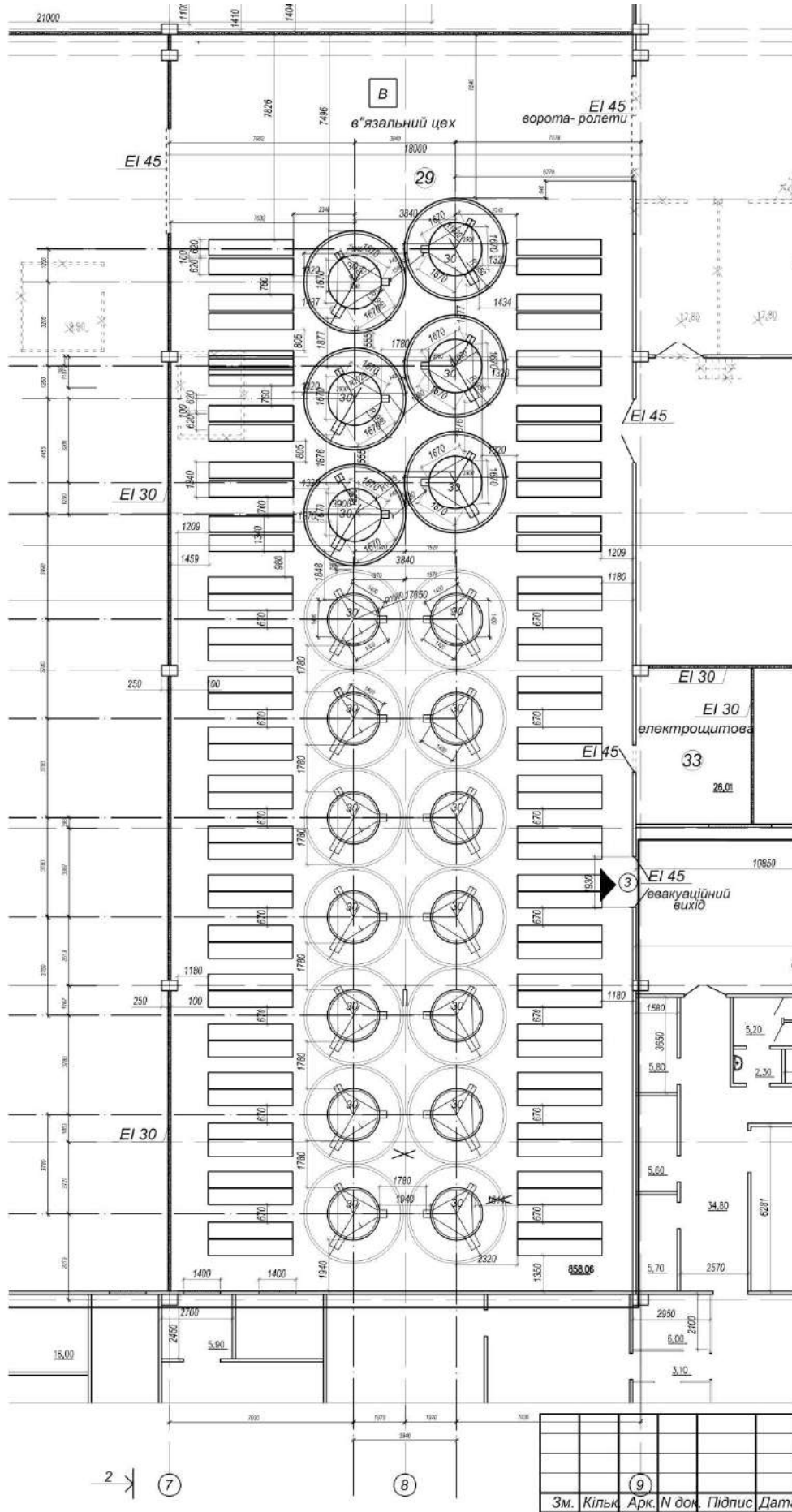


Рисунок 4.3 – Розміщення в’язальних машин на перекритті першого поверху

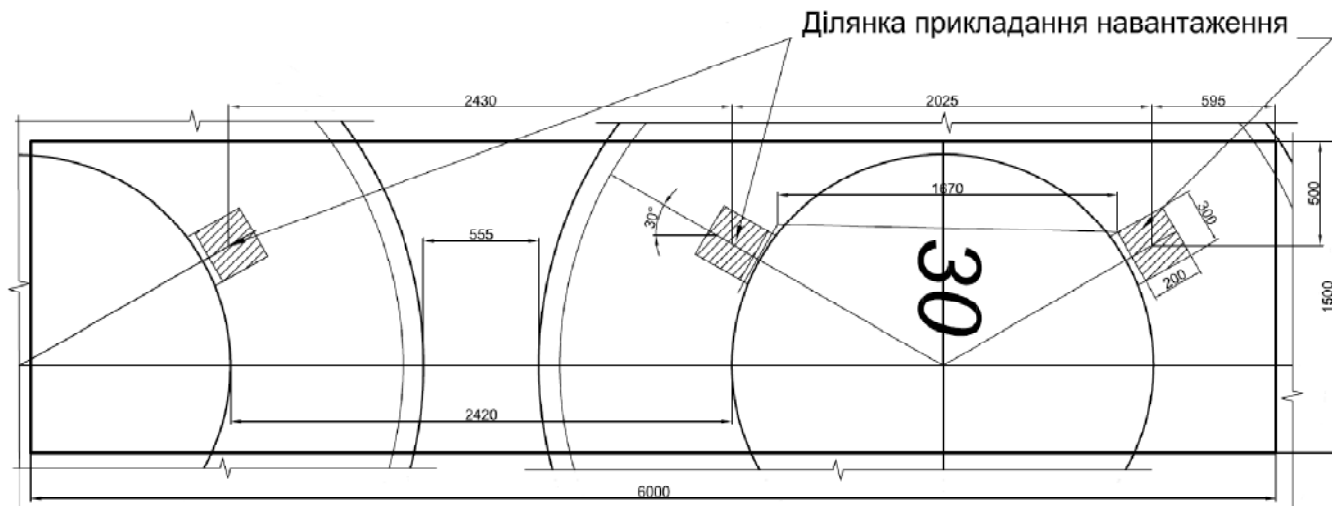


Рисунок 4.4 – Схема навантаження від обладнання на плиту перекриття

Результати розрахунку напружено-деформованого стану плити перекриття наведено на рисунках 4.5, 4.6.

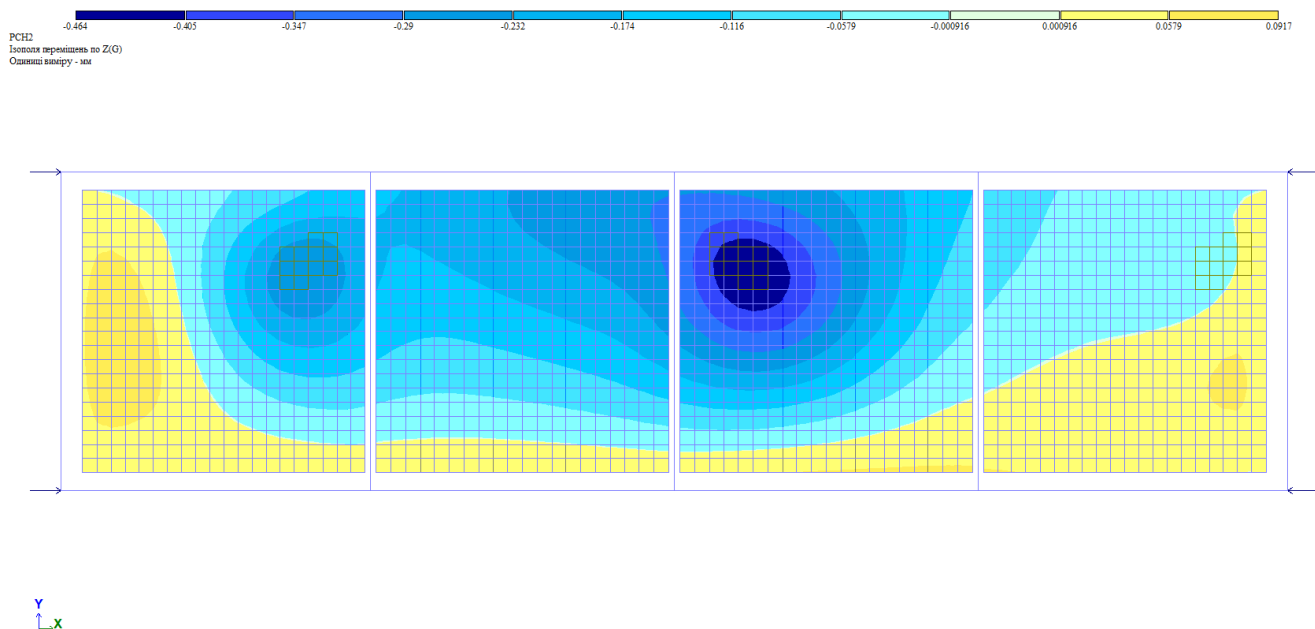
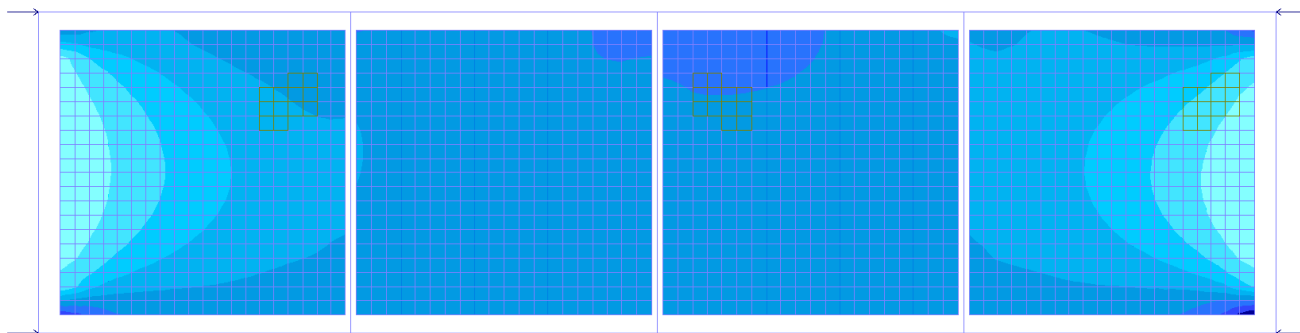
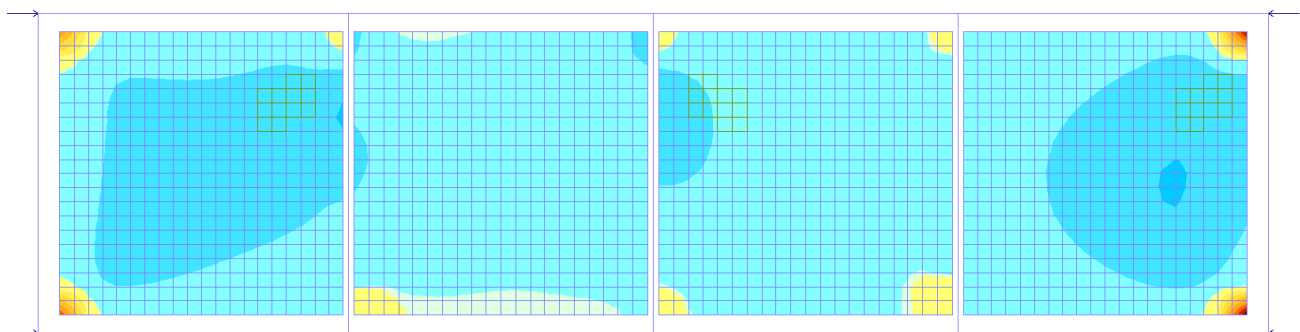
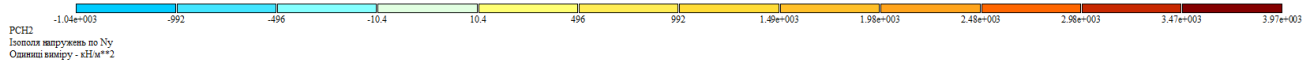


Рисунок 4.5 – Ізополі деформацій плити перекриття



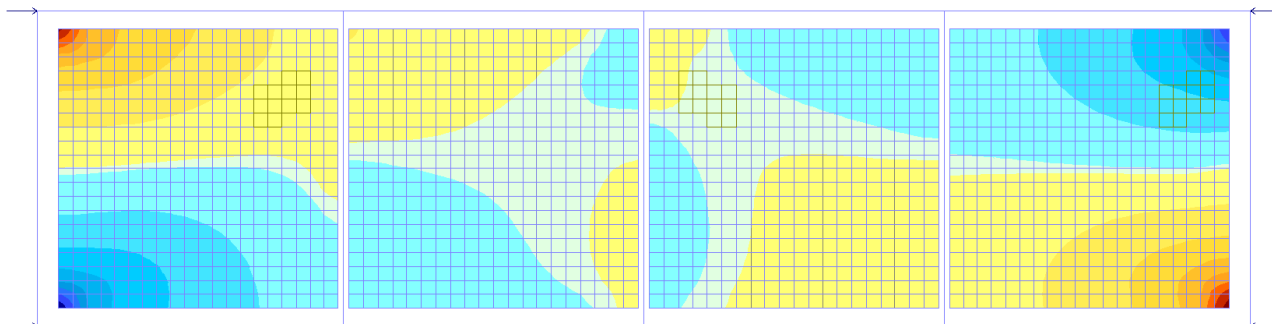
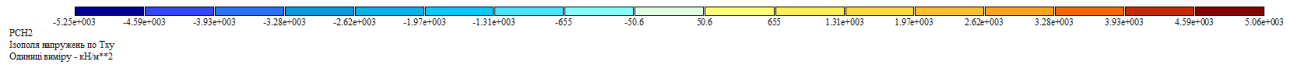
Y  
 X

а) напряжения Nx

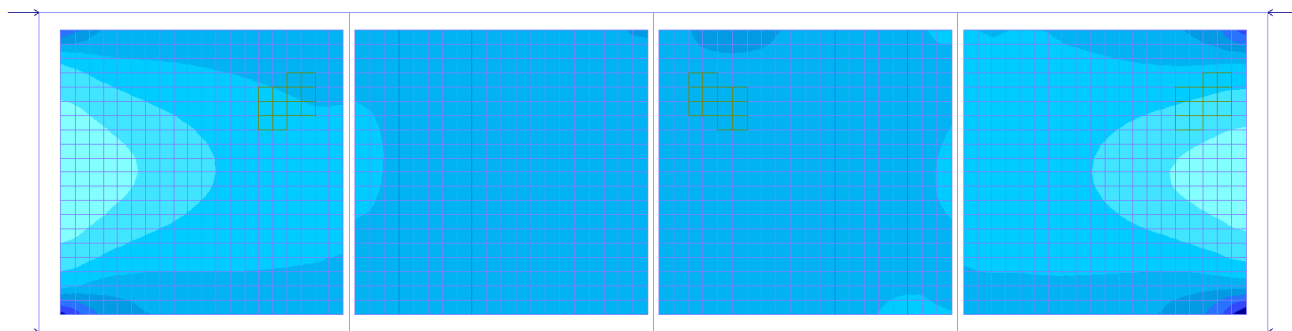
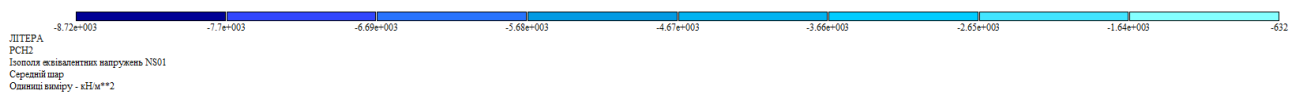


Y  
 X

б) напряжения Ny



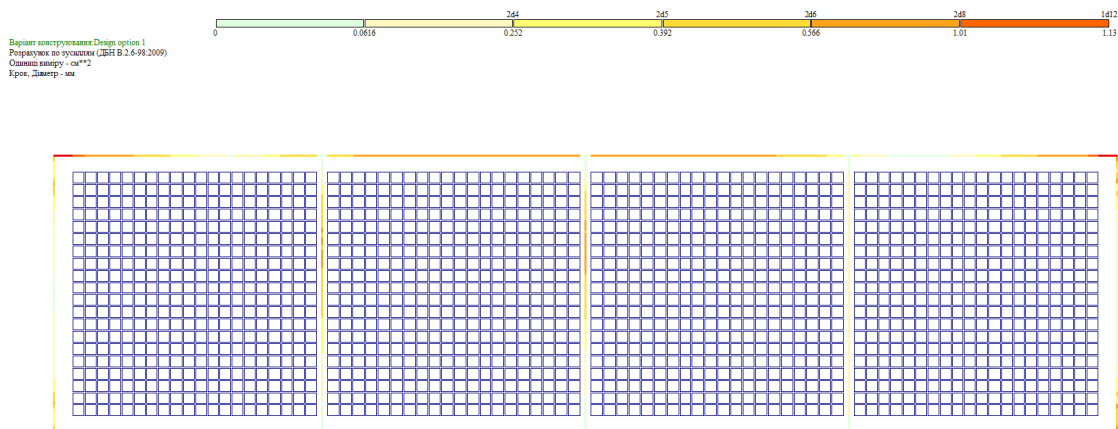
### в) напруження Txy



### г) еквівалентні напруження

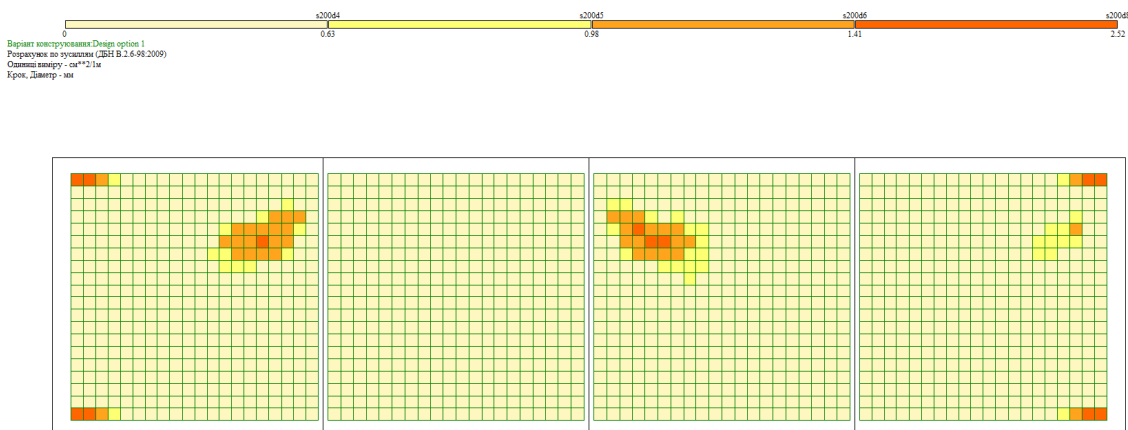
Рисунок 4.6 – Ізополя напружень плити перекриття

Мозаїка необхідного армування наведена на рисунку 4.7, 4.8.

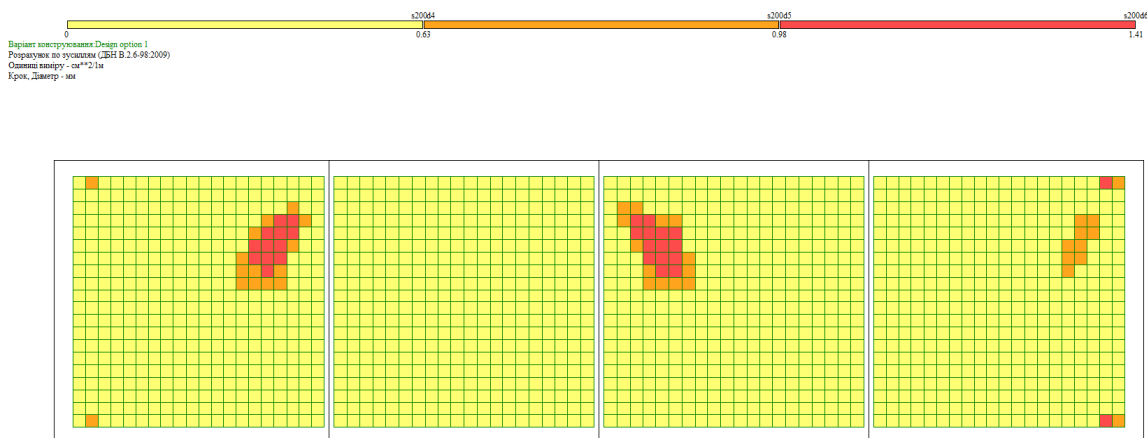


Y  
X  
Площа попері армування AS1. Нормативне зусилля. Масштаб 1.05 в елементі 891.

Рисунок 4.7 – Необхідне армування ребер плити перекриття



Y  
X  
Площа попері армування на Імі по осі Y біля нижньої грані (біля стінки - поперечно), максимум в елементі 1861



Y  
X  
Площа попері армування на Імі по осі X біля нижньої грані (біля стінки - поперечно), максимум в елементі 1175

Рисунок 4.8 – Необхідне армування полиці плити перекриття

Необхідне значення теоретичного армування в полиці плити перекриття для заданих умов навантаження (s200d8) перевищує наявне (s200d5). Міцність полиці плити в цьому випадку **не забезпечується**.

### 4.3 Перевірка несучої здатності плити перекриття при використанні розподільчих пластин

Для перерозподілу навантаження від опор обладнання на плиту перекриття використали розподільчу пластину розміром 50 x 60 см. Величина навантаження, що передається через кожну пластину

$$q = \frac{P}{3A} = \frac{5,9}{3 \cdot 0,5 \cdot 0,6} = 6,55 \text{ т/м}^2 = 64,31 \text{ кН/м}^2$$

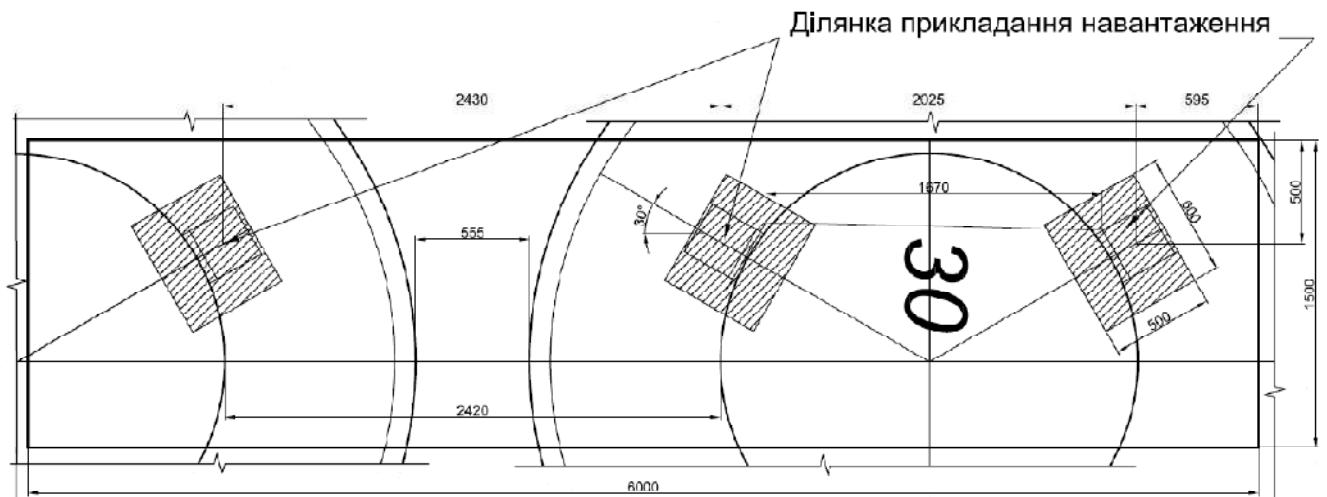


Рисунок 4.9 – Схема навантаження від обладнання на плиту перекриття при використанні розподільчих пластин

Результати розрахунку напружено-деформівного стану плити перекриття наведено на рисунках 4.10, 4.11.

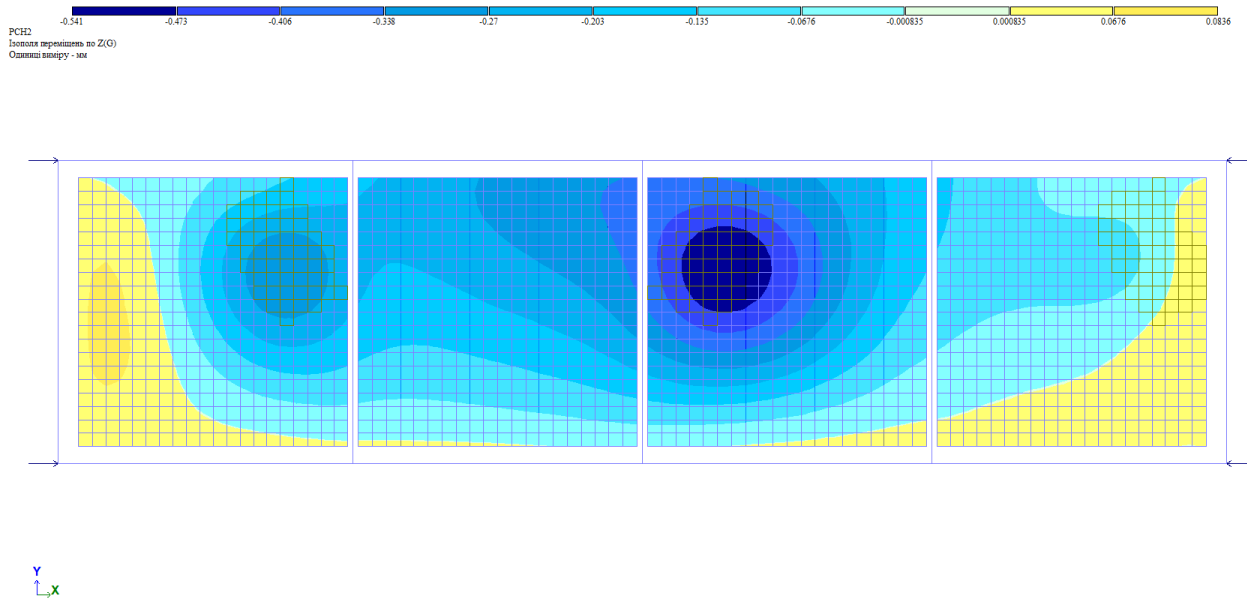
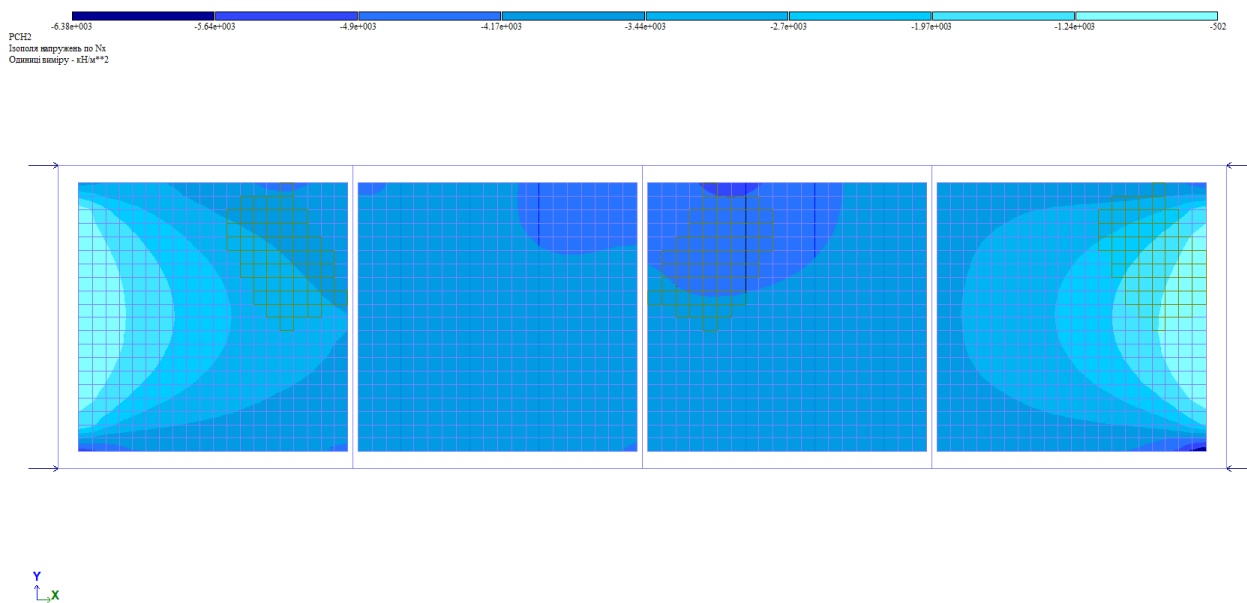
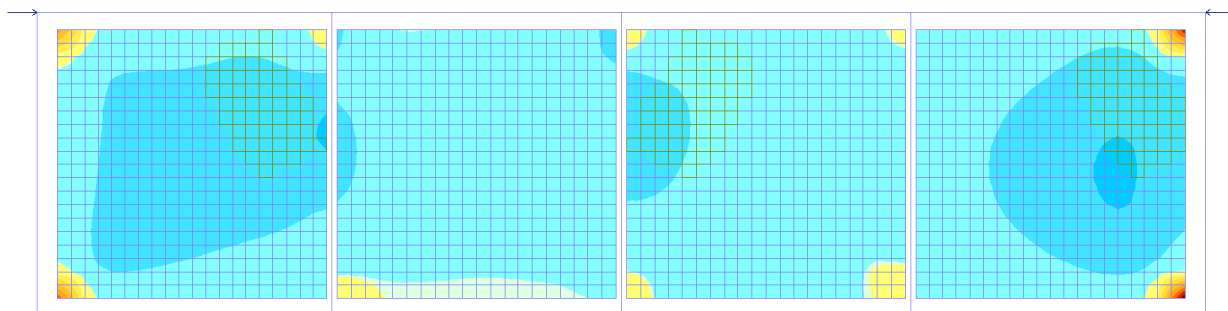
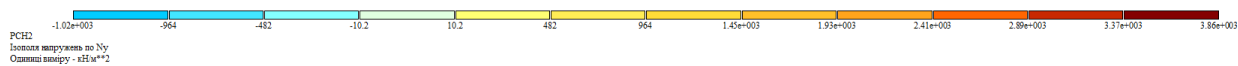


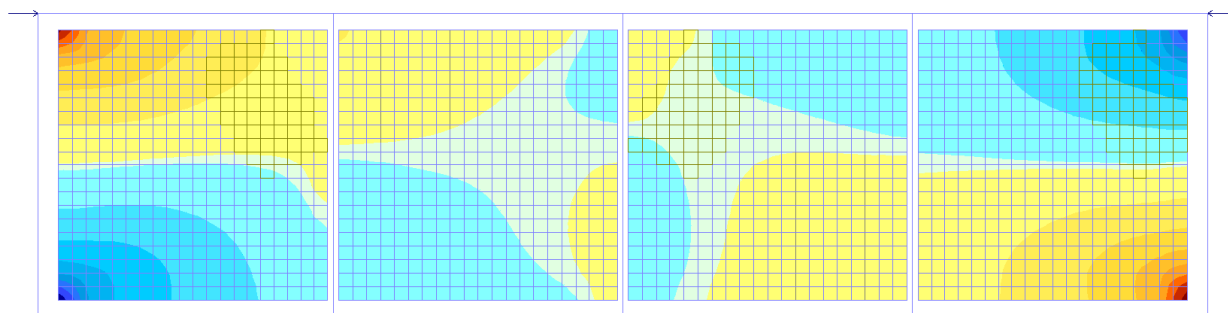
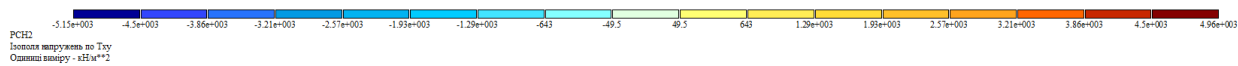
Рисунок 4.10 – Ізополя деформацій плити перекриття



а) напруження  $N_x$

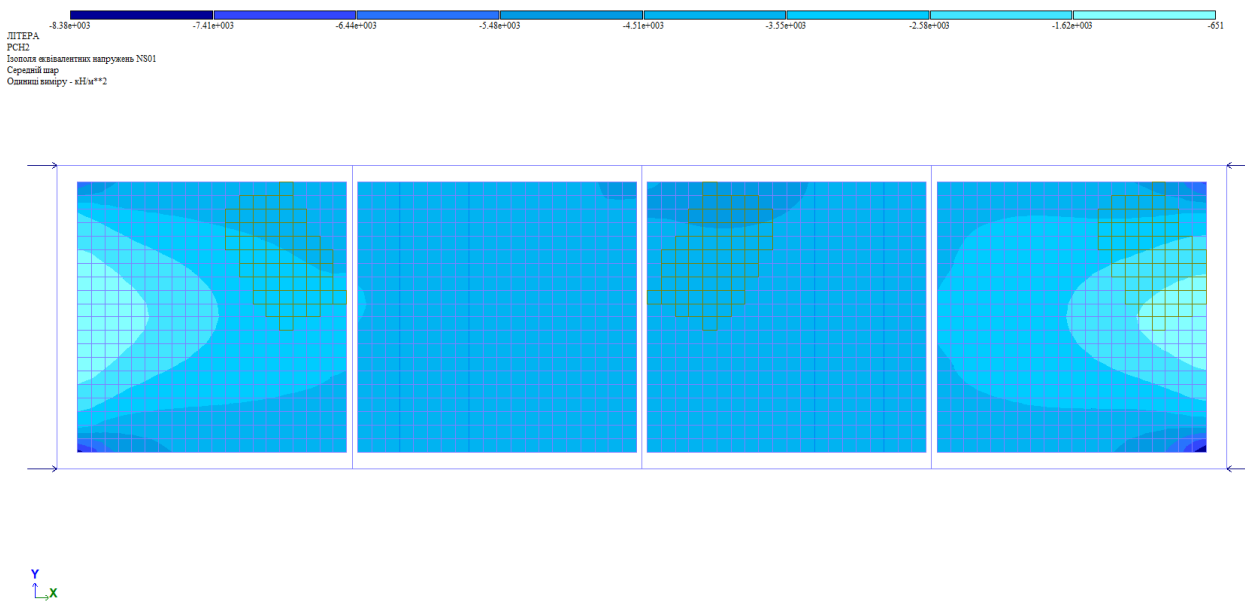


б) напруження  $N_y$



в) напруження  $T_{xy}$





г) еквівалентні напруження

Рисунок 4.11 – Ізополя напружень плити перекриття

Мозаїка необхідного армування наведена на рисунку 4.12, 4.13.

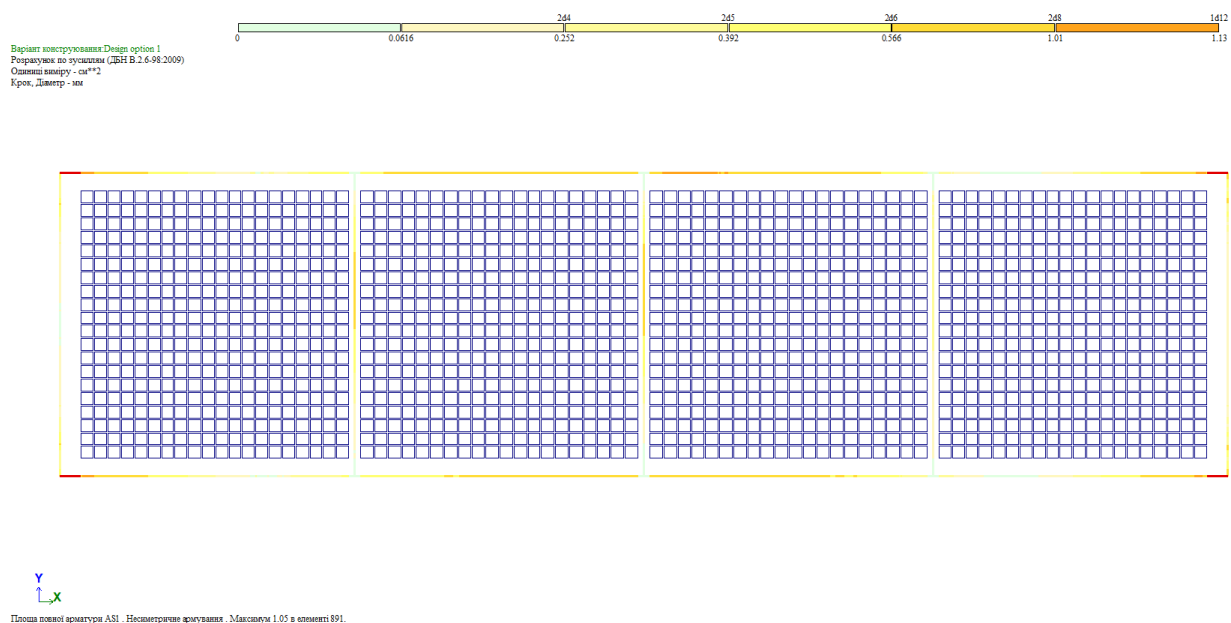
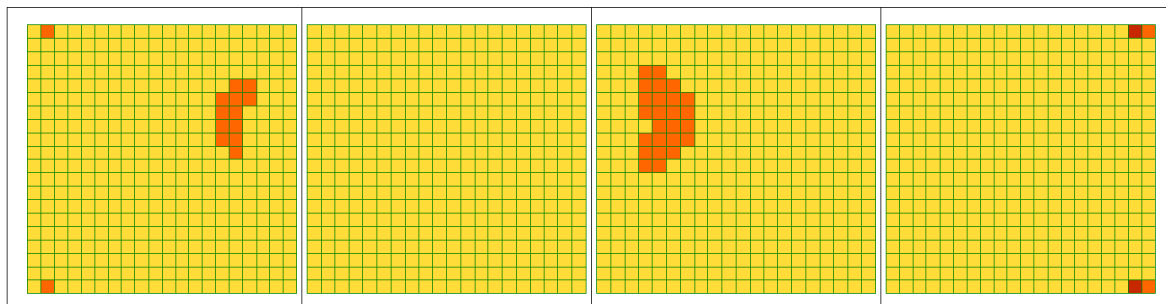
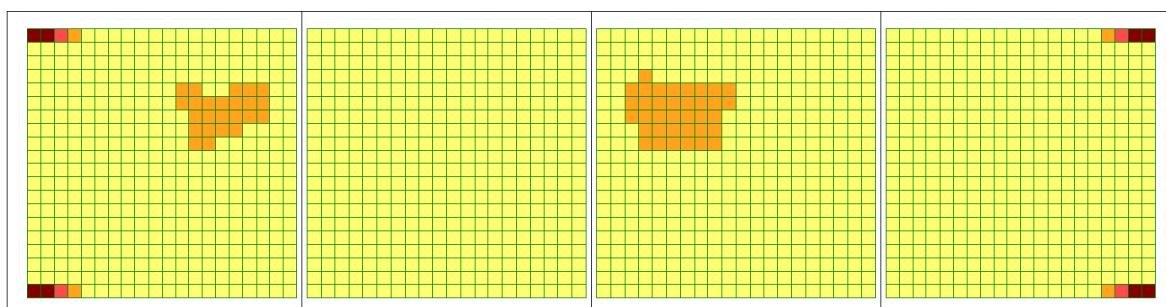
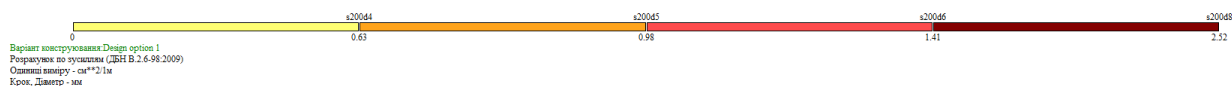


Рисунок 4.12 – Необхідне армування ребер плити перекриття



Площа поперечної арматури на 1мм по осі X біля нижньої грані (біля-стіжки - поперечної), максимум в елементі 1860



Площа поперечної арматури на 1мм по осі Y біля нижньої грані (біля-стіжки - поперечної), максимум в елементі 1861

Рисунок 4.13 – Необхідне армування полиці плити перекриття

Необхідне значення теоретичного армування в полиці плити перекриття для заданих умов навантаження (s200d5) не перевищує наявне (s200d5). Міцність полиці плити в цьому випадку забезпечується.

#### 4.4 Перевірка жорсткості розподільчої пластини

Для перевірки жорсткості розподільчої пластини створено окрему розрахункову схему. Прийнято розміри пластини 50 х 60 см, товщина 1 см. Для моделювання використано тривимірні скінченні елементи. Розмір сітки елементів – 10 мм. Розрахунок виконано в пружно-пластичній постановці. Опирання пластини жорстке.

Характеристики матеріалу:

Сталь С235:

$$E_S = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

$$\nu = 0,3$$

$$\sigma_b = 360 \text{ МПа}$$

$$\sigma_T = 235 \text{ МПа}$$

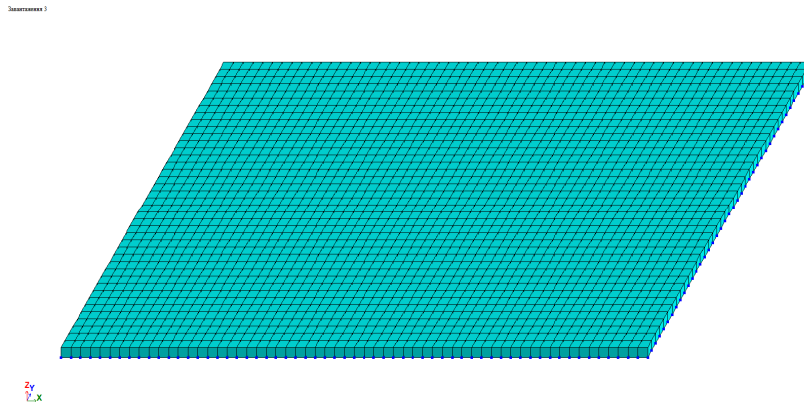


Рисунок 4.14 – Розрахункова модель розподільчої пластини

В розрахункову схему включені наступні типи елементів:

Тип 36. Універсальний просторовий восьмивузловий ізопараметричний  
КЕ.

Розрахунок виконаний на наступні завантаження:

завантаження 1 – власна вага

завантаження 2 – навантаження від обладнання

Навантаження від опори в'язальної машини прикладали як рівномірно розподілене по ділянці площею  $20 \times 30 = 600 \text{ см}^2$  величиною  $q = 321,22 \text{ кН/м}^2$ .

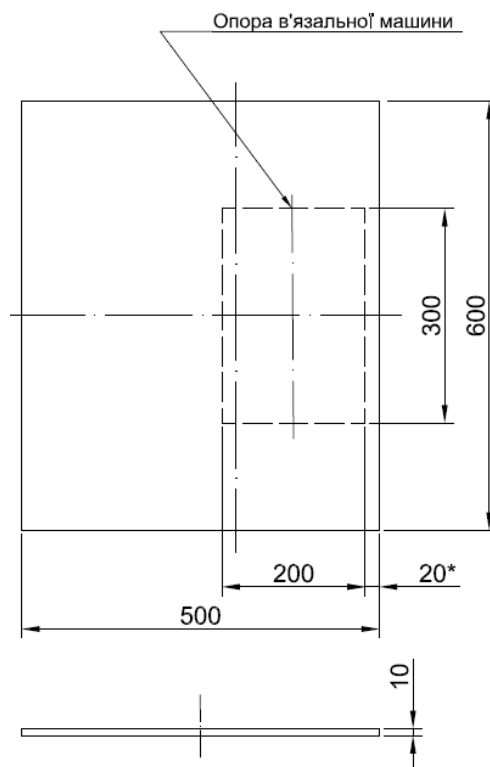
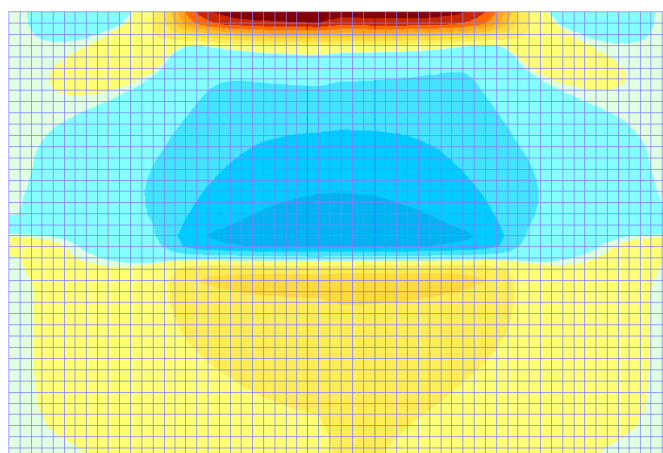
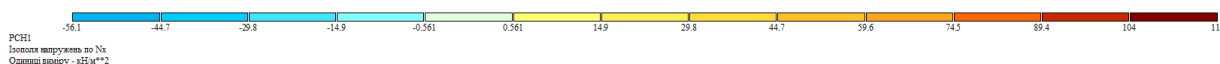


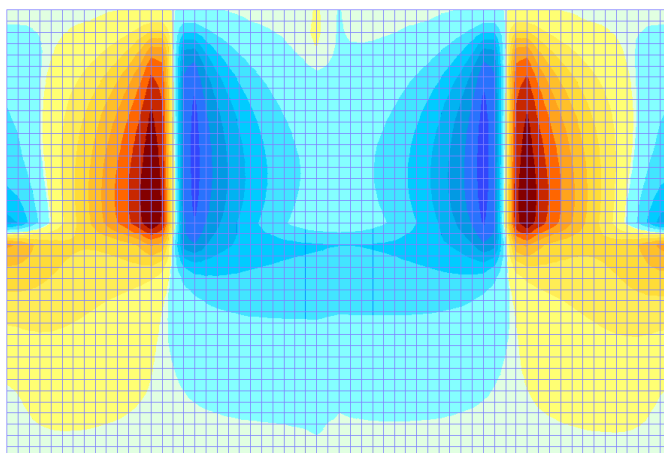
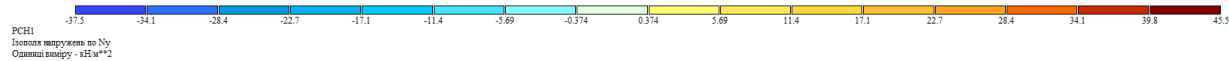
Рисунок 4.15 – Схема прикладання навантаження на розподільчу пластину

Результати розрахунку напружено-деформівного стану розподільчої пластини наведено на рисунку 4.16.



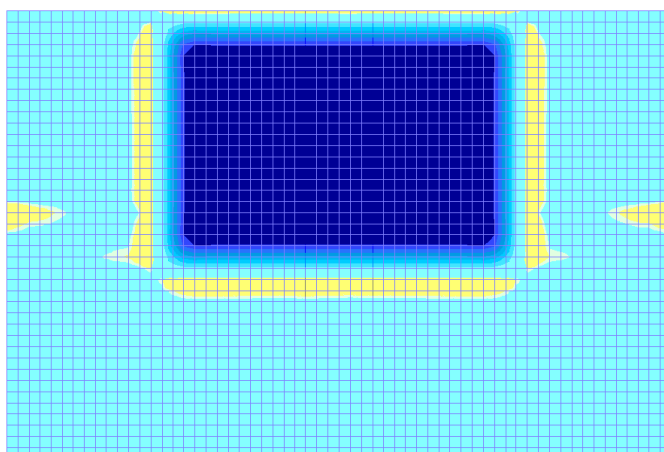
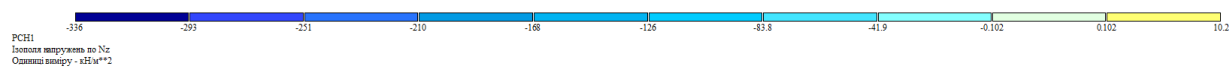
Y  
X

а) напруження  $N_x$



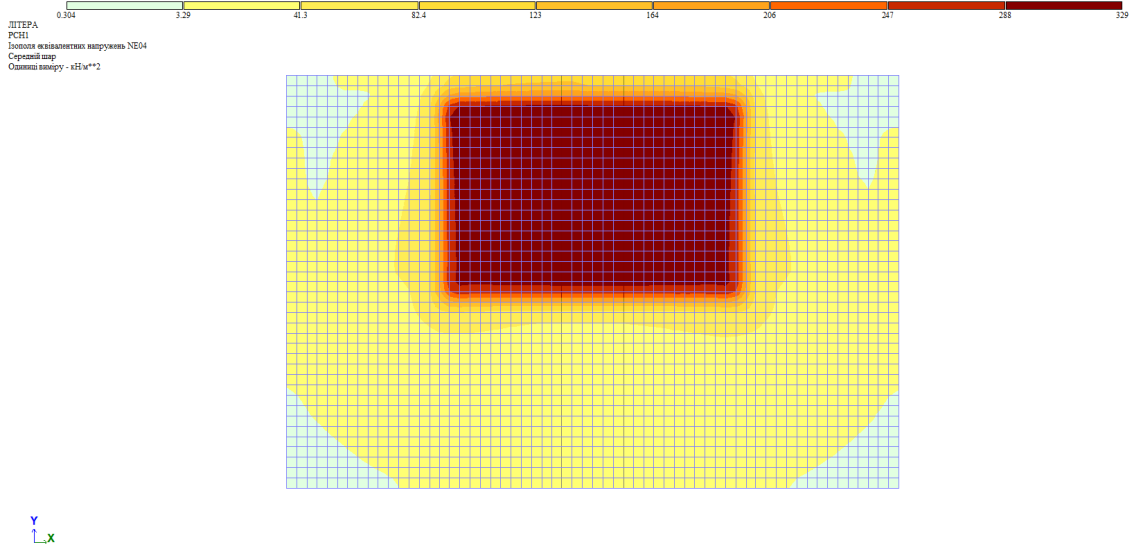
Y  
X

б) напруження  $N_y$



Y  
X

в) напруження  $N_z$



г) еквівалентні напруження

Рисунок 4.16 – Ізополя напружень розподільчої пластини

Міцність та жорсткість розподільчої пластини з даними розмірами забезпечується.

#### 4.5 Висновки до розділу 4

1. Необхідне значення теоретичного армування в полиці плити перекриття у випадку безпосереднього базування опор в'язальних машин на поверхні плити (s200d8) перевищує наявне (s200d5). Міцність полиці плити в цьому випадку не забезпечується.

2. Необхідне значення теоретичного армування в полиці плити перекриття у випадку базування опор в'язальних машин на розподільчій плиті площею  $0,24 \text{ м}^2$  (s200d5) не перевищує наявне (s200d5). Міцність полиці плити в цьому випадку забезпечується.

3. Міцність та жорсткість розподільчої пластини зі сталі С235 розмірами  $500 \times 600 \times 10 \text{ мм}$  забезпечується.

4. При застосуванні прямокутних металевих опорних плит зі сталі С235 розмірами  $500 \times 600 \times 10 \text{ мм}$  під ніжки устаткування в'язального цеху ( $858,06 \text{ м}^2$ ), міцність перекриття першого поверху буде забезпечена.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 5.1. Аналіз умов праці і причини травматизму в будівництві

Умови праці – найважливіша соціально-економічна категорія, показник соціального і технічного прогресу суспільства. Умови праці поділяються на сприятливі і несприятливі. Межа між ними визначається декількома показниками (ГДК, ГДР і та і.), які встановлюються офіційними документами (стандартами, нормами, правилами).

Характеристика умов праці об'єднує п'ять груп чинників, які охоплюють всі основні сторони трудового процесу:

1. Організаційні форми функціонування робочої сили - правові форми організаційної роботи, організація і обслуговування робочих місць, режим роботи і відпочинку, нормування і оплата праці, система пільг і компенсацій за відхилення від нормальних умов роботи.

2. Соціально-психологічні умови – психологічний клімат в колективі, стиль керівництва заохочень, стягнень.

3. Технічна оснащеність роботи – рівень механізації, особливості використання техніки, технології.

4. Санітарно – гігієнічні умови зовнішнього трудового середовища: мікроклімат, шум, вібрація та ін.

5. Естетичне положення процесу роботи – інтер'єри і вимоги до них, естетика конструкцій устаткування, інструментів, оснащення, використання спеціальних властивостей естетичного впливу (функціональна музика, кольори та ін.). На 15-20 % збільшує продуктивність праці.

Особливості роботи будівельників, небезпечні і шкідливі виробничі чинники на будівельних майданчиках:

Робота будівельників наближається до роботи високомеханізованих виробничих підприємств. Але у будівельників є свої специфічні особливості, які

потребують певного підходу до вирішення проблем безпеки. До цих особливостей відносяться:

- робота просто неба (важко створити нормальні метеорологічні умови на робочих місцях);
- постійне переміщення робочих місць і знарядь праці (треба знову вирішувати питання безпеки праці);
- значні фізичні витрати (підвищена увага до виробничої ситуації, що постійно змінюється);
- робота на висоті, часто без освітлення і в поганих метеорологічних умовах.

Ці особливості умов праці будівельників визначають специфіку і роль санітарної гігієни і безпеки праці в будівництві. Небезпечні і шкідливі виробничі чинники, які зустрічаються в будівництві:

1. Порушення нормальних метеорологічних умов (обмороження, теплові удари).
2. Шум (шумове захворювання, глухота).
3. Вібрація (вібраційне захворювання, неврози).
4. Запиленість (пневмоканіози, сілікатози).
5. Загазованість (отруєння, захворювання шкіри).
6. Підвищений або понижений барометричний тиск (кесонне захворювання, крововилив).
7. Незадовільне освітлення (послаблення зору, вірогідність травматизму).
8. Дія променистої енергії високої інтенсивності – інфрачервоне випромінювання, струми високої частоти (захворювання зору).
9. Дія іонізуючих випромінювань радіоактивних речовин, ізотопів, рентгенівських променів (захворювання шкіри, рак, екзема, виразки, променеве захворювання).
10. Систематичне перенапруження окремих груп м'язів при важких ручних роботах (розширення вен, неврити, артрити, грижа).
11. Машини, механізми, що рухаються.



## 12. Обрушення земляних споруд.

У процесі праці людина знаряддями праці діє на предмет праці. У свою чергу, сам предмет праці, матеріали, інструменти, засоби, які має людина, роблять вплив на характер умов праці. Аналізуючи взаємодії людини з елементами системи праці витікає, що небезпеку і нешкідливість умов праці визначають, в основному, дві групи чинників: виробничо-технічні (організаційні, технічні, чинники виробничого середовища) і психофізіологічні.

На даний час в будівництві може бути запропонована така умовна класифікація причин травматизму:

### 1. Виробничо-технічні.

1.1 Організаційні причини: відсутність або незадовільне проведення інструктажів і навчання; відсутність проекту виробництва робіт, інструкцій з безпеки праці, керівництва і нагляду за роботою, незадовільний режим праці і відпочинку; неправильна організація робочих місць, руху пішоходів і транспорту; відсутність або невідповідність умовам роботи спецодягу, засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

1.2 Технічні причини – їх поділяють на конструкторські, технологічні і незадовільне технічне обслуговування:

а) конструкторські причини: невідповідність вимогам безпеки будівельних конструкцій, технологічного устаткування, транспортних і енергетичних приладів; незадовільність конструкцій монтажного оснащення, ручного і переносного механізованого інструменту; відсутність або недосконалість захисних запобіжних пристроїв та інших технічних засобів безпеки;

б) технологічні причини: неправильний вибір устаткування, оснащення, вантажопідіймальних засобів і засобів механізації, порушення технологічного процесу;

в) незадовільне технологічне обслуговування: відсутність планових технологічних оглядів, технічних доглядів і ремонту устаткування, оснащення і транспортних засобів; зіпсованість ручного і переносного механізованого інструменту.

1.3 Причини незадовільного стану виробничого середовища: несприятливі метеорологічні умови, незадовільне освітлення, підвищений рівень шуму і вібрації, підвищена концентрація шкідливих речовин, наявність шкідливих випромінювань.

2. Психофізіологічні причини: помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі; відсутність огорожень небезпечних зон, індивідуальних засобів захисту; незадовільний психологічний клімат у колективі, алкогольне сп'яніння.

До основних видів травмуючи чинників відносяться: фізична дія на людей деталей машин, механізмів та іншого устаткування, транспортних засобів і підйимального устаткування; падіння предметів, людей з висоти.

## **5.2 Проведення радіаційного контролю матеріалів у будівництві**

З метою забезпечення радіаційної безпеки підприємства і організації, що здійснюють виробництво будівельних матеріалів та мінеральної сировини, а також підприємства, відходи яких використовуються для виготовлення будівельних матеріалів, повинні постійно проводити їх радіаційний контроль. Контролю підлягають наступні об'єкти досліджень:

- сировина і будматеріали: піски і глини всіх видів, гравій, крейда, гіпс, сланці, щебінь всіх видів, відсів гранітний;
- відходи: шлаки, золи, шлами, порожня порода та інші;
- будівельні залізобетонні вироби, конструкції, цегла;
- оздоблювальні матеріали і вироби: керамічні, гранітні та мармурові плити .

Метою радіаційного контролю є визначення ефективної питомої активності матеріалу, встановлення класу його використання, а також проведення санітарно-епідеміологічної експертизи та сертифікації продукції. Для отримання статистично достовірних результатів досліджень проводиться радіаційний контроль не менше

ніж 10 проб кожного найменування матеріалу (сировини), який відбирається згідно діючої методики. Об'єм проби повинен складати не менше 1 дм<sup>3</sup> .

Попереднє сортування продукції та відбір проб. Відбір проб є початковим етапом радіометричного аналізу. Він повинен здійснюватись при мінімальних витратах часу і засобів, забезпечувати представництво проб, які найбільш повно і достовірно характеризують досліджувану партію продукції.

Перед відбором проб рекомендується перевірити однорідність контрольованої продукції. Продукція вважається однорідною за рівнем забруднення, якщо результати досліджень у різних точках вимірювання відрізняються не більш, ніж у два рази.

Направлена на аналіз проба повинна бути типовою для даної партії сировини, будівельного матеріалу, тобто повністю відображати її властивості у даний момент. Для цього в десяти різних ділянках партії одного виду (групи) відбирають проби вагою 2 кг кожна. З кожної ділянки пробу перемішують на піддоні за допомогою лопати і методом квартування виділяють пробу об'ємом не менш ніж 1 дм<sup>3</sup> .

Частота відбору проб з кожної ділянки повинна забезпечувати інформацію про динаміку змінення рівнів питомої сумарної активності даного матеріалу. Відібрані проби об'ємом не менше 1 дм<sup>3</sup> подрібнюють до розміру 1-2 мм, просіюють через сито з круглими отворами діаметром 2 мм, пакують у поліетиленові двійні пакети з паспортом (направленням), який розміщують для збереження між пакетами, і направляють в лабораторію для аналізу. Облік відібраних проб здійснюється в реєстраційному журналі.

Підготовка до вимірювання активності проб. Підготовка проб до вимірювання складається з попередньої обробки доставленої у лабораторію продукції, приготування наважки або аліквоти у відповідності до вимірювальної кювети та об'єму її заповнення, розміщення проби у кювету та встановлення радіоактивної рівноваги у зразку, який досліджується.

Відібрану для аналізу пробу з розміром частинок не більше, як 2 мм висушують до постійної маси, відбирають матеріал, який аналізується , насипають

у попередньо зважену (з похибкою  $\pm 0,002$  кг) посудину Марінеллі об'ємом 0,5 – 1,0 дм<sup>3</sup> (у відповідності з калібруванням приладу), закривають кришкою, герметизують за допомогою клею ПВА і маркують.

Заповнену пробою посудину Марінеллі зважують з похибкою  $\pm 0,002$  кг. При цьому маса проби визначається як різниця мас заповненої і порожньої посудини Марінеллі.

Заповнену пробою посудину Марінеллі герметизують і тримають у кімнатних умовах не менше 14 діб для встановлення рівноваги продуктів розпаду радію- 226.

Деактивація посудини Марінеллі і гамма-спектрометра. У випадку забруднення внутрішньої поверхні захисного блоку, поверхні блоку детектування або посудини Марінеллі у процесі попередніх вимірювань необхідно зробити наступне:

- видалити посудину Марінеллі з блоку детектування;
- провести ретельну дезактивацію розчином синтетичного миючого засобу з концентрацією  $1 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ , вимити холодною водою і протерти етиловим спиртом. Внутрішню поверхню блоку захисту і поверхню блоку детектування дезактивувати аналогічно вищеописаному.

Розрахунки результатів гамма-спектрометричних досліджень. Оскільки нормативи ефективної питомої активності ПРН належать до усереднених значень в межах родовища корисних копалин, або партії будівельних матеріалів, отримані результати вимірів розраховуються як середнє арифметичне для всієї партії або родовища з урахуванням похибки:

$$A = A_E \pm \Delta, \text{ де}$$

$A_E$  - середня арифметична досліджень будівельного матеріалу ( $\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ );

$\Delta$  - сумарна похибка.

Сумарна похибка розраховується за формулою:

$$\Delta = \frac{\delta \cdot A_E}{100} + t_{0,95}(n) \cdot \sigma, \text{ де}$$

$\delta$  - похибка визначення, в %;

$\sigma$  - середньоквадратичне відхилення;

$n$  – кількість досліджень;

$t_{0,95}(n)$  – критерій Стюдента для довірчої ймовірності 0,95 при кількості досліджень -  $n$ .

Середньоквадратичне відхилення розраховується за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(A_E - A_A)^2}{n(n-1)}}, \text{ де}$$

$A_A$  - результат окремого вимірювання;

$n$  – кількість вимірювань.

Результати контролю оформлюються у вигляді протоколу. На підставі протоколу досліджень підприємство зобов'язане оформити радіаційний сертифікат і затвердити його в територіальній СЕС. Термін дії радіаційного сертифікату – 1 рік.

### **5.3 Оцінка стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкта будівництва до дії світлового випромінювання ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості**

Світлове випромінювання ядерного вибуху - це електромагнітне випромінювання оптичного діапазону у видимій, ультрафіолетовій і інфрачервоній областях спектра. Джерелом світлового випромінювання є вогняна куля, яка виникає при ядерному вибуху. До її складу входять розжарені продукти вибуху і повітря. Із вогняної кулі випромінюється дуже велика кількість променевої енергії. Внаслідок цього опромінювані елементи багатофункціонального комплексу дуже швидко нагріваються, обуглюються або загоряються, а в живих тканинах персоналу комплексу виникають опіки різних ступенів.

Основним параметром, що визначає уражаючу дію світлового випромінювання ядерного вибуху, є світловий імпульс - це кількість світлової енергії, яка припадає на 1 м<sup>2</sup> освітлюваної поверхні, розташованої перпендикулярно до напрямку розповсюдження випромінювання. У системі СІ

світловий імпульс вимірюється в джоулях на квадратний метр ( $\text{Дж}/\text{м}^2$ ); тривалість світлового імпульсу вимірюється в секундах і залежить від потужності ядерного боєприпасу.

Внаслідок дії світлового опромінення ядерного вибуху на матеріали відбувається їх плавлення, жолоблення, обвуглення або загорання. Через світлове опромінювання і вторинні фактори ядерного вибуху можуть виникнути пожежі на підприємствах і в населених пунктах. Особливо швидко загоряються папір, суха трава, солома, сухе листя, дерев'яні будівлі, пиломатеріали, горючі гази, паливні матеріали.

Світловий імпульс можна розрахувати за температурою загорання або нагрівання матеріалів і виробів.

При оцінці стійкості об'єкта будівництва до світлового випромінювання ядерного вибуху необхідно визначити максимальне значення світлового імпульсу яке може бути на об'єкті.

В якості показника стійкості об'єкту до взаємодії світлового випромінювання приймається мінімальне значення світлового імпульсу, при якому може відбутись загорання матеріалів або конструкцій будівель, споруд, в результаті чого виникнуть пожежі на об'єкті. Це значення світлового імпульсу прийнято вважати межею стійкості об'єкта до взаємодії світлового випромінювання ядерного вибуху.

Оцінку стійкості об'єкта до світлового випромінювання доцільно проводити у такій послідовності: визначити ступінь вогнетривкості будівель і споруд, виявити горючі матеріали, елементи конструкцій і речовини; розрахувати світлові імпульси, при яких відбудеться спалахування елементів із займистих матеріалів; визначити категорію виробництва за пожежною безпекою.

Розрахункові дані зводять у таблицю результатів оцінки і роблять висновки, в яких вказують: межу стійкості об'єкта проти світлового імпульсу; очікуваний максимальний світловий імпульс; найбільш пожежонебезпечні елементи об'єкта і можлива обстановка на об'єкті.

На основі висновків розробляють конкретні заходи підвищення пожежної стійкості об'єкта.

Дія світлового імпульсу зменшується із збільшенням відстані від центру вибуху і стану атмосфери. Дощ, сніг, туман, дим поглинають світлове випромінювання та зменшують його потужність і уражаючу силу в декілька разів. Надійним захистом від світлового випромінювання є будь-яка непрозора перепона на шляху поширення світлових променів.

На промислових об'єктах проводяться протипожежні профілактичні заходи, як для запобігання пожеж, так і для створення умов, перешкоджаючих розповсюдження вогню і полегшуючих боротьбу з ним у вогнищі ядерного ураження.

Територію об'єкту необхідно регулярно очищати від тимчасових займистих споруд і різноманітних горючих відходів.

Для підвищення вогнестійкості дерев'яних конструкцій приймається вогнезахисне фарбування. Фарбування відбувається фарбою світлих тонів. У якості захисних покриттів використовують вогнестійкі фарби, а також побілку, відбиваючу світлове випромінювання, а для відкритих дерев'яних конструкцій застосовуються також вапняна або суперфосфатна обмазка, глина.

Для гасіння пожеж на об'єкті споруджуються водойми, облаштовуються під'їзди до них, а на берегах рік, озер і ставків, створюються площадки і пірси для установки пожежних насосів. Якщо неможливо використовувати водойми, то для забезпечення технічних потреб об'єкта і гасіння пожеж бурят артезіанські свердловини.

#### **5.4 Розроблення та впровадження на об'єкті будівництва (цеху, дільниці) планів захисту вододжерел, продовольства, сировини, будівельних матеріалів**

Кожний об'єкт будівництва має свою систему захисту, розроблену стосовно до відповідних умов його діяльності. Системи захисту узгоджуються на місцевому рівні. Спільними для всіх об'єктів є цілі, завдання та заходи по захисту рослин, води, тварин, напівфабрикатів, готової продукції та населення.

Захист джерел води забезпечується сукупністю заходів, спрямованих на запобігання потрапляння у воду радіоактивних речовин, отруйних речовин і бактеріальних засобів. Основні заходи по захисту вододжерел: створення зон суворого режиму, посилення охорони вододжерел, систем водопостачання та водопровідних споруд, запасу хлору для знезараження води, систематичний санітарний нагляд за якістю питної води.

Вирішальне значення у захисті сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції набуває герметизація. За способами здійснення герметизація може бути повною і найпростішою.

Повна герметизація здійснюється, як правило, на підприємствах при будівництві або реконструкції виробничих приміщень, коли всі герметизуючі пристрої встановлені капітально і приводяться в дію за допомогою серводвигунів. У всіх інших випадках герметизація досягається найпростішими засобами.

Крім герметизації важливе місце в захисті продукції займають:

- раціональне розміщення органів виробництва і переробки сільськогосподарської продукції, забезпечення технології та режимів роботи, що виключають зараження води, рослинності, тварин і різного виду продукції;
- забезпечення надійних режимів роботи підприємств, що виробляють і використовують радіоактивні і сильнодіючі отруйні речовини, з метою виключення витоку і потрапляння шкідливих речовин у водоймища, рослинний світ та корм для тварин;
- виділення охоронних зон джерел водопостачання, водопровідних споруд і дотримання встановленого режиму їх функціонування, що виключає попадання у воду отруйних та інших шкідливих речовин;
- раціональне розміщення та будівництво складських приміщень та холодильників, що забезпечують надійний захист продукції від забруднення шкідливими речовинами в місцях її виробництва, зберігання і реалізації;
- створення спеціалізованих засобів і умов, що забезпечують безпеку транспортування сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції;



- наявність необхідної кількості захисних матеріалів (плівки, брезенту, прогумованої тканини, целофану тощо) у місцях виробництва, зберігання, транспортування та реалізації сировини, напівфабрикатів і готової продукції;
- дотримання нормативних вимог виробництва, зберігання, транспортування та реалізації продукції;
- проведення санітарно-ветеринарних заходів, дотримання пожежної безпеки;
- наявність підготовлених спеціальних формувань позаштатних підрозділів та навчання населення захисту водойм, рослинного і тваринного світу та продукції сільського господарства від забруднення шкідливими речовинами.

Важливе місце в системі заходів щодо захисту сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції займає тара. Вона використовується як для зберігання, так і для транспортування продукції.

Залежно від характеру захисних властивостей тара підрозділяється на три категорії: вищу, першу і другу.

Тара вищої категорії забезпечує повний захист продукції від поразки (забруднення) радіоактивними, отруйними речовинами і бактеріальними засобами. До неї відносяться металеві і скляні ємності (банки, пляшки тощо).

Тара першої категорії, що захищає продукцію від забруднення радіоактивними речовинами і бактеріальними засобами, але не забезпечує надійного захисту продукції від парів отруйних речовин. До цієї категорії зазвичай відносяться різного роду дерев'яні бочки, ящики з поліетиленовими вкладишами.

Тара другої категорії забезпечує захист сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції тільки від забруднення радіоактивними речовинами.

Для захисту сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції при перевезенні готуються відповідні транспортні засоби.

Будівельні матеріали добре будуть захищені і не вимагатимуть додаткового укриття, якщо зберігаються в силосних баштах, траншеях і ямах.

В цьому розділі розглянуто стійкість інженерно-технічного комплексу багатофункціонального комплексу з житлом в м. Золочів до дії світлового

випромінювання у воєнний та мирний час, розроблення планів захисту вододжерел, продовольства, сировини, будівельних матеріалів.

Визначено заходи щодо підвищення пожежної стійкості комплексу, захисту джерел водопостачання, використання різноманітної тари для захисту продовольства, сировини, будівельних матеріалів.

### **5.5 Висновки до розділу 5**

1. Проведено аналіз умов праці і причини травматизму в будівництві.
2. Розглянуто заходи для підвищення стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкта будівництва до дії світлового випромінювання ядерного вибуху. Також, приділено увагу розробленню та впровадженню на об'єкті будівництва (цеху, діляниці) планів захисту вододжерел, продовольства, сировини, будівельних матеріалів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено інструментальне обстеження збірного залізобетонного ребрстого перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу в м. Тернопіль.

2. Із використанням приладів неруйнівного контролю, встановлено габаритні розміри збірних залізобетонних ребристих плит перекриття, параметри їх армування та міцність бетону.

3. На основі отриманих даних в ході інструментальних досліджень, із застосуванням методу скінченних елементів встановлено дійсний напружено-деформований стан збірних залізобетонних ребристих плит перекриття першого поверху існуючого приміщення виробничого корпусу.

4. Проведено перевірочний розрахунок полиці збірних залізобетонних ребристих плит перекриття на дію рівномірно розподіленого та точкового навантаження від розміщеного великогабаритного обладнання під час його простою та впродовж виробничого процесу.

5. Розраховано методом скінченних елементів та підібрано поперечний переріз металевих опорних плит для розміщення великогабаритного обладнання під час його простою та впродовж виробничого процесу на перекритті першого поверху виробничого корпусу.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.
2. ДСТУ Б В.2.7-217:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона.
3. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками
4. ДСТУ 4042-2001 Прокат арматурний. Метод випробувань на втому
5. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.
6. ДБН В.1.2-9:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації.
7. ДСТУ Б В.2.6-210:2016 Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються.
8. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.
9. ДСТУ-Н Б В.3.2-4:2016 Настанова щодо виконання ремонтно-реставраційних робіт на пам'ятках архітектури та містобудування.
10. ДБН А.2.2-14:2016 Склад та зміст науково-проектної документації на реставрацію пам'яток архітектури та містобудування.
11. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Обстеження технічного стану будівель та споруд.
12. ДБН В12-5-2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів.
13. ДБН В.1.2-12-2008 Будівництва в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки.
14. О.В. Якименко, К.О. Кітьова. Технічна експлуатація будівель та споруд. Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. – 248 с.
15. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будинків та споруд: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету

”Львівська політехніка”, 2008. – 108с.

16. Гандзюк М. П., Желібо Е. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці / За ред. Гандзюка М. П. - К.: Каравела 2003 - 405 с.

17. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В.В., та інші. Основи охорони праці: Підручник. -К.: Основа, 2006. -444 с.

18. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. - К.: Основа, 2002. - 320 с.

19. Пожежна безпека. Навч. посіб. /За ред. Рожкова А. П. — К.: Пожінформтех-ніка, 1999-255 с.

20. Ротань В. Г., Зуб І. В., Стичинський Б. С. Науково-практичний коментар до законодавства України про працю. Восьме видання. Доповнене та перероблене. — К.: Видавництво А.С.К., 2007. - 944 с.

21. Ясній П.В. Дослідження міцності бетону неруйнівними методами контролю / П.В. Ясній, О.П. Конончук, О.М. Якубишин // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2016. – Вип. 32. – С. 296 – 303.

22. Галінський О. М. Вимірювання міцності бетону на стиск за допомогою ультразвукового приладу УК-14П з урахуванням віку бетону / О. М. Галінський, Д. О. Хохлін, В. О. Басанський, І. К. Орловський // Нові технології в будівництві. – 2010. – № 1. – С. 39-42.

23. Пшінько О.М. Порівняння результатів неруйнівного контролю міцності бетону, отриманих декількома способами / О.М. Пшінько, В.П. Лисняк, А.М. Зінкевич // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д., 2011. – Вип.36. – С. 121 – 123.

24. Калмикова О.П. Використання сучасних приладів, що застосовують для визначення міцності бетону // Вісник Національної донбаської академії будівництва і архітектури. – Д., 2012-6(98). – С. 83 – 87.

25. Конончук О.П. Дослідження товщини захисного шару та діаметру арматури магнітним методом // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. пр. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – Вип. 5. – С. 240 – 247.

26. Конончук О.П. Дослідження товщини захисного шару арматури магнітним методом / О.П. Конончук, Т.М. Кривецький, М.Ф. Бітківський // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 25 – 26 листопада 2015.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2015. – Том 1. – С. 20 – 21.

27. Конончук О.П. Експериментальні дослідження міцності бетону неруйнівними методами контролю / О.П. Конончук, М.Б. Найда // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 25 – 26 листопада 2015.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2015. – Том 1. – С. 162.

28. Дослідження кубової міцності бетону неруйнівними методами контролю / Н. М. Ксьондзик, М. І. Борис, М. В. Вербіцький, О. П. Конончук // Збірник тез доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 17-18 листопада 2016 року — Т. : ТНТУ, 2016 — Том I. — С. 244-245. — (Фізико-технічні основи розвитку нових технологій).

29. Сучасні методи діагностики стану будівельних конструкцій після їх тривалої експлуатації / П.В. Ясній, О.П. Конончук, О.М. Якубишин // Праці V Міжнародної науково-технічної конференції «Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування», 19-22 вересня 2017 року — Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 — С. 222-225.

30. Використання неруйнівних методів контролю при дослідженні залізобетонних конструкцій / О.П. Конончук, І.М. Будзінський, А.Я. Данилків, Р.І. Фіцай // Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 7 – 8 грудня 2022 року — Т. : ТНТУ, 2022 — Том I. — С. 11-12.

31. Дослідження впливу на міцність бетону пластифікаторів, що сповільнюють тужавіння / О.П. Конончук, В.О. Бондар // Матеріали міжнародної наукової конференції «Іван Пулюй: життя в ім'я науки та України», 28–30 вересня 2020 року — Т. : ТНТУ, 2020 — С. 52-53. — (Важливі аспекти практичного застосування здобутків сучасної науки і новітніх технологій).

32. Дослідження впливу на міцність бетону прискорювачів твердіння / О.П. Конончук, В.Б. Леник // Матеріали міжнародної наукової конференції «Іван Пулюй: життя в ім'я науки та України», 28–30 вересня 2020 року — Т. : ТНТУ, 2020 — С. 79-80. — (Важливі аспекти практичного застосування здобутків сучасної науки і новітніх технологій).

33. Методичні вказівки до оформлення курсових та дипломних проектів із залізобетонних конструкцій для студентів спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» / Ковальчук Я.О., Дубіжанський Д.І., Сорочак А.П., Конончук О.П. — Тернопіль: ТНТУ, 2013. — 52 с.

34. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. — 56 с.

35. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С.Стручок — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., —156 с.

36. Kononchuk, O., Iasnii, V., Lutsyk, N., 2022. Prediction of reinforced concrete structures behavior using finite element method. 1st Virtual International Conference «In service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction». Procedia Structural Integrity 36, 177 – 181.

37. Верюжский, Ю.В. Компьютерные технологии проектирование железобетонных конструкций / Ю.В. Верюжский, В.И. Колчунов, М.С. Барабаш, Ю.В. Гензерский. — К.: Национальный авиационный университет, 2006. — 808 с.