

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра будівельної механіки

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження напружено-деформівного стану залізобетонних плит із диференціацією класу бетону

Виконав: студент
спеціальності

VI курсу, групи МБнм-61
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Єсін С.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Гудь М.І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О.М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Бобик М.П.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Єсін Сергій Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження напружено-деформівного стану залізобетонних плит із диференціацією класу бетону»

Керівник роботи Гудь Михайло Іванович, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 10 » 04 2023 року № 4/7-364.

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Огляд літератури за темою досліджень. Чисельні дослідження напружено-деформівного стану залізобетонної безбалкової монолітної плити перекриття з різною міцністю бетону по товщині. Моделювання плити перекриття. Експериментальні дослідження напружено-деформованого стану залізобетонної безбалкової монолітної плити перекриття з різною міцністю бетону за товщиною. Рекомендації щодо посилення міцністю залізобетонних монолітних безбалкових плит перекриття з різною бетону за товщиною.

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б. доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С. ст. викл.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М. ст.викл.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою досліджень		
2	Скінченно-елементне дослідження НДС залізобетонної безбалкової монолітної плити перекриття		
3	Експериментальні дослідження		
4	Рекомендації щодо посилення міцністю залізобетонних монолітних безбалкових плит перекриття		
5	Охорона праці		
6	Загальні висновки		

Студент

(підпис)

Єсін С.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гудь М.І.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ПРОЕКТУВАННЯ І ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ	7
1.1 Класифікація монолітних плит перекриття	7
1.2 Характери руйнування монолітних плит перекриття	12
1.3 Розрахунок композитних поперечних перерізів	13
1.4 Діаграми деформування бетону	14
1.5 Висновки до розділу 1	15
РОЗДІЛ 2 ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БЕЗБАЛКОВОЇ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ З РІЗНОЮ МІЦНІСТЮ БЕТОНУ ПО ТОВЩИНІ	16
2.1 Моделювання плити перекриття	16
2.2 Результати розрахунків	17
2.3 Висновок до розділу	30
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БЕЗБАЛКОВОЇ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ З РІЗНОЮ МІЦНІСТЮ БЕТОНУ ЗА ТОВЩИНОЮ	31
3.1 Методика експериментальних досліджень	31
3.2 Результати експериментальних досліджень	35
3.3 Висновок до розділу	42
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОНОЛІТНИХ БЕЗБАЛКОВИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ З РІЗНОЮ МІЦНІСТЮ БЕТОНУ ЗА ТОВЩИНОЮ	44
4.1 Способи підсилення плити	44

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	49
5.1. Охорона праці	49
5.1.1. Організація охорони праці працівників на підприємстві	49
5.1.2 Охорона праці при монтажних роботах.....	50
5.1.3 Охорона праці при влаштуванні монолітних залізобетонних конструкцій	53
5.1.4 Висновки до підрозділу	54
5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	55
5.2.1 Оцінка стійкості об'єкту до впливу ударної хвилі ядерного (техногенного) вибуху і заходи щодо підвищення стійкості	55
5.2.2 Розробка заходів щодо підвищення стійкості будівельного об'єкту ...	56
5.2.3. Висновки до підрозділу	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
БІБЛІОГРАФІЯ	61

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному будівництві широко застосовується монолітний залізобетон. Монолітні конструкції часто застосовуються в будівництві житлових і виробничих будівель. Будівництво йде безперервно, і нові технології дають змогу зводити монолітні конструкції цілий рік. Але під час робіт у холодну пору трапляється так, що фактична міцність бетону відрізняється від проектної, зважаючи на недосконалу технологію і багато людських чинників. У конструкції фактично виходить різний бетон.

Експлуатація монолітних залізобетонних плит перекриття з міцністю бетону, нижчою за проектну, є неприпустимою і потребує посилення, у зв'язку з непередбачуваною поведінкою такої плити.

Відсутність досліджень про роботу монолітних залізобетонних плит перекриття зі зниженою міцністю бетону ускладнює оцінку дійсних граничних навантажень, яке може витримати така плита.

Мета кваліфікаційної роботи - дослідити напружено-деформівний стан монолітних плит перекриття з різною міцністю бетону по товщині.

Об'єкт дослідження: Напружено-деформівний стан монолітної залізобетонної плити перекриття.

Предмет дослідження – поведінка монолітної залізобетонної плити перекриття житлової будівлі при дії експлуатаційних навантажень з врахуванням диференціації класу бетону по товщині.

Доцільність проведення досліджень зумовлена тим, що отримані результати дадуть можливість підвищити економічність та довговічність монолітних каркасів житлових будівель при їх експлуатації.

Завдання дослідження:

- провести чисельні дослідження напружено-деформівного стану монолітної залізобетонної плити перекриття з різною міцністю бетону по товщині;
- провести експериментальні дослідження напружено-деформівного стану монолітної залізобетонної плити перекриття з різною міцністю

бетону по товщині;

– оцінити роботу монолітної залізобетонної плити перекриття з різною міцністю бетону по товщині;

– дати рекомендації щодо подальшої експлуатації монолітної залізобетонної плити перекриття з різною міцністю бетону за товщиною.

Методи дослідження – експериментально-теоретична: у роботі реалізовано комплексний підхід до проблеми, що включає чисельні дослідження спільно з програмним комплексом "ЛІРА-САПР 2016".

Галузю застосування результатів роботи є проектування нових, реконструкція та експлуатація існуючих житлових каркасних будівель.

Наукова новизна роботи: представлені результати дослідження дають розширену чисельну інформацію про роботу монолітних залізобетонних плит перекриття з диференціацією класу бетону по товщині.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції існуючих житлових монолітних каркасних будівель.

Апробація результатів кваліфікаційної магістерської роботи виконана роботи виконана на VI Міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. актуальні питання» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 27-28 квітня 2023 року.).

Публікація результатів кваліфікаційної магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: житлова будівля, залізобетонна монолітна плита, скінченні елементи.

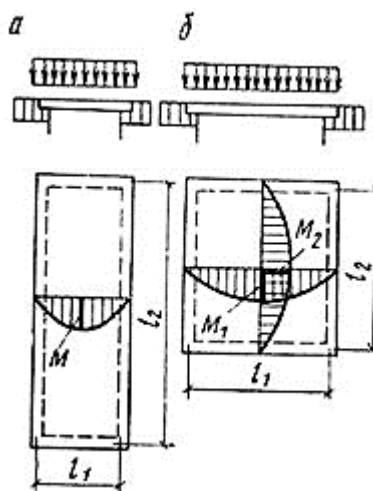
РОЗДІЛ 1

ПРОЕКТУВАННЯ І ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ

1.1 Класифікація монолітних плит перекриття

Плити перекриття класифікують за типом їхнього закріплення і за типом їхнього відношення сторін.

За типом відношення сторін плити поділяються на два види балкові ті що працюють у двох напрямках. Якщо відношення сторін плити більше 3 то такі плити працюють на вигин в одній площині по найменшій стороні. Якщо відношення сторін не перевищує значення 3, то такі плити працюють на вигин у двох напрямках.



а-плита балкова; б - плита, що працює у двох напрямках.

Рисунок 1.1 - Робота плит залежно від відношення сторін

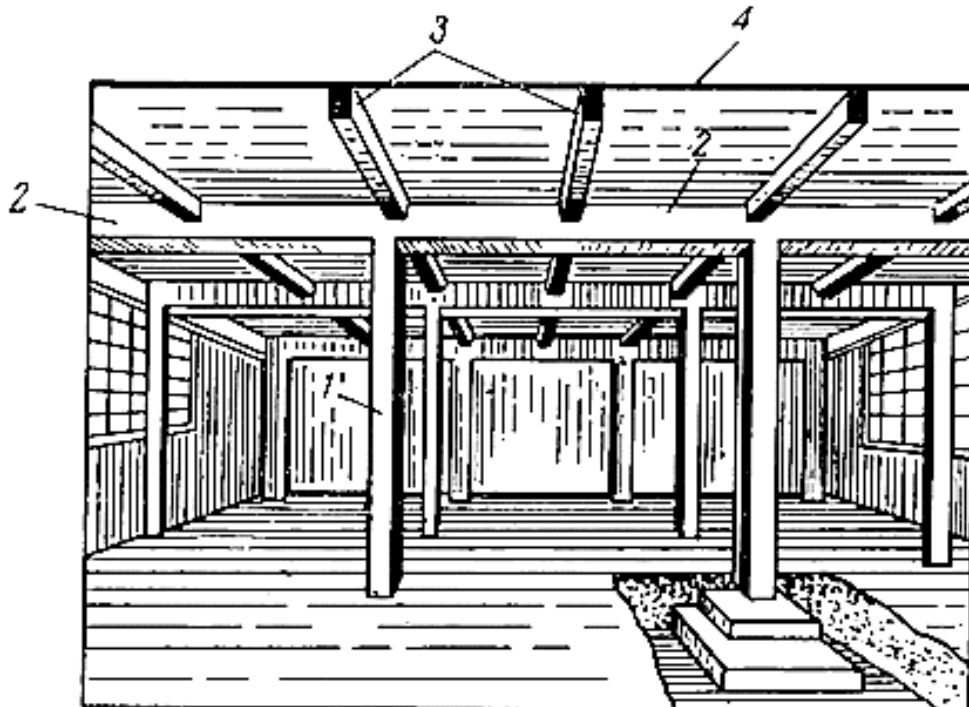
За типом закріплення плити поділяються на оперті по двох сторонах, оперті по трьох сторонах, оперті по контуру і консольні. Також плити можуть спиратися тільки на колони, при такому з'єднанні потрібно застосовувати капітелі.

На основі цих класифікацій поділяють монолітні плити перекриття на:

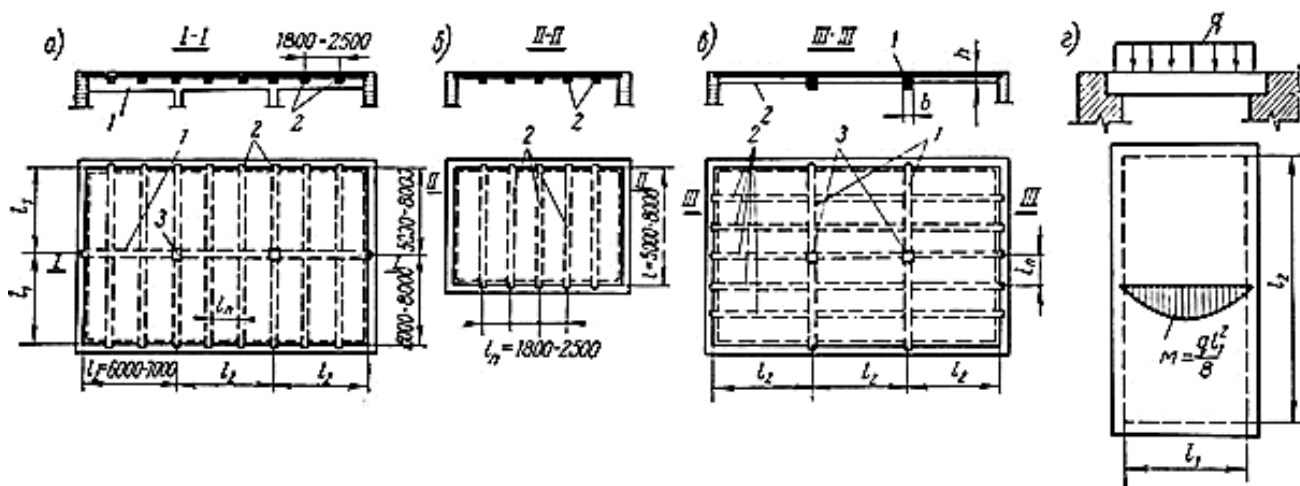
Ребристі монолітні перекриття балочними плитами.

Такі плити опираються на балки (ребра), які підтримують плиту. Ребра

відіграють роль опори для монолітної плити. Такі плити є балковими, оскільки в основному їх співвідношення сторін перевищує значення 3. Розрахунок плит ведеться як розрахунок нерозрізної балки.



1 - колона; 2 - головна балка; 3 - другорядна балка (ребро); 4 – монолітна плита.
Рисунок 1.2 - Ребристе монолітне перекриття з балковими плитами

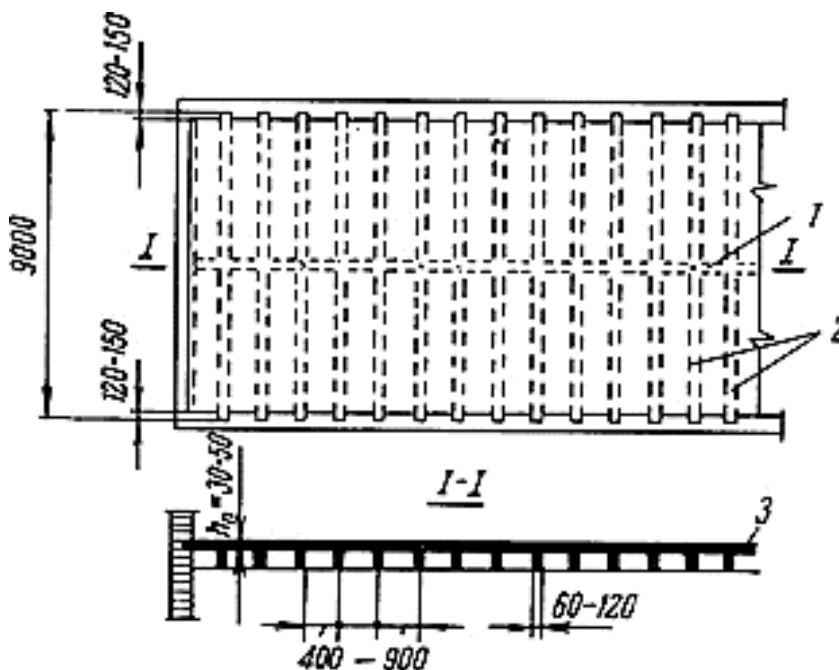


a - з поперечним розташуванням балок; *б* - без головних балок; *в* - з поздовжнім розташуванням другорядних балок; *г* - розрахункова схема балкової плити; 1 - головна балка; 2 - другорядна балка; 3 – колони.

Рисунок 1.3 - Приклади ребристих монолітних плит перекриття

Часторебристе монолітне перекриття оперте по контуру.

Такі перекриття можуть перекривати велику площу без спирання на колони. Головна балка відіграє роль діафрагми і повинна мати велику жорсткість під час вигину. Другорядні балки розташовуються дуже часто, що дає змогу зменшити товщину перерізу монолітної плити.

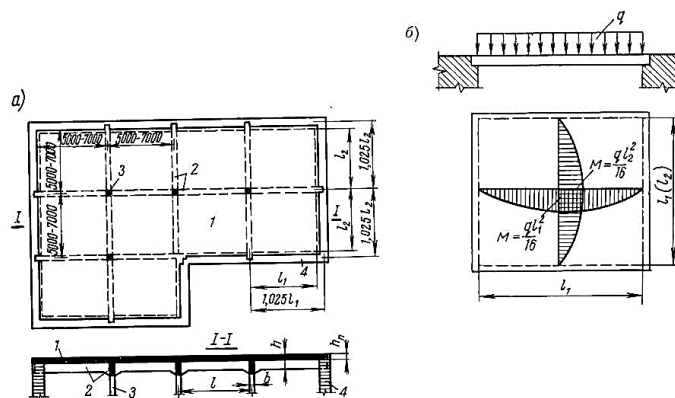


1 - головна балка (діафрагма); 2 - другорядні балки; 3 - монолітна плита перекриття.

Рисунок 1.4 - Монолітні часторебристі перекриття

Безбалочні монолітні плити перекриття

У таких плитах відсутній поділ балок на головні та другорядні. Усі балки відіграють роль ребер. Співвідношення сторін таких плит не перевищує значення 3 і тому робота на вигин відбувається у двох напрямках. Розрахункові схеми будуються для двох напрямків і представляються нерозрізною балкою.



a - загальна схема перекриття; *б* - розрахункова схема перекриття; *1* - плита перекриття; *2* - балки (ребра); *3* - колони; *4* - контур обпирання (несучі стіни)

Рисунок 1.5 - Ребристе кесонне перекриття

Часторебристе монолітне перекриття оперте по контуру.

Відрізняється підвищеною жорсткістю ребер і відсутністю колон. Часте розташування ребер дає змогу зменшити товщину монолітного перекриття.

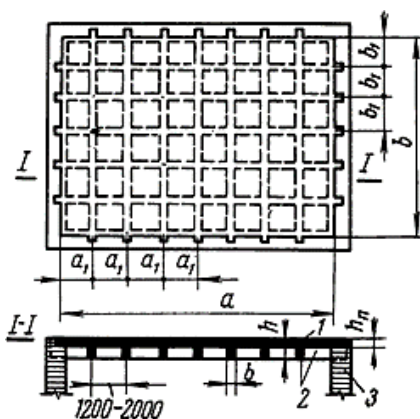
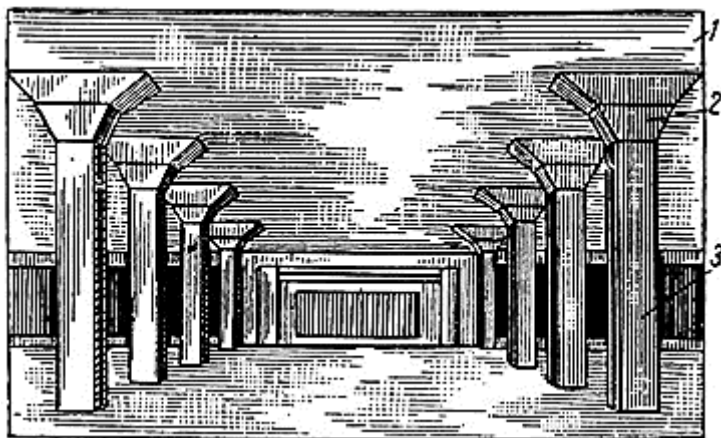


Рисунок 1.6 - Часторебристе кесонне перекриття з обпиранням по контуру

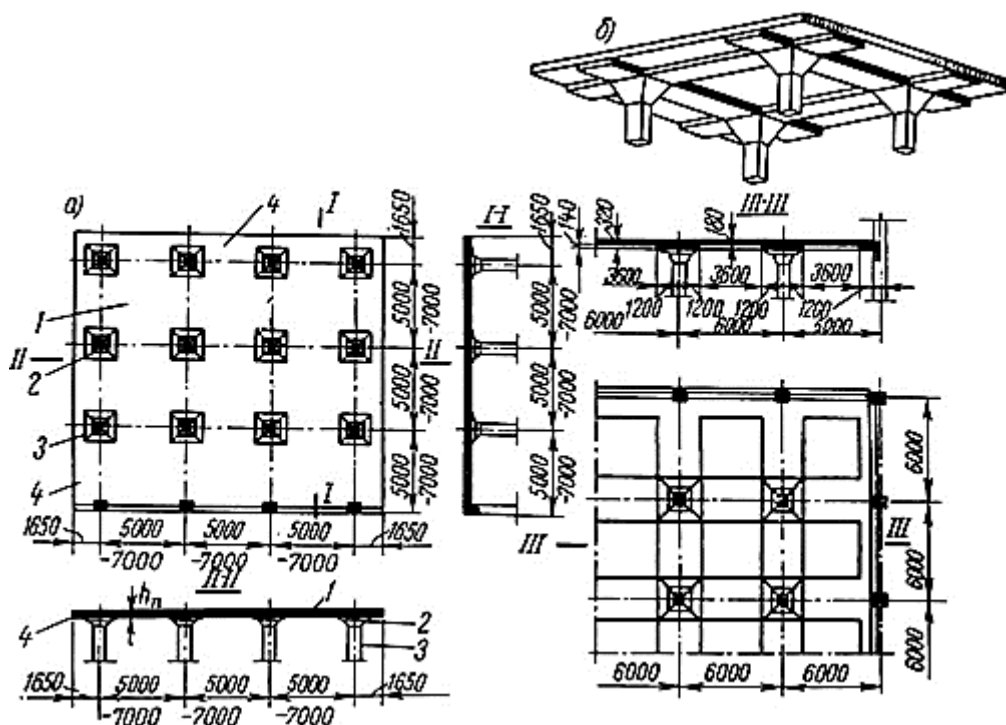
Безбалкові монолітні плити перекриття.

У цьому виді плит відсутні балки, перекриття спираються на колони. Щоб не відбулося продавлювання плити, влаштовують капітель, яка розподіляє напруження реакції опори. Також застосовують допоміжні плити між колонами, або можна це назвати потовщенням монолітної плити.



1 - монолітна плита; 2 - капітель; 3 – колона.

Рисунок 1.7 -Безбалкове монолітне перекриття



а - із суцільною плитою; б - з полегшеною плитою.

Рисунок 1.8 - Схеми безбалкових перекриттів

Безбалочні безкапітельні монолітні плити перекриття.

Цей вид є більш сучасний. Його відмінність від попереднього виду у відсутності капітелей. Капітелі замінені додатковими каркасами арматури, які підвищують жорсткість плити в місці спирання на колони. Цей вид вимагає додаткового розрахунку на продавлювання плит у зоні стикування з колоною.

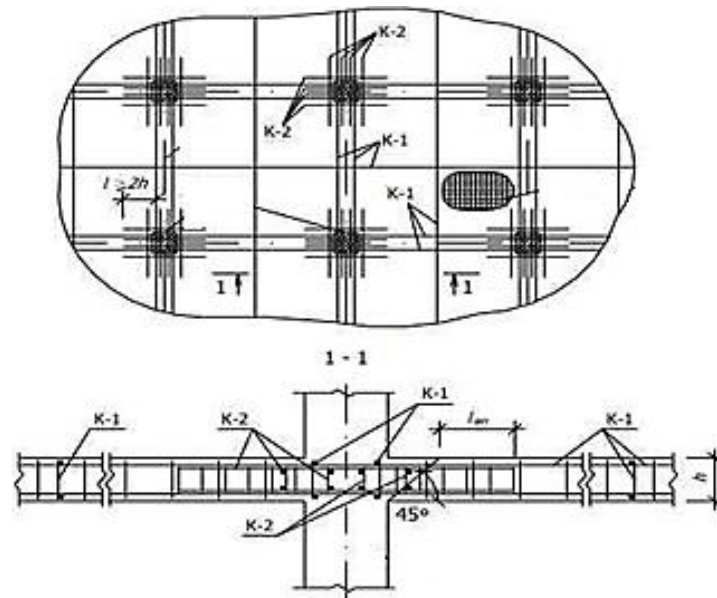
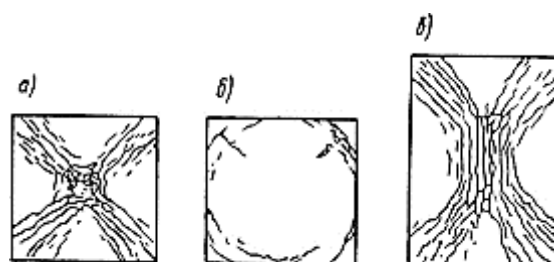


Рисунок 1.9 - Безбалкове перекриття з додатковими каркасами арматури замість капітелей

1.2 Характери руйнування монолітних плит перекриття

Руйнування монолітної плити перекриття являє собою появу пластичних шарнірів у конструкції. Першим завданням під час розрахунків на міцність полягає в тому, щоб визначити розташування цих шарнірів, яке залежить від спирання плити.



а - видзверху квадратної плити; б - вид знизу квадратної плити; в - вид зверху прямокутної плити.

Рисунок 1.10 -Характер руйнування плит, опертих за контуром

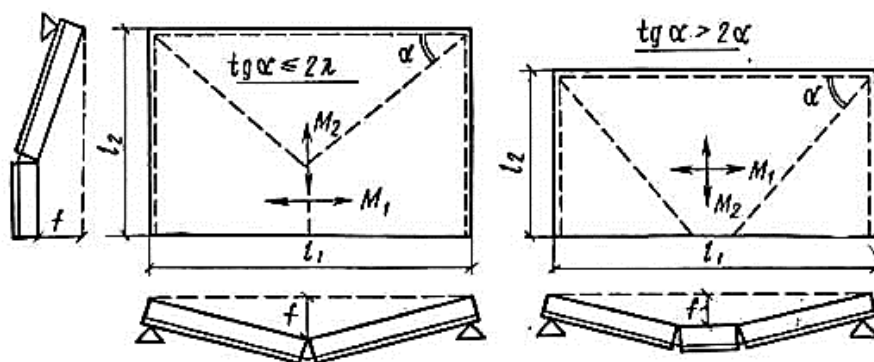


Рисунок 1.11 - Характер руйнування плит опертих по трьох сторонах



Рисунок 1.12 – Характер руйнування безбалкових плит опертих на колони з капітелями

Під час визначення розташування пластичних шарнірів розраховують зусилля, що діють від заданого навантаження, підбирають перетин плит і приймають їхнє армування за обраною теорією міцності бетону.

1.3 Розрахунок композитних поперечних перерізів

Розрахунок композитних поперечних перерізів застосовується, якщо елемент конструкції, що піддається навантаженню, складається з різних матеріалів. Суть розрахунку полягає в тому, що приймається основний матеріал, до якого приводяться інші компоненти перерізу, що складаються з інших матеріалів. Приведення відбувається за рахунок коефіцієнта, який обчислюється залежно від модулів пружності матеріалів за формулою:

$$n = \frac{E_i}{E_{осн}}, \quad (1.1)$$

де E_i - модуль пружності матеріалу, який потрібно привести до в основному;

$E_{осн}$ - модуль пружності основного матеріалу;

Після обчислення всіх коефіцієнтів приведення, розраховують характеристики перерізів кожного компонента. Після обчислюють наведені характеристики з урахуванням коефіцієнтів приведення.

Жорсткість елемента визначають шляхом множення наведеного моменту інерції в обраній осі повороту на модуль пружності основного матеріалу.

1.4 Діаграми деформування бетону

У нормах наведено три діаграми деформування бетону: трилінійну, дволінійну і діаграму Карпенка М.І. (криволінійну).

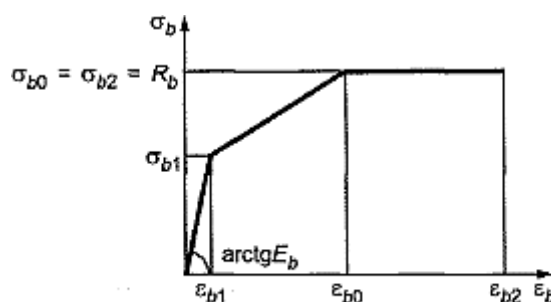


Рисунок 1.13 – Трилінійна діаграма

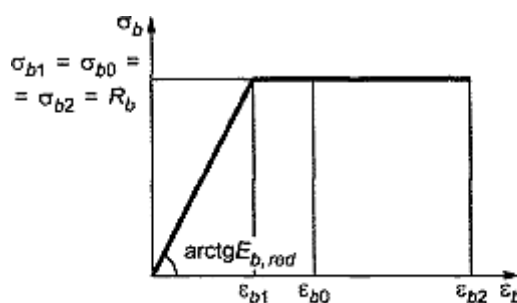


Рисунок 1.14 – Дволінійна діаграма

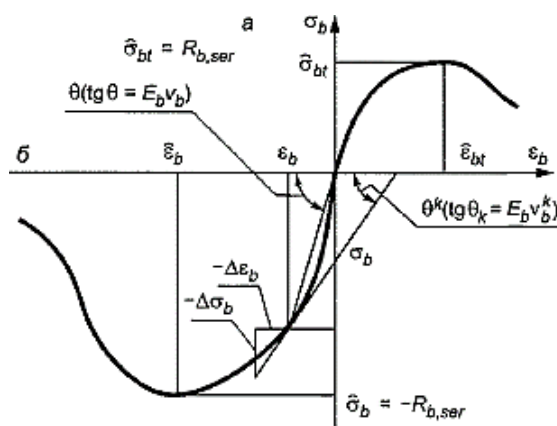


Рисунок 1.15 – діаграма Карпенка М.І. (криволінійна)

У трилінійній діаграмі застосовується початковий модуль пружності до напружень, що не перевищують 60% від граничної міцності, після досягнення 60% модуль пружності знижується.

У дволінійній діаграмі застосовується наведений модуль пружності, який не змінюється під час розрахунку, що дає змогу проводити розрахунок у лінійній постановці.

У криволінійній діаграмі модуль пружності постійно змінюється за описаною функцією.

1.5 Висновки до розділу 1

Виконавши огляд літератури про проєктування і розрахунок монолітних плит перекриття, можна зробити такі висновки:

1) удосконалення розрахунків монолітних залізобетонних плит перекриття проводять уже давно, розроблено багато методик розрахунку плит перекриття, які показують відмінні результати на практиці.

2) розроблено багато видів плит перекриття, розрахунки яких значно відрізняються одна від одної.

3) у літературі та нормативній документації відсутні дані про роботу плит із різною міцністю бетону за товщиною, але матеріал, який у них є, дає змогу зробити такий розрахунок за певного підходу.

РОЗДІЛ 2

ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БЕЗБАЛКОВОЇ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ З РІЗНОЮ МІЦНІСТЮ БЕТОНУ ПО ТОВЩИНІ

2.1 Моделювання плити перекриття

За об'єкт дослідження прийнято безбалочну залізобетонну монолітну плиту перекриття. Було виконано розрахункову модель у програмному комплексі ЛІРА-САПР 2016. Розрахункова модель складається з пластинчастих елементів розміром (0,5x0,5 м), закріплення до колон виконано за допомогою жорсткого об'єднання вузлів, опирання плити на стіни і колони прийнято жорстким із заборонаю всіх переміщень і кутів повороту. Розрахункову схему представлено на малюнку 2.2.

Для розрахунку плити зі змінним класом бетону за товщиною було обчислено наведений модуль пружності.

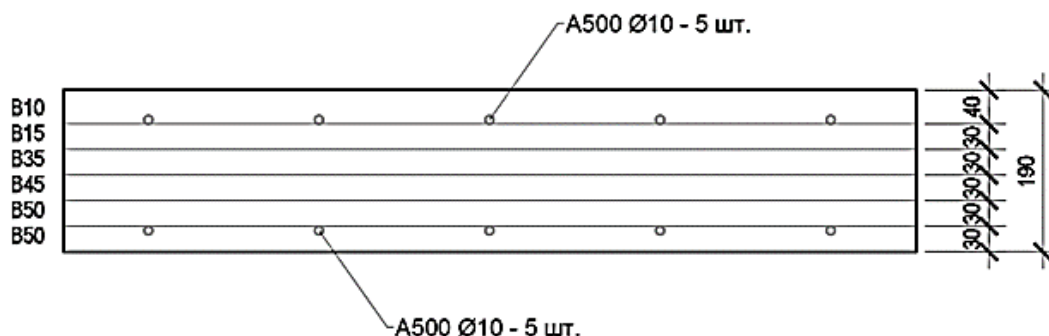


Рисунок 2.1 – Поперечний переріз плити перекриття зі змінним класом бетону за товщиною

Таблиця 2.1 – Характеристики перерізу

Наведений момент інерції, мм ⁴	856584357,9
Модуль пружності бетону (до якого приводиться переріз, B10), МПа	19000
Жорсткість перерізу, Н мм ²	16275102799651
Момент інерції, що відповідає пластинчастому елементу товщиною 190 мм, мм ⁴	571583333,3
Наведений модуль пружності, МПа	28473,718

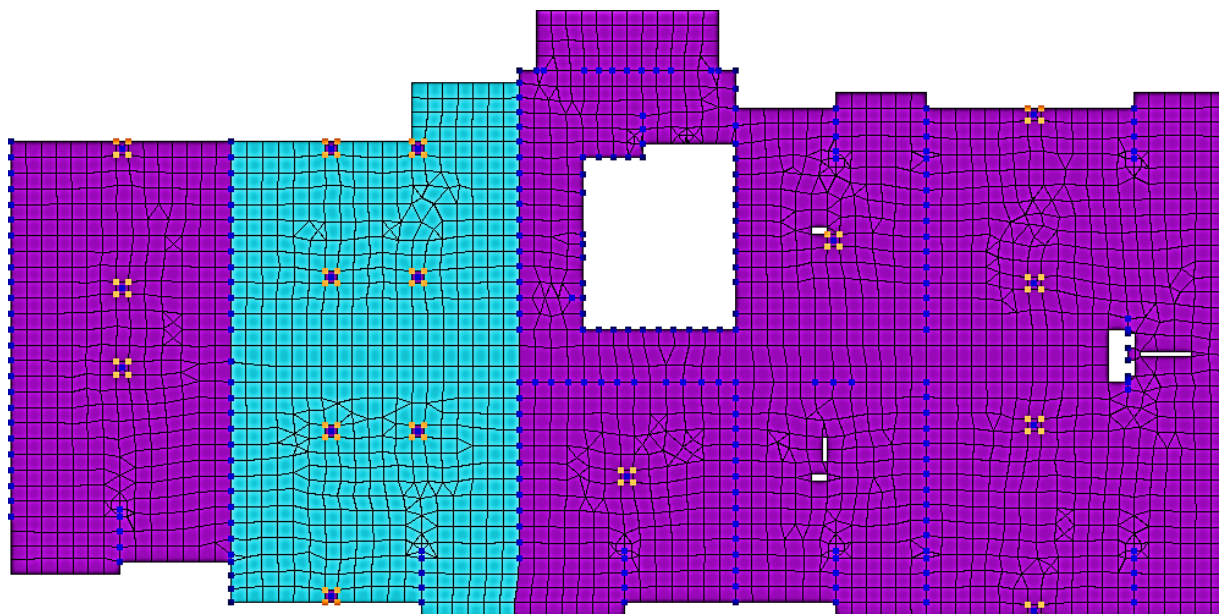


Рисунок 2.2 – Розрахункова модель залізобетонної монолітної плити перекриття

2.2 Результати розрахунків

Проведено два розрахунки:

Перший розрахунок з урахуванням тільки пружної стадії, без урахування тріщин (ідеалізований), модуль пружності прийнято $E=32500$ МПа.

Другий розрахунок з урахуванням тріщин, до модуля пружності прийнято наведений, також застосовано коефіцієнт, що дорівнює 0,3, для плит, модуль пружності прийнято $E=8542,12$ МПа.

Етапи завантаження наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Етапи завантаження

Етап завантаження	Навантаження, кг/м^2
1	32
2	64
3	96
4	128
5	160
6	192
7	256
8	288

Продовження таблиці 2.2

9	320
10	352
11	384
12	416
13	448
14	480
15	512
16	544
17	576
18	608
19	640
20	672
21	704
22	736

Точки дослідження показано на малюнку 2.3.

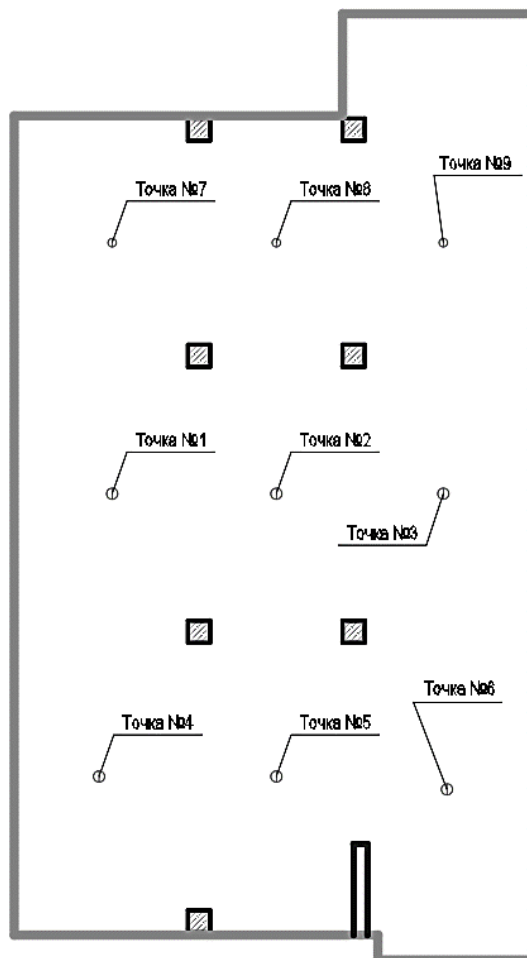


Рисунок 2.3 – Точки дослідження прогинів плити перекриття

У моделі використовувалися пластини с товщиною 200 мм і 190 мм.

Для завантаження застосовано розподілене навантаження, врахування власної ваги виконано автоматично.

Чисельні результати отримані в програмі ЛІРА-САПР 2016 наведено в таблиці 2.3 і 2.4.

Таблиця 2.3 – Результати першого розрахунку ($E=32500$ МПа) (прогини вказані в мм)

Номер точки	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
Етап 1	0,011	0,022	0,013	0,013	0,018	0,008	0,008	0,011	0,008
Етап 2	0,023	0,044	0,025	0,026	0,038	0,015	0,016	0,023	0,015
Етап 3	0,034	0,067	0,037	0,039	0,057	0,023	0,024	0,034	0,023
Етап 4	0,046	0,089	0,05	0,052	0,075	0,03	0,032	0,046	0,031
Етап 5	0,057	0,111	0,062	0,065	0,094	0,037	0,04	0,057	0,039
Етап 6	0,069	0,134	0,074	0,078	0,113	0,045	0,049	0,069	0,046
Етап 7	0,092	0,178	0,099	0,104	0,151	0,06	0,065	0,092	0,062
Етап 8	0,104	0,2	0,112	0,117	0,17	0,067	0,073	0,103	0,07
Етап 9	0,115	0,223	0,124	0,13	0,189	0,075	0,081	0,115	0,077
Етап 10	0,127	0,245	0,136	0,144	0,208	0,082	0,089	0,126	0,085
Етап 11	0,138	0,267	0,149	0,156	0,227	0,09	0,097	0,138	0,093
Етап 12	0,15	0,29	0,161	0,17	0,246	0,097	0,105	0,149	0,101
Етап 13	0,161	0,312	0,173	0,183	0,265	0,105	0,113	0,161	0,108
Етап 14	0,173	0,334	0,185	0,196	0,284	0,112	0,121	0,172	0,116
Етап 15	0,184	0,357	0,198	0,209	0,303	0,12	0,129	0,184	0,124
Етап 16	0,196	0,379	0,21	0,222	0,322	0,127	0,137	0,195	0,132
Етап 17	0,208	0,401	0,223	0,235	0,341	0,135	0,145	0,207	0,139
Етап 18	0,219	0,423	0,235	0,248	0,36	0,142	0,153	0,218	0,147
Етап 19	0,23	0,446	0,247	0,261	0,379	0,15	0,161	0,23	0,155
Етап 20	0,242	0,468	0,26	0,274	0,397	0,157	0,169	0,241	0,163
Етап 21	0,254	0,49	0,272	0,287	0,416	0,165	0,177	0,253	0,17
Етап 22	0,265	0,513	0,284	0,3	0,435	0,172	0,185	0,264	0,178

Таблиця 2.4 – Результати другого розрахунку ($E=8542,12$ МПа) (прогини вказані в мм)

Номер точки	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
Етап 1	0,04	0,08	0,05	0,05	0,07	0,03	0,03	0,04	0,03
Етап 2	0,09	0,17	0,10	0,10	0,14	0,06	0,06	0,09	0,06
Етап 3	0,13	0,25	0,14	0,15	0,22	0,09	0,09	0,13	0,09
Етап 4	0,18	0,34	0,19	0,20	0,29	0,11	0,12	0,18	0,12
Етап 5	0,22	0,42	0,24	0,25	0,36	0,14	0,15	0,22	0,15
Етап 6	0,26	0,51	0,28	0,30	0,43	0,17	0,19	0,26	0,18
Етап 7	0,35	0,68	0,38	0,40	0,57	0,23	0,25	0,35	0,24
Етап 8	0,40	0,76	0,43	0,45	0,65	0,25	0,28	0,39	0,27
Етап 9	0,44	0,85	0,47	0,49	0,72	0,29	0,31	0,44	0,29
Етап 10	0,48	0,93	0,52	0,55	0,79	0,31	0,34	0,48	0,32
Етап 11	0,53	1,02	0,57	0,59	0,86	0,34	0,37	0,53	0,35
Етап 12	0,57	1,10	0,61	0,65	0,94	0,37	0,40	0,57	0,38
Етап 13	0,61	1,19	0,66	0,70	1,01	0,40	0,43	0,61	0,41
Етап 14	0,66	1,27	0,70	0,75	1,08	0,43	0,46	0,65	0,44
Етап 15	0,70	1,36	0,75	0,80	1,15	0,46	0,49	0,70	0,47
Етап 16	0,75	1,44	0,80	0,84	1,23	0,48	0,52	0,74	0,50
Етап 17	0,79	1,53	0,85	0,89	1,30	0,51	0,55	0,79	0,53
Етап 18	0,83	1,61	0,89	0,94	1,37	0,54	0,58	0,83	0,56
Етап 19	0,88	1,70	0,94	0,99	1,44	0,57	0,61	0,88	0,59
Етап 20	0,92	1,78	0,99	1,04	1,51	0,60	0,64	0,92	0,62
Етап 21	0,97	1,86	1,03	1,09	1,58	0,63	0,67	0,96	0,65
Етап 22	1,01	1,95	1,08	1,14	1,66	0,65	0,70	1,00	0,68

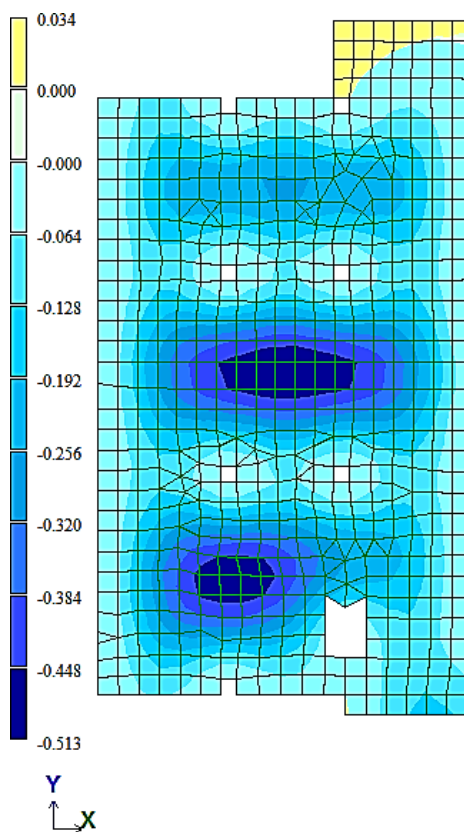


Рисунок 2.4 – Переміщення плити по осі Z від навантаження 740 кг/м^2
(модуль пружності $E = 32500 \text{ МПа}$)

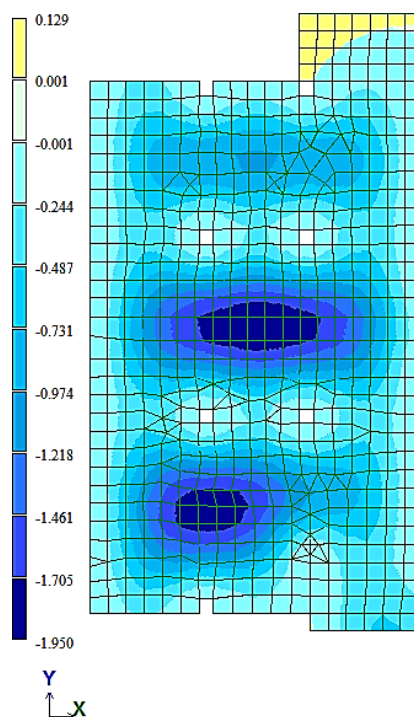


Рисунок 2.5 – Переміщення плити по осі Z від навантаження 740 кг/м^2
(модуль пружності $E = 8542,12 \text{ МПа}$)

В обох випадках, прогини зосереджені в середині прольотів.

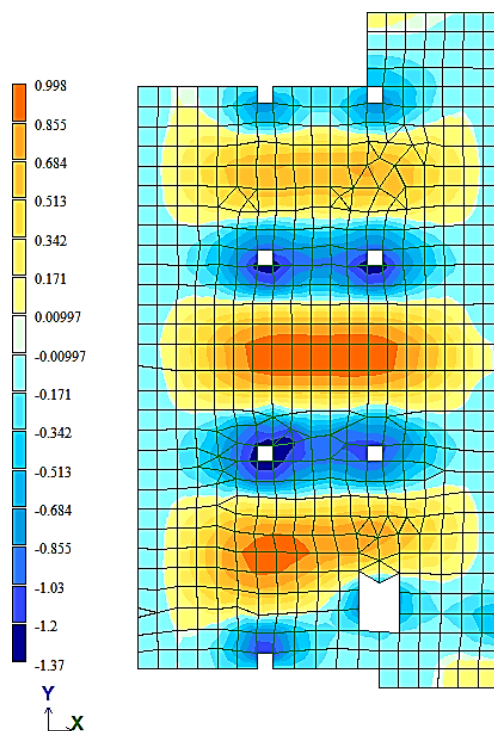


Рисунок 2.6 – Зусилля M_u отримані при завантаженні навантаженням 740кг/м^2

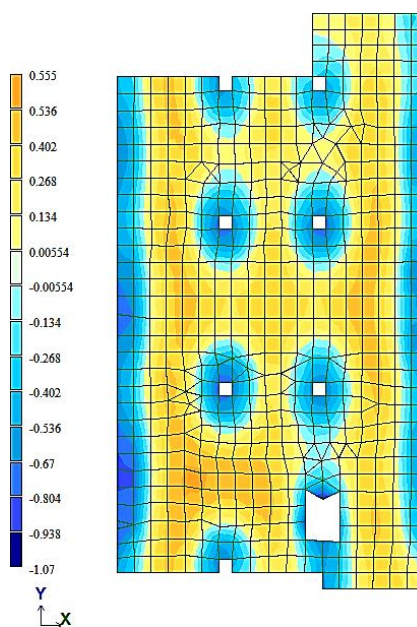


Рисунок 2.7 – Зусилля M_x отримані при завантаженні навантаженням 740кг/м^2

Розподіл моментів M_x і M_y відповідає характеру роботи конструкції, максимальні значення збігаються із точками утворення максимальних прогинів.

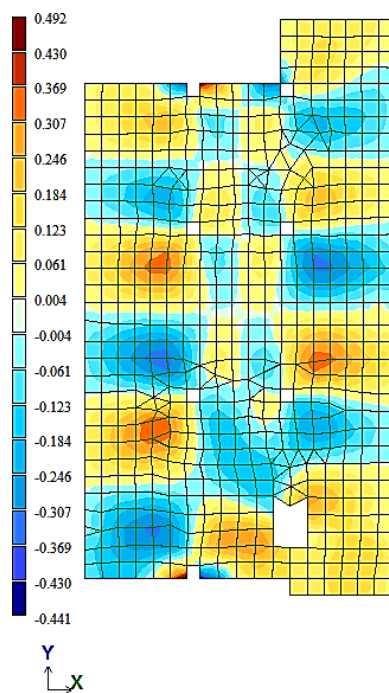


Рисунок 2.8 – Зусилля M_x і M_y отримані при завантаженні навантаженням 740 кг/м^2

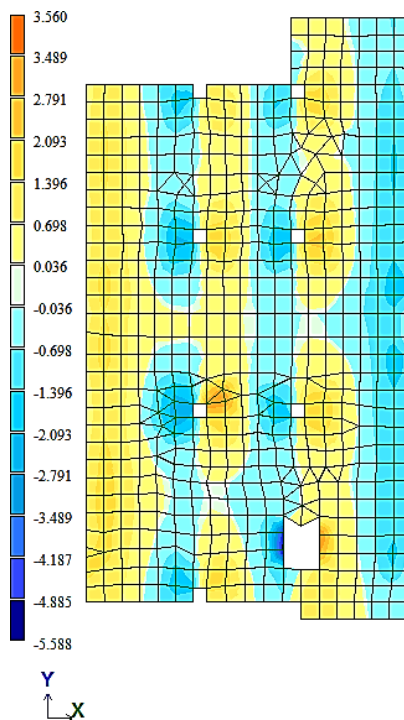


Рисунок 2.9 – Зусилля Q_x отримані при завантаженні навантаженням 740 кг/м^2

Відображені зусилля зосереджені в місцях концентрації дотичних напружень, а саме в приопорних зонах плити.

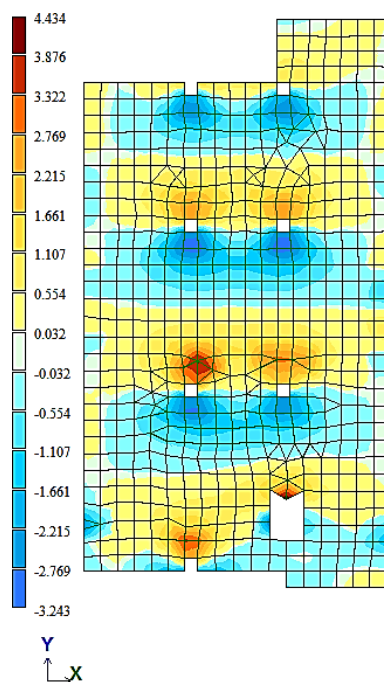


Рисунок 2.10 – Зусилля Q_y отримані при завантаженні навантаженням 740 кг/м^2

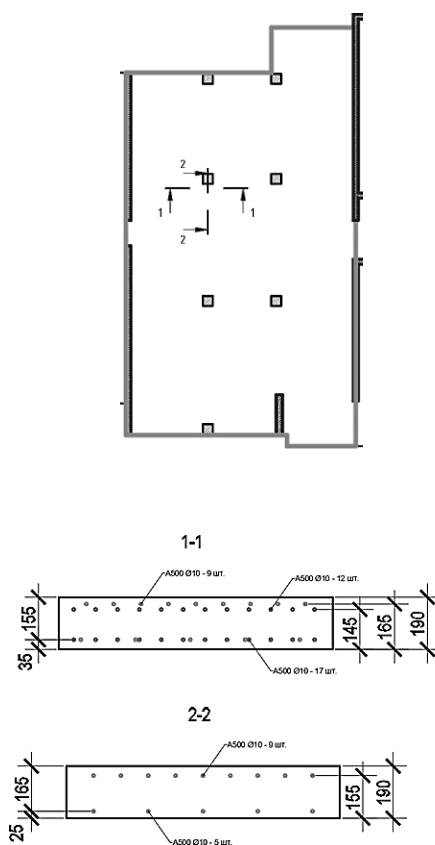


Рисунок 2.11 – Поперечні перерізи плити в приопорній зоні у колони

Характер розподілу Q_u також відображає місця концентрації дотичних напружень, а саме в приопорних зонах плити.

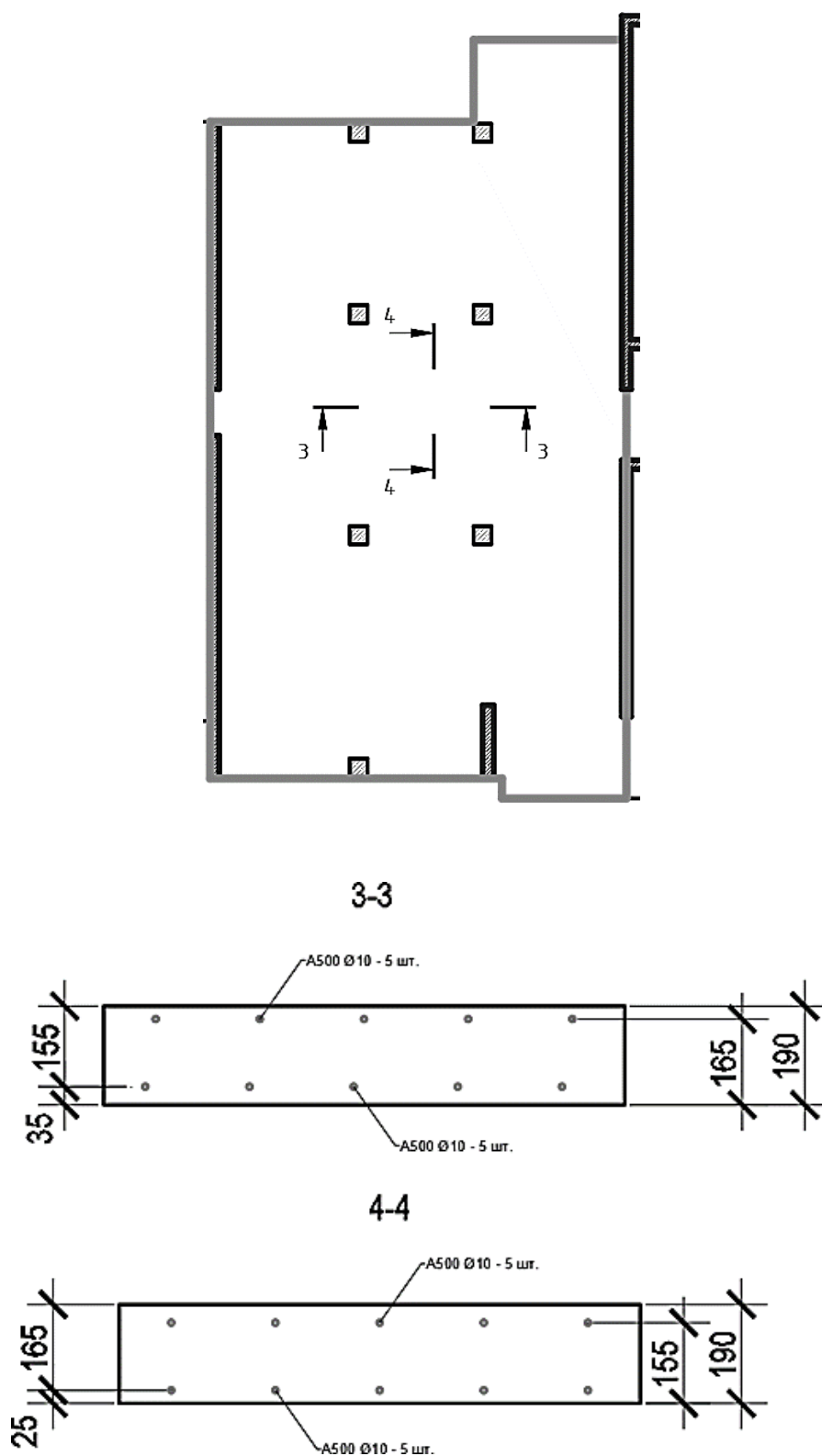


Рисунок 2.12 – Поперечні перерізи плити в центрі плити

Поперечні перерізи плити в центрів цієї конструкції характерні відсутністю армування, що сприймає продавлюючі зусилля.

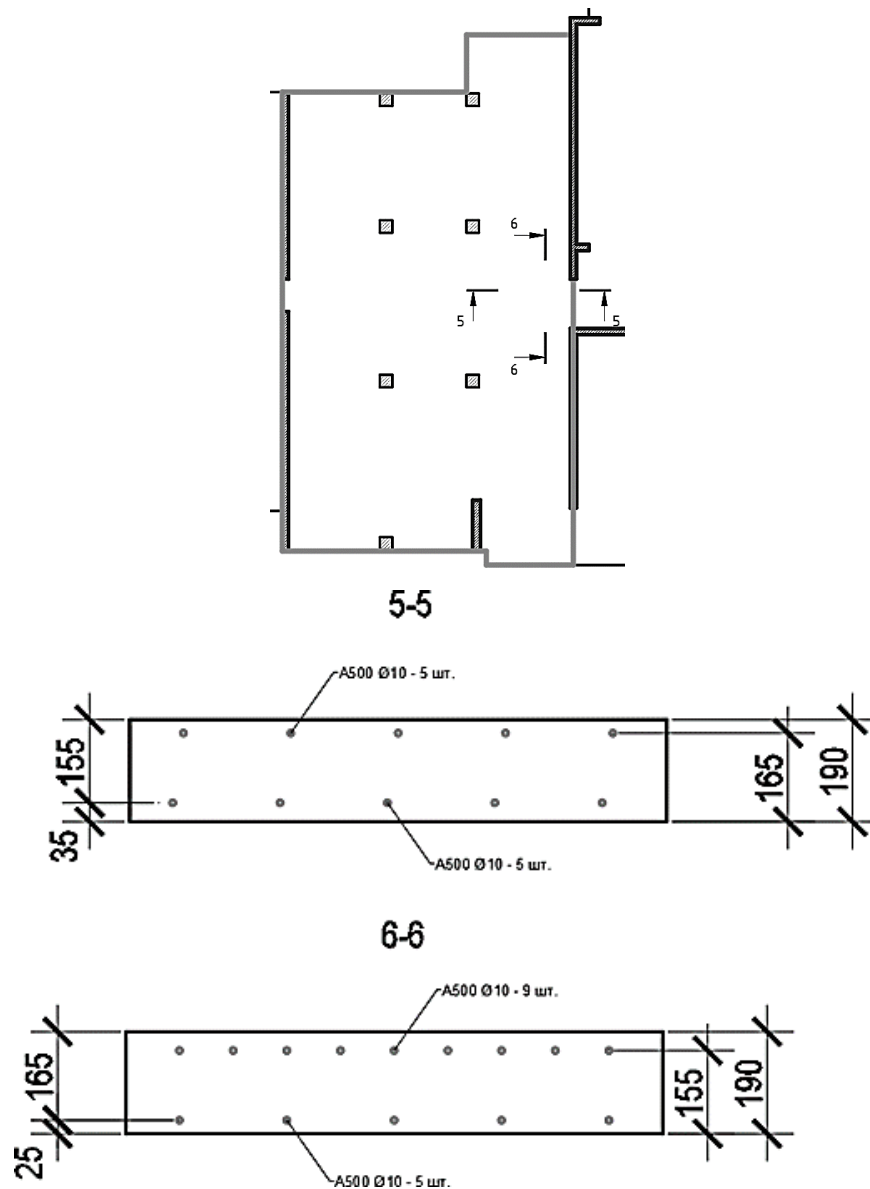


Рисунок 2.13 – Поперечні перерізи плити в приопорній зоні у стіни

Таблиця 2.5 – Характеристики міцності перерізів

Перетин	Момент тріщиноутворень, тм	Граничний згинальний момент, тм
1-1	-1,523	-9,211
2-2	-1,446	-4,368
3-3	1,436	2,264
4-4	1,444	2,438
5-5	-1,436	-2,264
6-6	-1,446	-4,368

Таблиця 2.6 – Зусилля, що виникають при навантаженні 740 кг/м²

Перетин	М _y , тм	М _x , тм
1-1	-1,37	-
2-2	-	-0,666
3-3	0,998	-
4-4	-	0,555
5-5	-0,863	-
6-6	-	-1,307

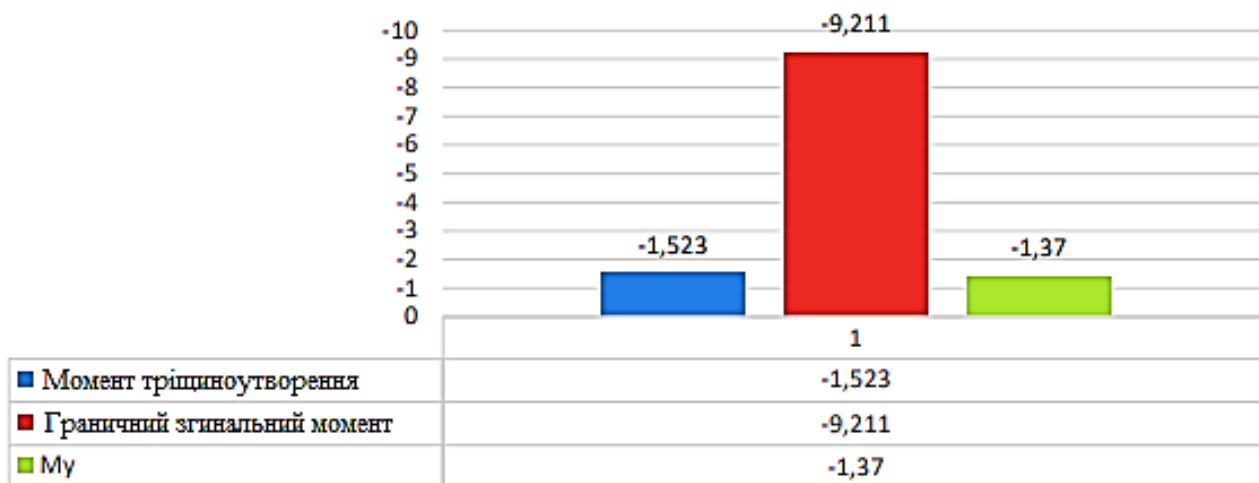


Рисунок 2.14 – Діаграма отриманих результатів для перерізу 1-1

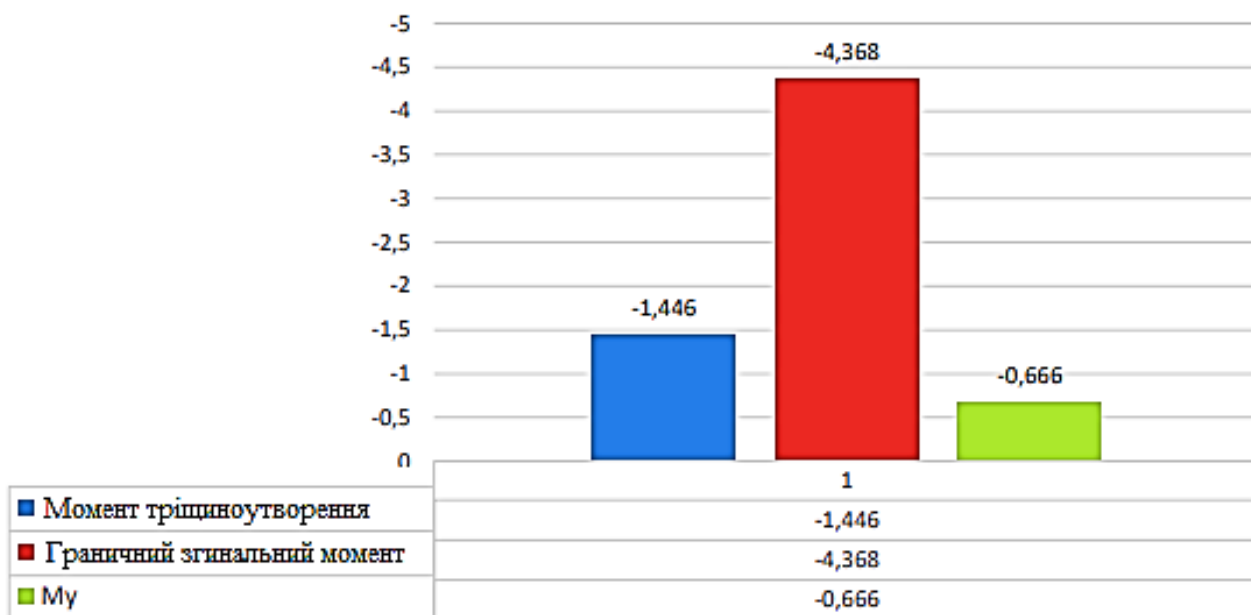


Рисунок 2.15 – Діаграма отриманих результатів для перерізу 2-2

Спостерігається значно менше значення M_y , в порівнянні із гранично-допустимим моментом та моментом тріщиноутворення.

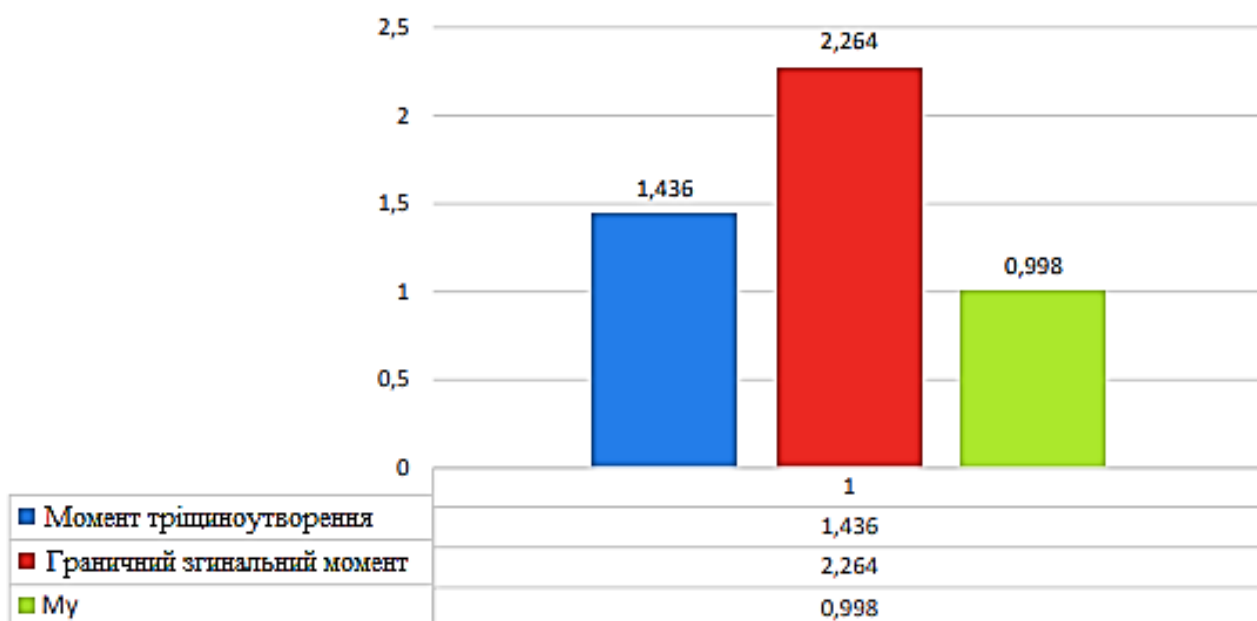


Рисунок 2.16 – Діаграма отриманих результатів для перерізу 3-3

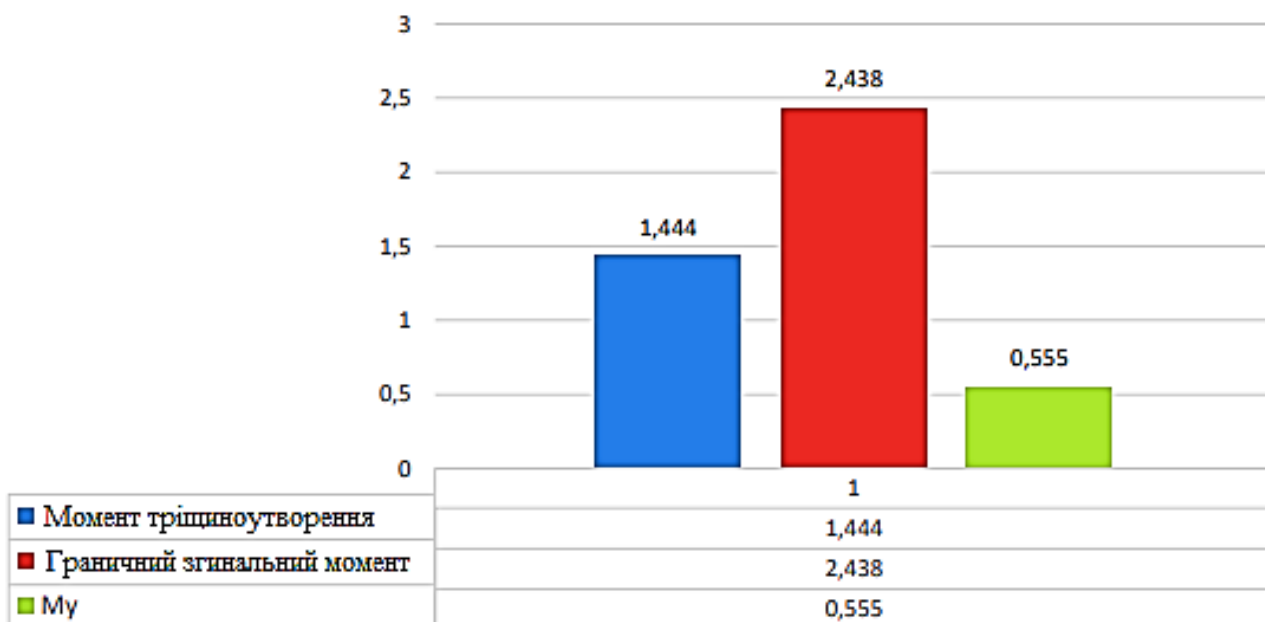


Рисунок 2.17 – Діаграма отриманих результатів для перерізу 4-4

Значення M_u , як і в попередньому випадку, порівняно з гранично-допустимим моментом та моментом тріщиноутворення, виявляється значно меншим.

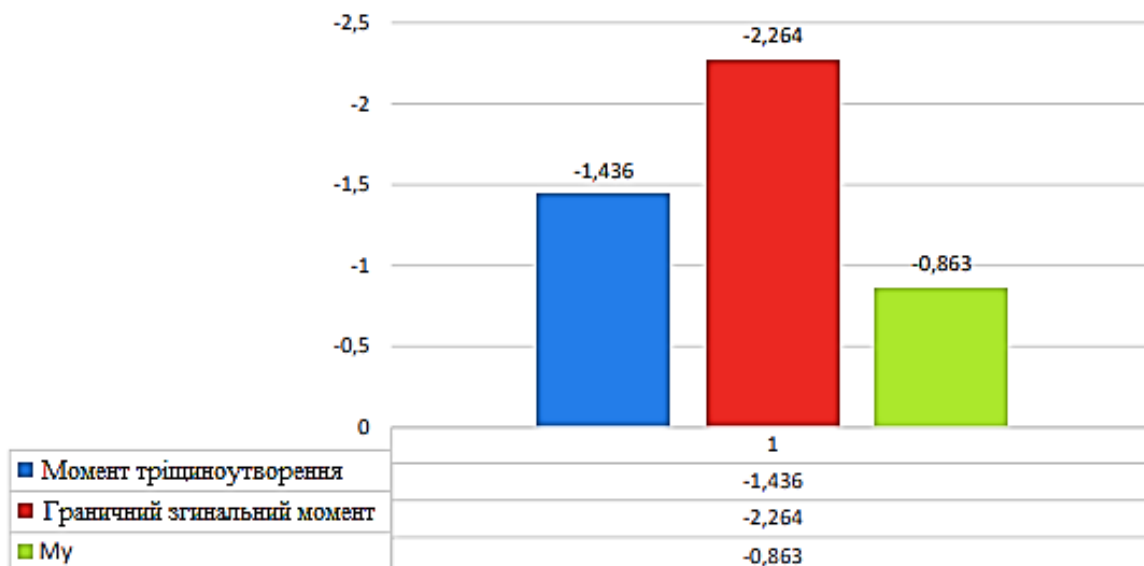


Рисунок 2.18 – Діаграма отриманих результатів для перерізу 5-5

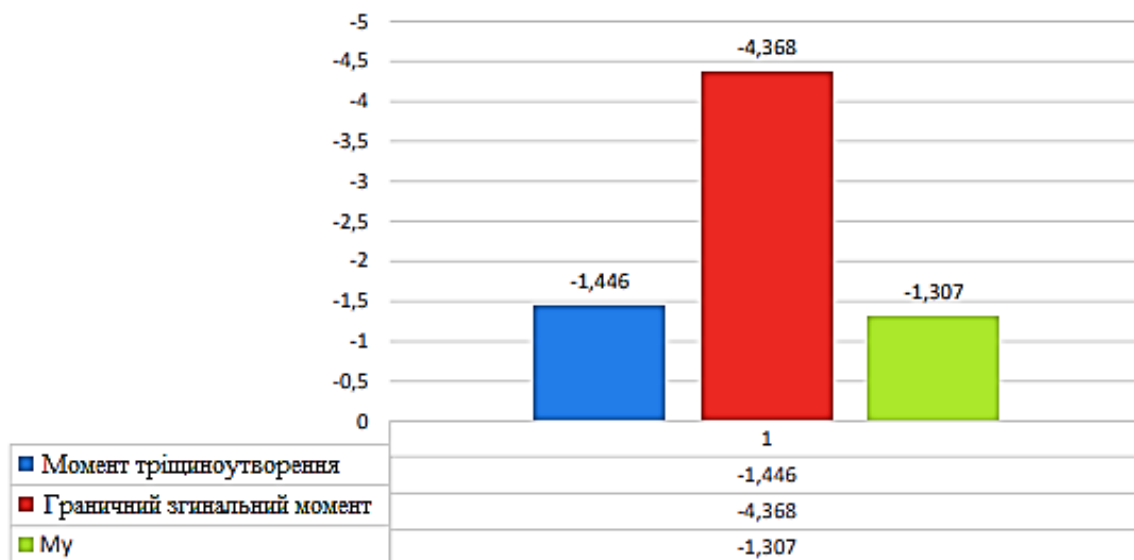


Рисунок 2.19 – Діаграма отриманих результатів для перерізу 6-6

Подібно до попередніх випадків, значення M_u виявляється значно меншим, ніж гранично-допустимий момент та момент тріщиноутворення.

2.3 Висновок до розділу

Результати дослідження показали, що за різної міцності бетону за товщиною прогини збільшуються на 12,42%, наявність тріщин у плиті перекриття збільшує прогини на 70,2% за умови врахування коефіцієнта 0,3.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БЕЗБАЛКОВОЇ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ З РІЗНОЮ МІЦНІСТЮ БЕТОНУ ЗА ТОВЩИНОЮ

3.1 Методика експериментальних досліджень

За об'єкт дослідження прийнято залізобетонну безбалкову монолітну плиту перекриття споруджуваного багатоповерхового житлового будинку.

Стикування плити з колоною зроблено за допомогою додаткових каркасів арматури, щоб уникнути продавлювання плити. Розміри ділянки дослідження наведено на малюнку 3.1. Матеріали та їхні характеристики, що використовуються в улаштуванні плити, наведено в таблиці 3.1. Товщина перекриття становить 200 мм.

Таблиця 3.1 – Матеріали та їхні характеристики

Матеріал	Модуль пружності, МПа	Нормативна міцність на стиснення, МПа	Нормативна міцність на розтягнення, МПа	Розрахункова міцність на стиснення, МПа	Розрахункова міцність на розтягнення, МПа
Бетон С20/25	32500	22	1,75	17	1,15
Арматура А500С	200000	500	500	435	435

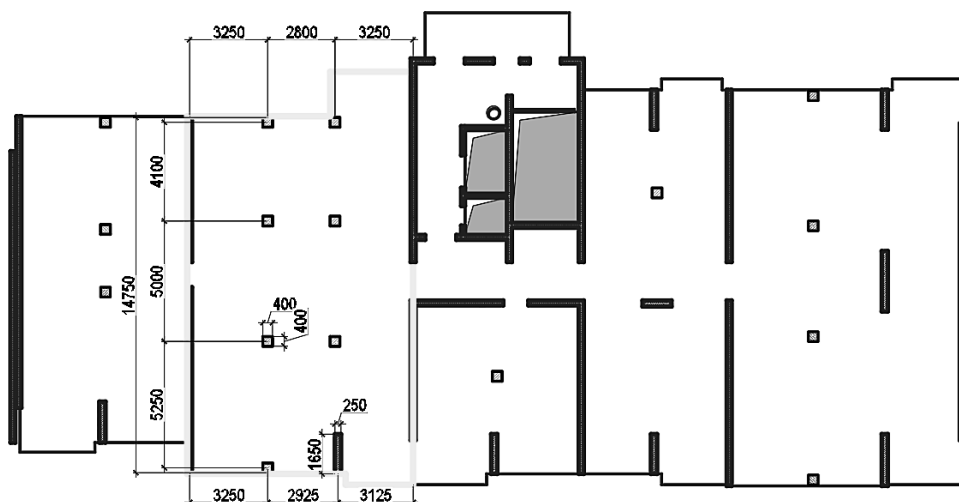


Рисунок 3.1 – Залізобетонна монолітна плита перекриття

Залізобетонна монолітна плита перекриття була влаштована з порушенням вимог зимового бетонування. Після обстеження плити перекриття було виявлено тріщини знизу плити, верхній шар бетону не застиг на товщину 10 мм. Картина тріщин показана на рисунку 3.4. Було проведено лабораторне випробування керн монолітної залізобетонної плити, отримані результати відображені на фотографіях (рисунок 3.2 і 3.3).



Рисунок 3.2 – Випробування зразка з плити, виконаної без порушень вимог зимового бетонування



Рисунок 3.3 – Випробування зразка з плити, виконаної з порушеннями вимог зимового бетонування

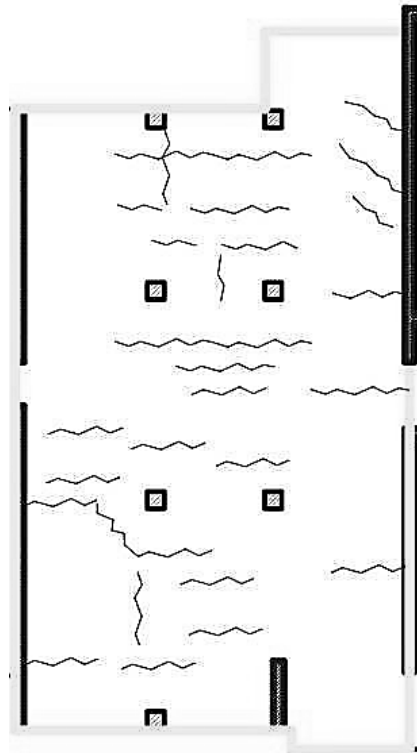


Рисунок 3.4 – Картина тріщин знизу плити

Перед випробуванням плити було знято верхній шар незастиглого бетону завтовшки 10 мм, встановлено прогиноміри, для вимірювання розкриття тріщин використовували мікроскоп.

Завантаження монолітної плити перекриття проводили за допомогою цегли, яку розташовували у вигляді стовпчиків, розставлених на 1 м². Навантаження проводилися етапами, викладеними в розділі 2. Навантаження було короткочасним, кожен крок навантаження проводився з проміжком за часом 40 хвилин. Прогиноміри були розставлені за схемою, наведеною на рисунку 3.5.

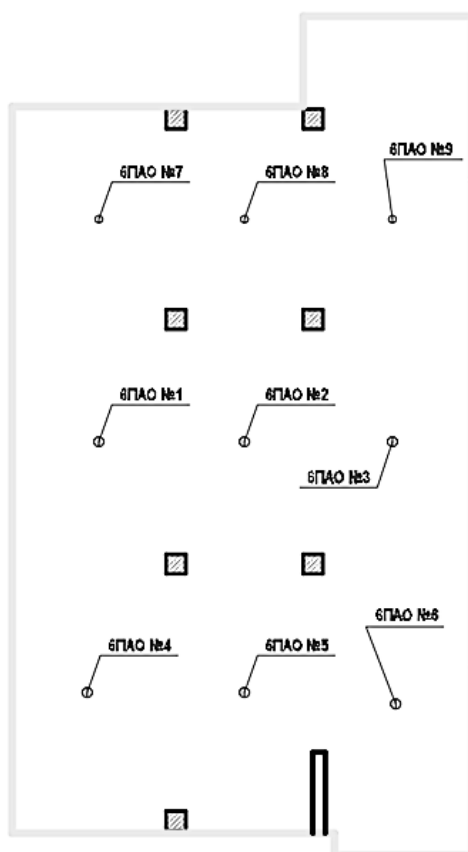


Рисунок 3.5 – Розстановка прогиномірів



Рисунок 3.6 – Тріщини знизу плити до початку випробування

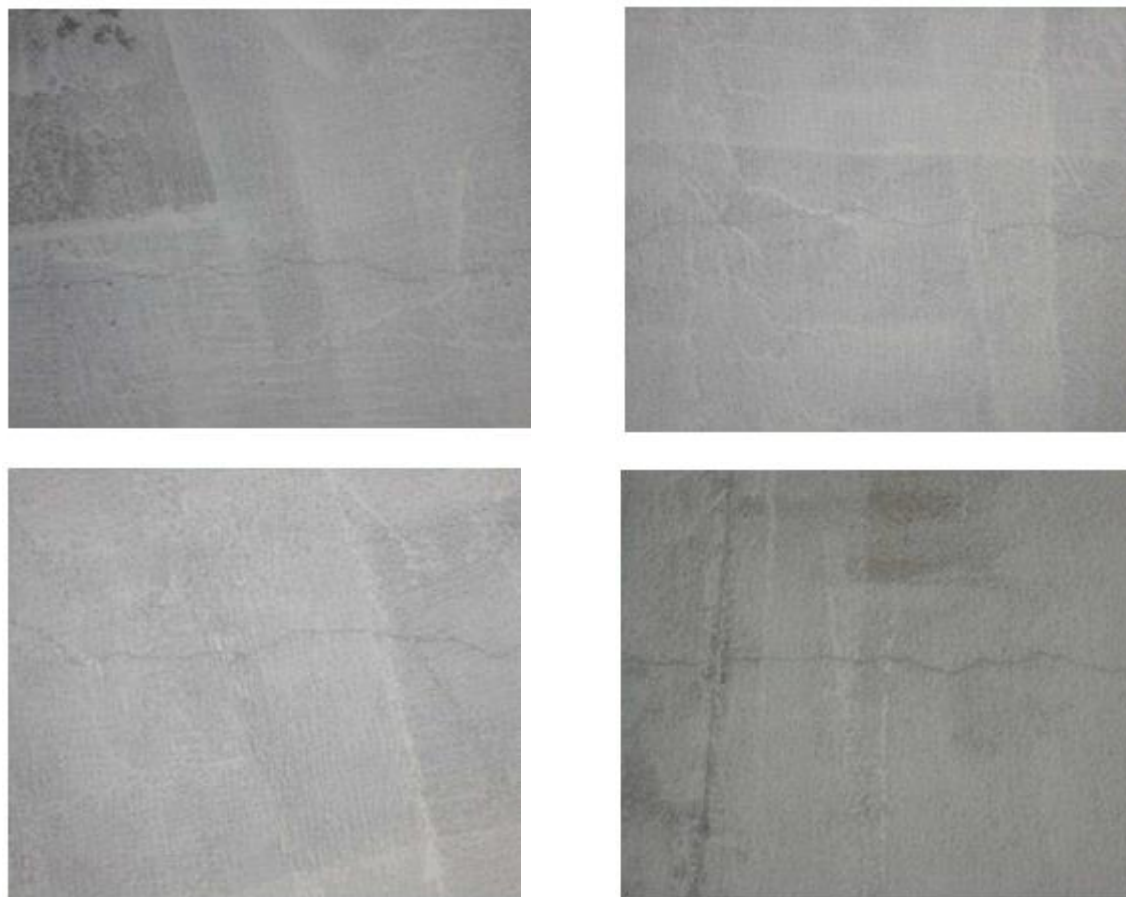


Рисунок 3.7 – Тріщини знизу плити на останньому етапі навантаження
740 кг/м²

3.2 Результати експериментальних досліджень

Під час випробування нових тріщин на плиті не утворювалося, було помічено розкриття наявних тріщин, воно становило від 0,3 мм (на початковому етапі) до 0,7 мм (на останньому етапі навантаження).

Результати, отримані під час випробування, наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Показання прогиномірів

Номер етапу	Навантаження, кг/м ²	Номер прогиноміра БПАО								
		№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
1	32	0	0,1	0,06	0,08	0,07	0,02	0,03	0,07	0,08
2	64	0,16	0,19	0,13	0,19	0,17	0,03	0,1	0,16	0,14
3	96	0,17	0,24	0,17	0,25	0,21	0,06	0,14	0,21	0,19
4	128	0,15	0,32	0,21	0,3	0,25	0,11	0,16	0,24	0,22

Продовження таблиці 3.2

5	160	0,11	0,37	0,25	0,35	0,31	0,21	0,18	0,27	0,25
6	192	0,11	0,4	0,26	0,37	0,33	0,21	0,2	0,28	0,25
7	256	0,11	0,58	0,42	0,62	0,56	0,3	0,32	0,34	0,27
8	288	0,15	0,66	0,47	0,67	0,57	0,34	0,33	0,4	0,34
9	320	0,17	0,7	0,51	0,68	0,58	0,34	0,36	0,43	0,35
10	352	0,18	0,76	0,55	0,7	0,62	0,34	0,38	0,46	0,36
11	384	0,19	0,79	0,56	0,72	0,63	0,35	0,38	0,49	0,37
12	416	0,2	0,87	0,6	0,78	0,69	0,38	0,43	0,54	0,42
13	448	0,2	0,92	0,63	0,78	0,7	0,39	0,44	0,57	0,43
14	480	0,21	0,99	0,96	0,81	0,75	0,39	0,47	0,63	0,47
15	512	0,21	1,03	1,01	0,83	0,79	0,42	0,49	0,65	0,47
16	544	0,23	1,14	1,01	0,9	0,88	0,47	0,64	0,75	0,52
17	576	0,24	1,27	1,09	0,95	0,89	0,51	0,77	0,88	0,61
18	608	0,25	1,36	1,17	0,97	0,93	0,55	0,87	0,94	0,67
19	640	0,24	1,57	1,31	1,15	1,09	0,71	1,01	1,16	0,86
20	672	0,25	1,67	1,34	1,17	1,16	0,71	1,01	1,18	0,84
21	704	0,25	1,81	1,37	1,23	1,22	0,73	1,03	1,24	0,86
22	736	0,25	1,83	1,41	1,27	1,28	0,76	1,16	1,31	0,89

Зіставлення результатів чисельних та експериментальних відображено в таких графіках:

Порівняння прорахунків із першим розрахунком (модуль пружності $E=32500$ МПа).

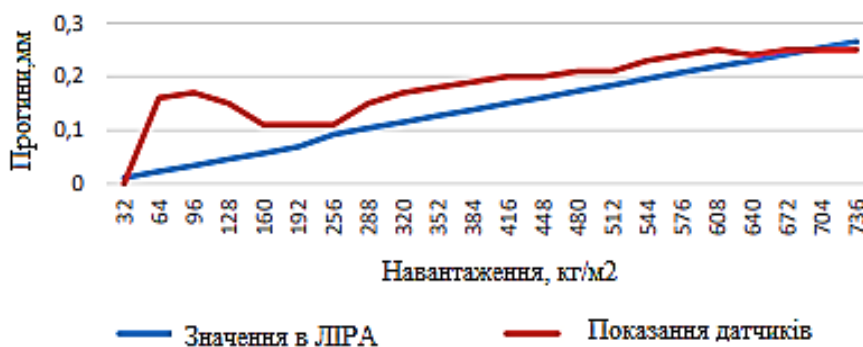


Рисунок 3.8 – Порівняння результатів у точці 1

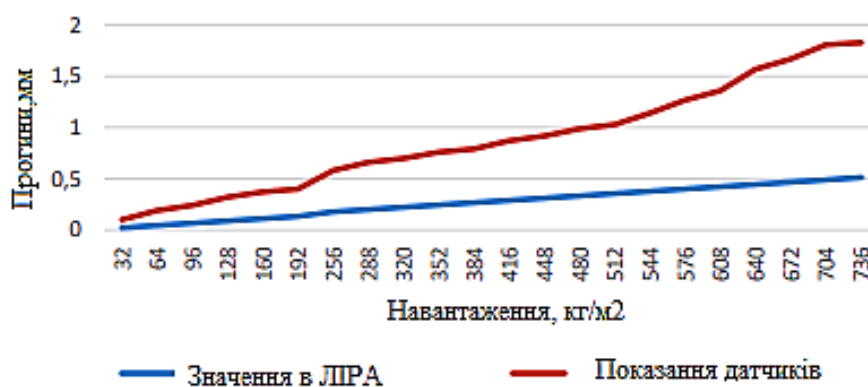


Рисунок 3.9 – Порівняння результатів у точці 2

Відповідно до показів датчиків, спостерігається криволінійних характер деформації прогинів та значне відхилення від скінченно-елементного розрахунку.

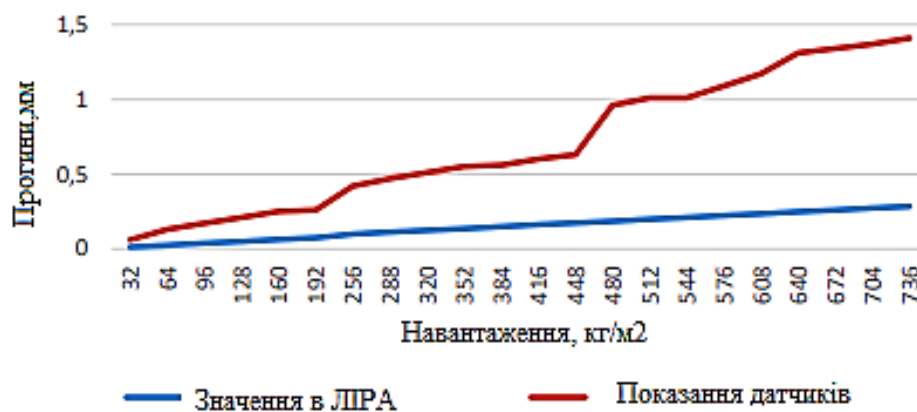


Рисунок 3.10 – Порівняння результатів у точці 3

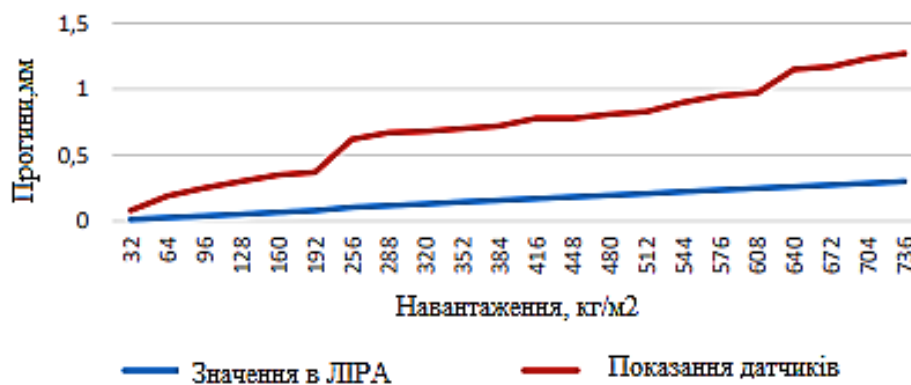


Рисунок 3.11 – Порівняння результатів у точці 4

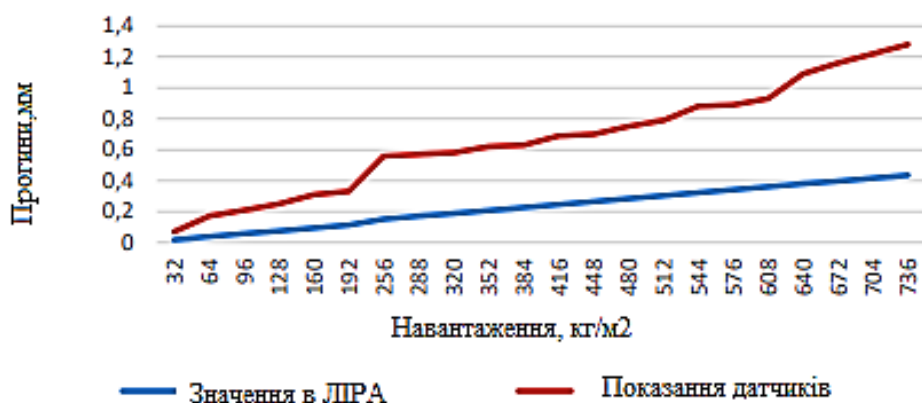


Рисунок 3.12 – Порівняння результатів у точці 5

Аналогічно до попереднього випадку, дані датчики відображають криволінійний характер деформації та значне відхилення від розрахунків, що здійсненні на основі скінченно-елементного методу.

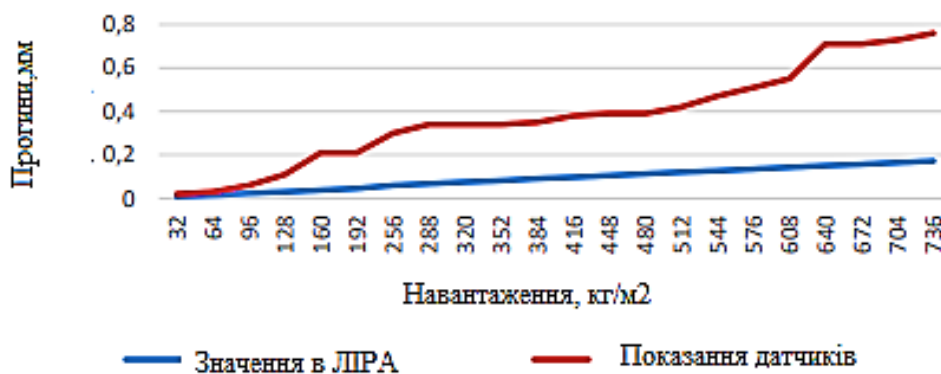


Рисунок 3.13 – Порівняння результатів у точці 6

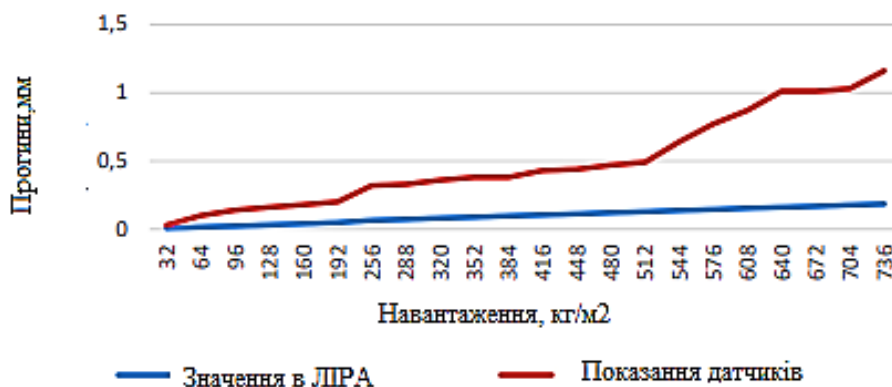


Рисунок 3.14 – Порівняння результатів у точці 7

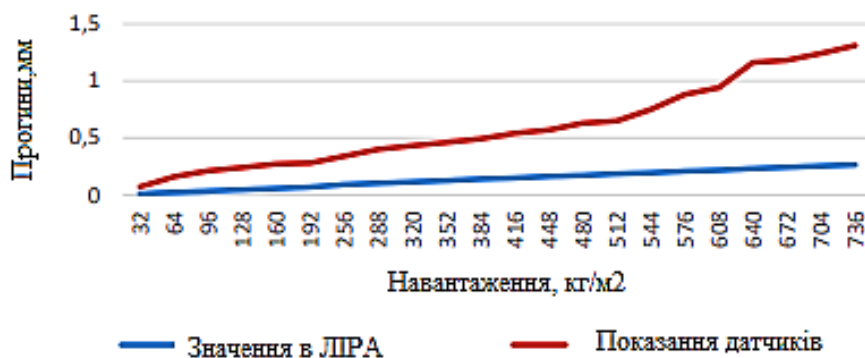


Рисунок 3.15 – Порівняння результатів у точці 8

Подібно до попереднього випадку, дані датчиків вказують на криволінійний характер деформації та значні відхилення від розрахунків, проведених на основі скінченно-елементного методу.

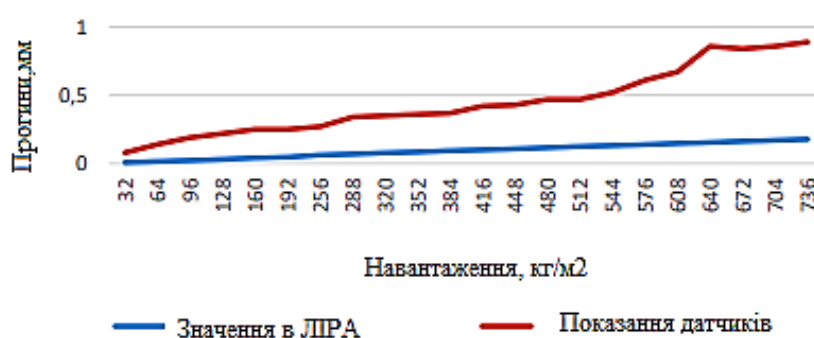


Рисунок 3.16 – Порівняння результатів у точці 9

Порівняння прогинів із другим етапом розрахунків (модуль пружності $E=8542,12$ МПа).

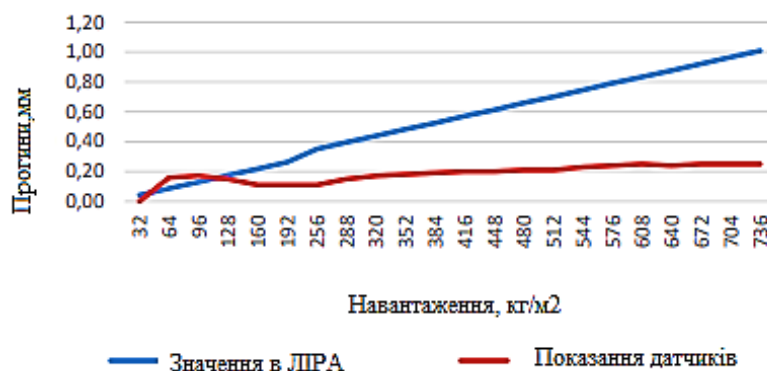


Рисунок 3.17 – Порівняння результатів у точці 1

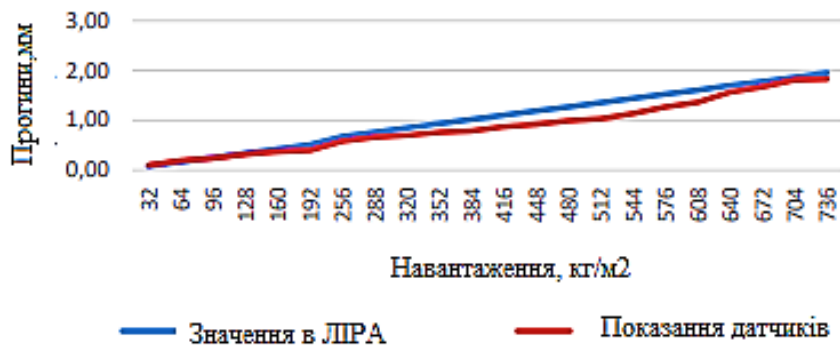


Рисунок 3.18 – Порівняння результатів у точці 2

На відміну від попередніх випадків, дані датчиків (рис 3.18) вказують на прямолінійний характер деформації та кращу збіжність результатів розрахунків, проведених на основі скінченно–елементного методу.

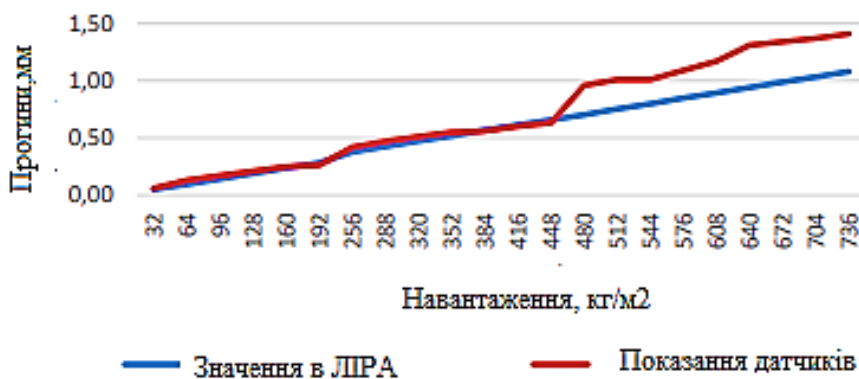


Рисунок 3.19 – Порівняння результатів у точці 3

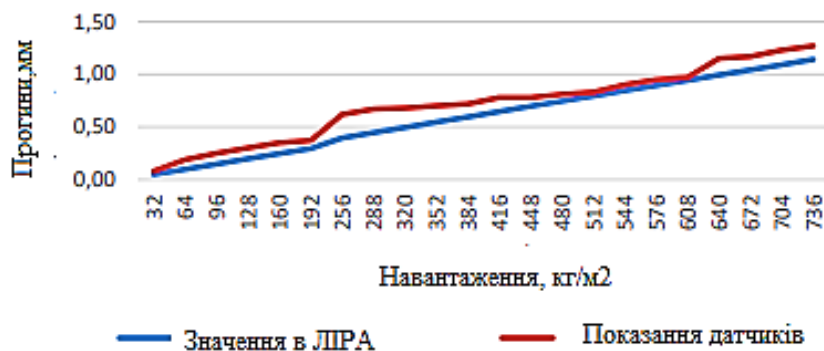


Рисунок 3.20 – Порівняння результатів у точці 4

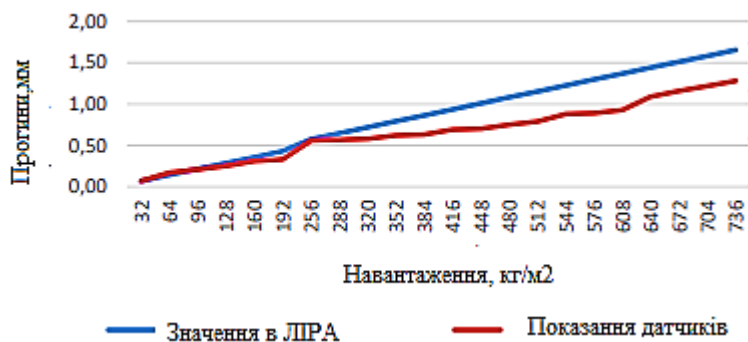


Рисунок 3.21 – Порівняння результатів у точці 5

Відмінності від попередніх випадків полягають у тому, що дані датчиків вказують на криволінійний характер деформації прогинів та більш точну збіжність результатів розрахунків, здійснених на основі скінченно-елементного методу.

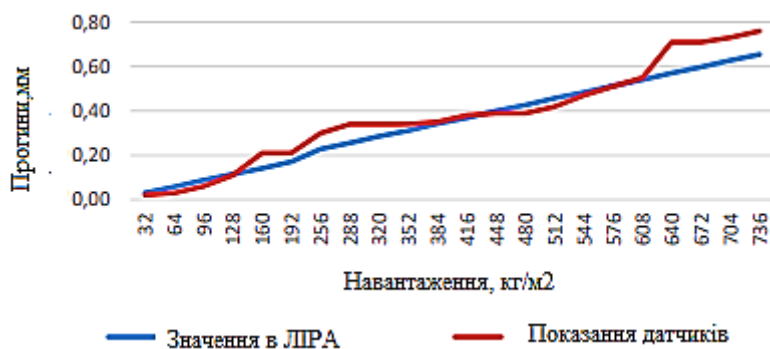


Рисунок 3.22 – Порівняння результатів у точці 6

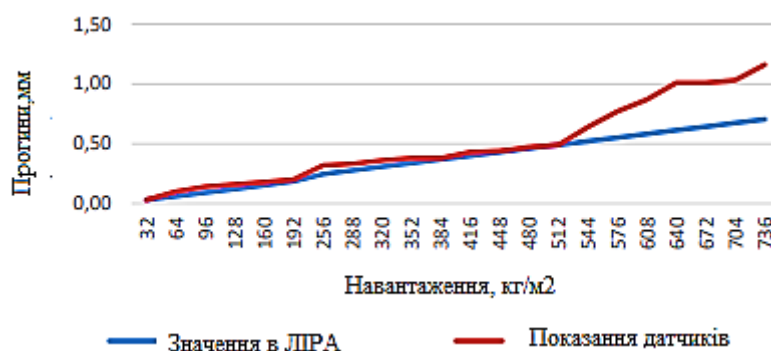


Рисунок 3.23 – Порівняння результатів у точці 7

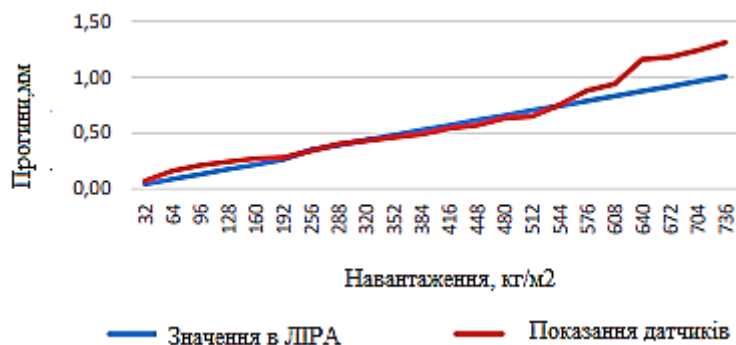


Рисунок 3.24 – Порівняння результатів у точці 8

Дані датчиків свідчать про криволінійний характер деформації прогинів та хорошу точність збіжності результатів розрахунків, які були проведені за допомогою скінченно-елементного методу з використанням ПК «ЛІРА».

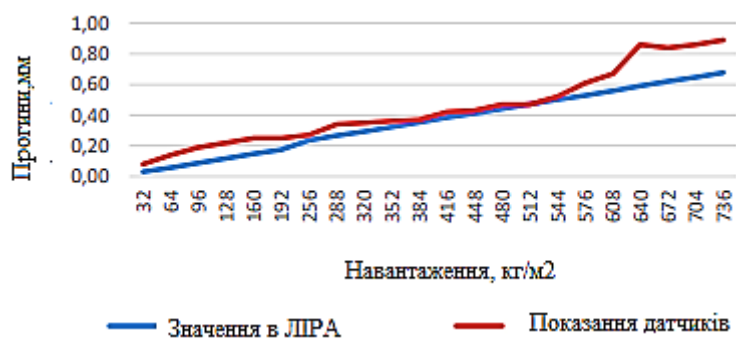


Рисунок 3.25 – Порівняння результатів у точці 9

3.3 Висновок до розділу

Експериментальні результати засвідчили, що в плиті перекриття в разі порушення вимог зимового бетонування жорсткість перерізу значно знизилася у зв'язку зі зміною міцності бетону за товщиною, виникли тріщини під час застигання бетону, що значно зменшило жорсткість плити перекриття. Результати відхилень розрахунку від експерименту зведено в графіки, наведені на рисунках 3.26 і 3.27.

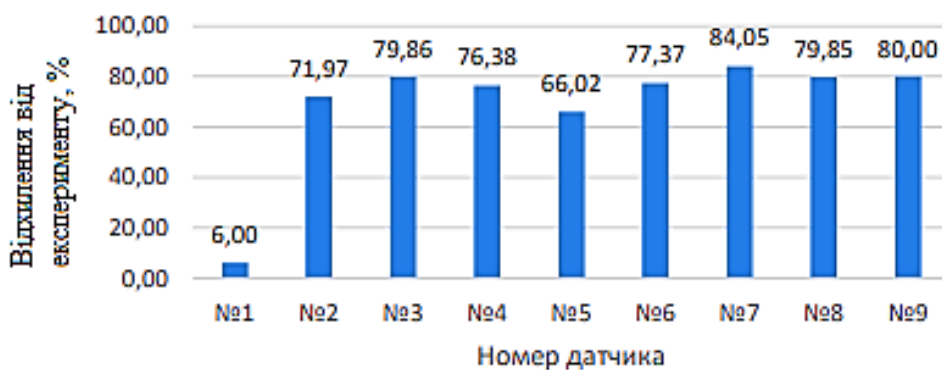


Рисунок 3.26 – Відхилення від першого розрахунку ($E=32500$ МПа)

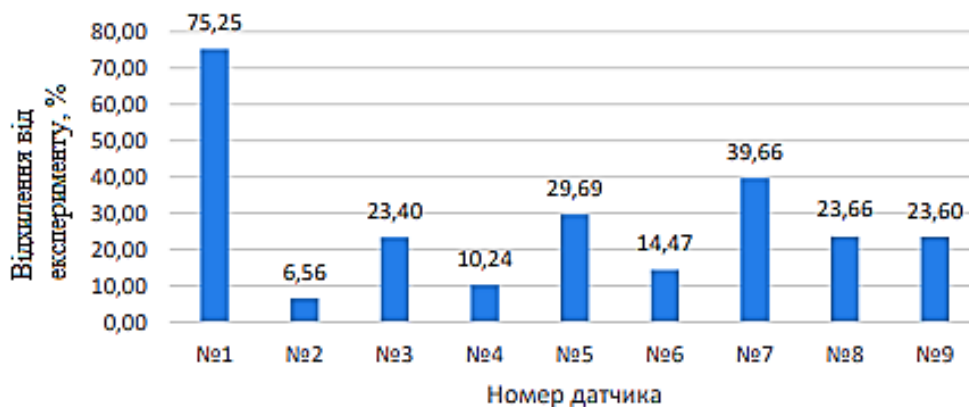


Рисунок 3.27 – Відхилення від другого розрахунку ($E=8542,12$ МПа)

Найбільшу збіжність за прогинами дав другий розрахунок з урахуванням дефектів монолітної плити перекриття. Плита потребує посилення і не може експлуатуватися у зв'язку з порушеннями вимог нормативних документів.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОНОЛІТНИХ БЕЗБАЛКОВИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ З РІЗНОЮ МІЦНІСТЮ БЕТОНУ ЗА ТОВЩИНОЮ

4.1 Способи підсилення плити

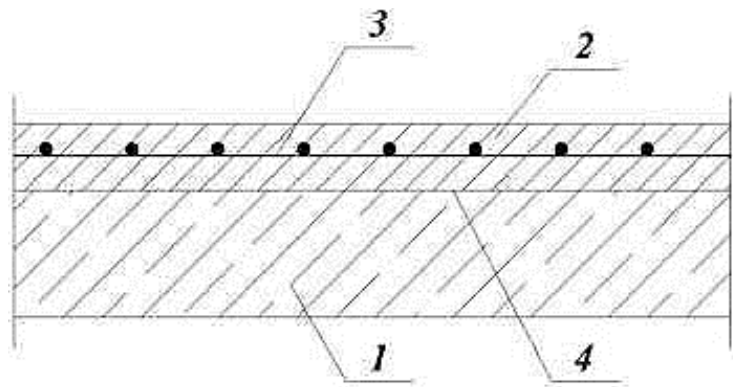
У результаті дослідження було отримано результати, які підтверджують порушення нормальної роботи плити перекриття. У зв'язку з цим було вирішено навести рекомендації щодо посилення таких плит.

Для правильного прийняття способу підсилення потрібно знати міцність бетону в усіх шарах плити перекриття, необхідно скласти розрахункову модель, щоб визначити зусилля, що діють у плиті, виходячи з цих зусиль, необхідно зрозуміти, на яких ділянках стиснута зона зверху, а на яких знизу. Також необхідно визначити зони дії поперечних сил, оскільки в цих зонах діятимуть дотичні напруження в зоні з'єднання плити з підсиленням, якщо не забезпечити це з'єднання, то відбудеться "прослизання" і конструкція працюватиме ще гірше.

Після збору даних про монолітну залізобетонну плиту з різною міцністю бетону за товщиною можна розглянути такі варіанти посилення:

1. Влаштування накладної плити зверху монолітної плити перекриття (зона зчеплення забезпечена склеюванням)

Цей спосіб застосовується, якщо ослаблення бетону відбулося в стислій зоні бетону зверху. За такого посилення необхідно зачистити верхню поверхню плити і нанести епоксидний клей (що забезпечує зчеплення). Необхідно провести розрахунок зони зчеплення з урахуванням сил тертя (бувають випадки, де сили тертя достатньо, щоб забезпечити зчеплення).

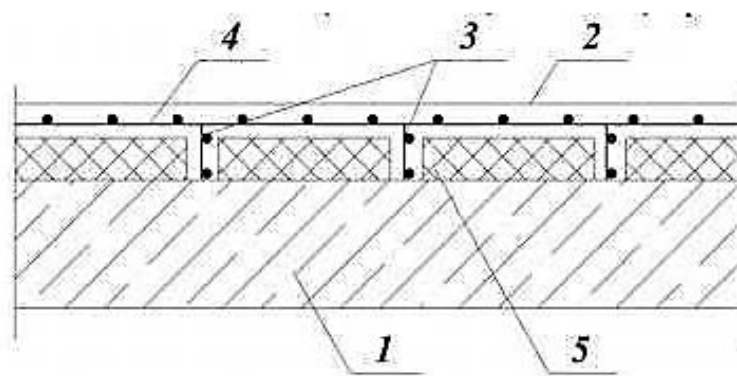


1 - монолітна плита перекриття; 2 - накладна плита підсилення; 3 - арматурна сітка;
4 - зона зчеплення.

Рисунок 4.1 – Влаштування накладної плити зверху монолітної плити перекриття:

2. Влаштування накладної плити у вигляді кесонної плити

Цей спосіб також застосовується, якщо ослаблений бетон розташований у стислій зоні зверху. Перевага цього методу над попереднім у тому, що за рахунок збільшення плеча внутрішньої пари сил можна підвищити несучу здатність плити набагато більше за менших витрат на матеріал. Недолік цього методу полягає в тому, що жорсткість плити підвищується набагато менше, ніж у попередньому методі. Цей метод застосовується, якщо потрібно підвищити несучу здатність за першою групою граничних станів.

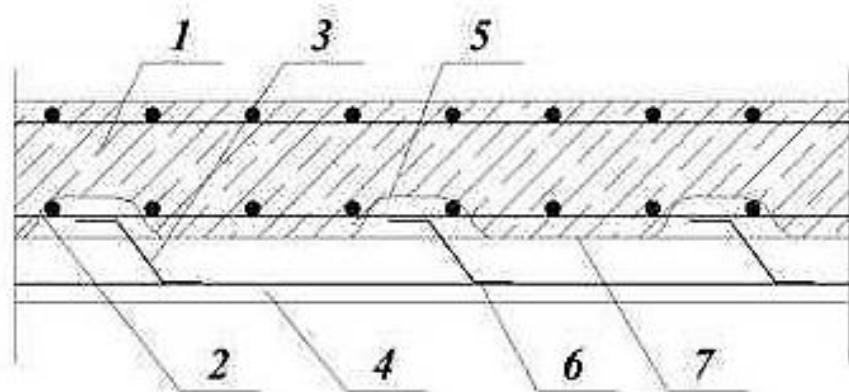


1 – монолітна плита перекриття; 2 – кесонна накладна плита; 3 – арматурні каркаси; 4 – арматурна сітка; 5 – порожниноутворювач.

Рисунок 4.2 – Влаштування накладної плити у вигляді кесонної плити

3. Влаштування накладної плити знизу

Цей спосіб застосовується, якщо ослаблений бетон розташований у стислій зоні плити знизу. Зона стикування застосовується за допомогою анкерів, що забезпечують зону зчеплення, такий спосіб стикування застосовується для всіх різновидів посилення, якщо інші способи не забезпечують зчеплення накладної плити з монолітною плитою перекриття.



1 - монолітна плита перекриття; 2 - робоча арматура посилення; 3 - арматурні відгини; 4 - накладна плита; 5 - вирубаний захисний шар бетону; 6 - зварювання; 7 - зона зчеплення.

Рис. 4.3 – Влаштування накладної плити знизу

Алгоритм дій при оцінці і підсиленню монолітних залізобетонних плит перекриття з різним класом бетону по товщині:

- провести огляд перекриття на наявність тріщин;
- вирізати керн за товщиною перекриття;
- провести випробування з визначення міцності бетону керна, розділити на шари з різною міцністю бетону;
- створити розрахункову модель в скінченно-елементному програмному комплексі з пластинчастих елементів.

Порядок обчислення наведених характеристик перерізу на 1 метр погонний плити перекриття:

1. Розбивка перерізу на шари з різною міцністю бетону.

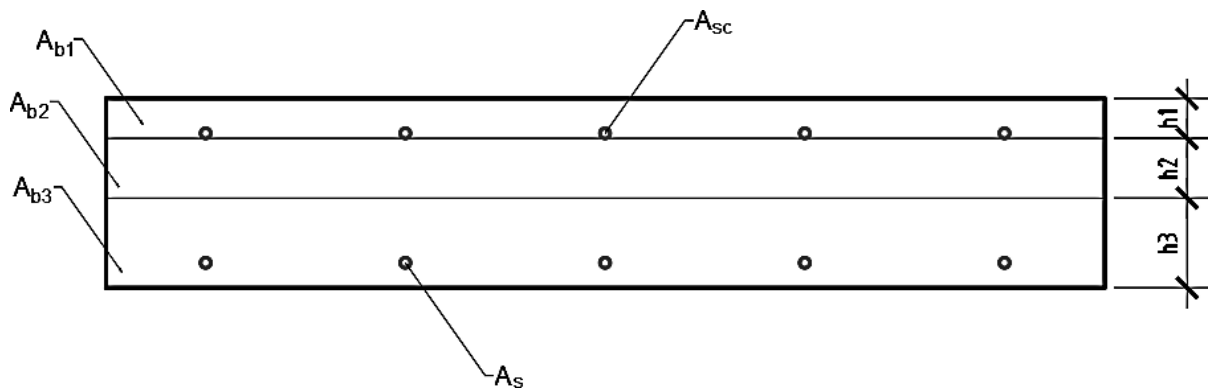


Рисунок. 4.4 – Розбивка поперечного перерізу плити на шари

2. Необхідно прийняти основний шар (можна приймати будь-який шар), до якого будуть приводитися інші шари й армування.

3. Обчислення приведених площ, площа основного шару залишається незмінною.

Обчислення відстаней від центру ваги шару або арматури до осі S-S. Вісь S-S рекомендується приймати знизу перерізу (можливо приймати вісь у довільному місці). Наведені формули застосовні виключно до розглянутого випадку для розуміння алгоритму.

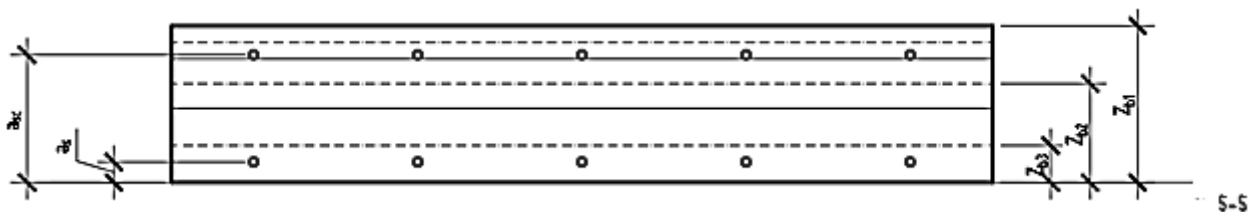


Рисунок. 4.5 – Відстані від центрів ваги елементів перерізу до осі S-S

4. Обчислення загального приведеного перерізу.

5. Обчислення центру ваги загального наведеного. Формулу наведено для конкретного випадку, за основний шар прийнято шар №1.

6. Обчислюємо приведений момент інерції перерізу - приведений момент інерції перерізу.

7. Обчислюємо жорсткість перерізу

Задаємо в програмний комплекс модуль пружності для пластинчастих

елементів.

Приведений модуль пружності для пластинчастого елемента, момент інерції пластинчастого елемента, який обчислюється програмним комплексом.

Задаємо навантаження, яке діятиме на плиту перекриття. Обчислюємо зусилля і переміщення в пластинчастих елементах.

Обчислюємо напруження і відносні деформації, що діють від порахованих зусиль у кожному шарі.

Несучу здатність імовірно визначаємо за відповідним шаром у стислій зоні перерізу, це припущення потребує подальшого дослідження і в цій роботі не розглядається.

Проводимо аналіз отриманих результатів і ухвалюємо рішення про необхідність посилення.

Розрахунок посилення слід проводити за методикою, викладеною вище, з додаванням нового шару накладної плити.

Під час посилення необхідно провести перевірку зони стикування накладної плити з плитою, що потребує посилення.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Охорона праці

5.1.1. Організація охорони праці працівників на підприємстві

З метою забезпечення сприятливих для здоров'я умов праці, високого рівня працездатності, профілактики травматизму і професійних захворювань, отруєнь та відвернення іншої можливої шкоди для здоров'я на підприємствах, в установах і організаціях різних форм власності повинні встановлюватися єдині санітарно-гігієнічні вимоги до організації виробничих процесів, пов'язаних з діяльністю людей, а також до якості машин, обладнання, будівель та інших об'єктів, які можуть мати шкідливий вплив на здоров'я. Всі державні стандарти, технічні умови і промислові зразки обов'язково погоджуються з органами охорони здоров'я в порядку, встановленому законодавством. Власники і керівники підприємств, установ та організацій зобов'язані забезпечити в їхній діяльності виконання правил техніки безпеки, виробничої санітарії та інших вимог щодо охорони здоров'я, передбачених законодавством, не допускати шкідливого впливу на здоров'я людей (ст. 28 Основ законодавства України про охорону здоров'я).

Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі й на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих чинним законодавством.

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною здоров'я, для чого створює на підприємстві підрозділи, які традиційно іменуються службою охорони праці. Типове положення про службу охорони праці затверджене наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 15 листопада 2004 р. № 255. Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб. На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати у порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби

охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають виробничий стаж роботи не менше трьох років і пройшли навчання з охорони праці. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.[80]

На службу охорони праці покладено виконання таких завдань. У разі відсутності впровадженої системи якості відповідно до ISO 9001, опрацювання ефективної системи управління охороною праці на підприємстві та сприяння удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожного працівника; забезпечення фахової підтримки рішень роботодавця з цих питань; організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працівників; вивчення та сприяння впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивних і безпечних технологій, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працівників; контроль за дотриманням працівниками вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, положень (у разі наявності) галузевої угоди, розділу "Охорона праці", колективного договору та актів з охорони праці, що діють у межах підприємства; інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

5.1.2 Охорона праці при монтажних роботах

На будівельному майданчику повинна бути позначена знаками технологічна зона монтажу, тобто робоча зона, зони складування, попереднього складання і транспортування елементів з землі до місця установки. Особлива увага повинна бути приділена зоні підвищеної небезпеки - роботі декількох монтажних механізмів на прилеглих монтажних ділянках, на одному або різних рівнях роботи по вертикалі.

До монтажу та виробництва допоміжних робіт з розвантаження, складання і строповці збірних елементів робочих допускають тільки після вступного інструктажу.

До виробництва верхолазних робіт допускають монтажників не нижче 4-го розряду, старше 18 років і зі стажем роботи не менше двох років. Для отримання допуску необхідно пройти курс навчання з техніки безпеки і здати необхідні випробування. Знання перевіряють не рідше одного разу на рік, медичний огляд проводять не рідше двох разів на рік.

Вантажозахоплювальні пристрої, стропи й інший інвентар повинні бути забезпечені бирками із зазначенням вантажопідйомності. Їх випробовують на подвійне навантаження не менше двох разів на рік, за результатами огляду видають спеціальні паспорти.

При роботі на висоті монтажники обов'язково надягають монтажні пояси і за допомогою ланцюга з кріпильним пристроєм зачіпають себе до петель змонтованих конструкцій або до натягнутих і закріплених тросів.

Робочий інструмент повинен бути в ящиках або сумках, щоб уникнути падінь. При підйомі елементів для запобігання їх розгойдування або крутіння вони обов'язково беруться на розтяжки. Підняті елементи забороняється залишати у висячому положенні при перервах в роботі. Підйом будь-яких вантажів дозволяють тільки при вертикальному положенні поліспасти монтажного крана, тобто без підтяжки елемента, що піднімається. Вантаж, що піднімається, повинен бути менше або відповідати вантажопідйомності монтажного крана на даному вильоті стріли; відповідна таблиця залежності вильоту і вантажопідйомності повинна бути вивішена біля робочого місця машиніста.

На будівельному майданчику влаштовують проходи і проїзди, на видних місцях закріплюють покажчики небезпечних і заборонених зон. У нічний час будмайданчик обов'язково висвітлюють.

Монтаж баштовими кранами забороняється при швидкості вітру $10 \div 12$ м/с, кран на рейках закріплюють протиугінний; при більшій швидкості вітру кран беруть на розтяжки.

Вантажозахоплювальні пристрої після кожного ремонту повинні підлягати випробуванню на навантаження, що перевищує в 1,25 рази їх нормальну вантажопідйомність з тривалістю витримки 10 хв.

Результати оглядів вантажозахоплювальних пристроїв заносять в журнал обліку. Огляди виконуються: для траверс через кожні 6 місяців; для строп і тари - через кожні 10 діб; для інших захоплень - через місяць.

Не допускається виконання монтажних і післямонтажних робіт на одній захватці, але на різних горизонтах. В окремих випадках робиться виняток, але при цьому розрив у рівнях не повинен бути меншим ніж три перекриття.

Кордон небезпечної зони визначають відстанню по горизонталі від можливого місця падіння вантажу при його переміщенні краном. Ця відстань при максимальній висоті підйому вантажу до 20 м повинна бути не менше 7 м, при висоті до 100 м - не менше 10 м, при більшій висоті розмір його встановлюють в проекті виконання робіт.

Змонтовані міжповерхові перекриття і покриття повинні бути огорожені до початку наступних робіт.

Особливі запобіжні заходи слід приймати при зміні погодних умов. Не допускається виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, грозі і тумані.

Роботи по переміщенні та встановленні великорозмірних панелей стін і подібних до них конструкцій з великою парусністю, слід припиняти при швидкості вітру 10 м/с і більше.

Велика увага при монтажі повинна бути приділена безпечним прийомам зварювальних робіт, що виключає ураження струмом і виникнення пожежної небезпеки.

Забороняється вести зварювальні роботи під дощем, під час грози, сильного снігопаду і швидкості вітру більше 5 м/с.

5.1.3 Охорона праці при влаштуванні монолітних залізобетонних конструкцій

Опалубні роботи.

При установці опалубки в декілька ярусів кожен подальший ярус встановлюється тільки після закріплення нижнього.

Щодня перед початком укладання бетону необхідно перевіряти стан опалубки і риштування, в разі виявлення несправностей їх слід негайно усунути.

Розбирати опалубку після досягнення бетоном заданої міцності можна з дозволу виконавця робіт. Отвори в перекриттях або покриттях, що залишаються після зняття опалубки, слід захищати.

Арматурні роботи

Заготовлювати і обробляти арматуру необхідно в спеціально призначених для цього і відповідно обладнаних для цього майстернях або цехах.

По змонтованій арматурі ходити не можна. До переходів, які роблять шириною $0,4 \div 0,8$ м на козелках, що спираються на опалубку, необхідно встановлювати покажчики.

Бетонні роботи.

Монтаж, демонтаж і ремонт бетоноводів, а також видалення з них пробок бетону допускається тільки після зниження тиску до атмосферного.

При ущільненні суміші електровібраторами переміщати їх за струмопровідні шланги не допускається, а при перервах в роботі і переходах з одного місця на інше вібратори слід вимикати. В процесі вібрування бетонної суміші через кожні $30 \div 35$ хвилин вібратор вимикають на $5 \div 7$ хвилин для охолодження. Корпуси вібраторів необхідно заземлити, працювати з ними дозволяється тільки в гумових рукавичках і чоботах. Мити водою не рекомендується. Зона електропрогрівання бетону повинна бути огорожена, в нічний час освітлена, мати світлову сигналізацію, що включається при подачі напруги в мережу обігріву, і знаки безпеки.

Перебування людей і виконання ними будь-яких робіт в цій зоні без відповідних засобів захисту не допускається. Робітники, зайняті на електропрогріві

бетону, повинні бути забезпечені гумовими чобітьми і діелектричними калошами, а електромонтери ще і гумовими рукавичками. Підключення нагрівальних проводів, заміри температури бетону технічними термометрами проводиться при відключеній напрузі

5.1.4 Висновки до підрозділу

Дотримання вимог, перелічених у даному розділі, забезпечить безпечні умови праці, позбавить травматизму, профзахворювань та виникнення небезпечних факторів, аварій. Покращатимуться умови праці та виробниче середовище.

У разі порушення норм і правил охорони праці, невиконання колективного договору, наказів роботодавця або розпоряджень органів нагляду за станом охорони праці, внаслідок чого трапилися нещасні випадки, виникли професійні захворювання або інші важкі наслідки настає кримінальна відповідальність.

При виконанні будівельних робіт порушення нормативних і правових актів, а також правил експлуатації будівельних механізмів, якщо це завдало шкоди здоров'ю людей або могло спричинити людські жертви та інші тяжкі наслідки карається позбавленням волі на строк до одного року або виправними роботами на той самий термін, або грошовим стягненням до 20 мінімальних неоподаткованих розмірів заробітної плати.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Оцінка стійкості об'єкту до впливу ударної хвилі ядерного (техногенного) вибуху і заходи щодо підвищення стійкості

Шляхи та методи підвищення стійкості функціонування об'єкту в умовах надзвичайної ситуації в мирний та воєнний час, доволі різноманітні і визначаються конкретними специфічними особливостями кожного окремого підприємства.

Вибір найбільш ефективних (в тому числі і з економічної точки зору) шляхів і способів підвищення стійкості функціонування об'єкту, можливий тільки на основі всебічної ретельної оцінки кожного підприємства, як об'єкту громадянської оборони.

За критерій стійкості об'єктів до впливу ударної хвилі ,беруть максимальне значення надлишкового тиску, при якому будинки, споруди й устаткування зберігаються, або одержують слабкі руйнування (ушкодження). При оцінці стійкості визначають наступне:

- максимальний можливий надлишковий тиск ударної хвилі $\Delta P_{\Phi \max}$ очікуване на об'єкті;
- виділяють основні елементи на об'єкті, від яких залежить його працездатність;
- визначають надлишковий тиск, при яких будинки, споруди, устаткування одержують слабкі, середні, сильні і повні руйнування;
- визначають межі стійкості кожного виділеного елемента до ударної хвилі щодо надлишковому тиску $\Delta P_{\Phi \lim}$, при якому елементи одержують слабкі руйнування;
- визначають межі стійкості об'єкту в цілому до ударної хвилі по мінімальній межі стійкості його складових елементів.

Все це буде залежати від виду і потужності вибуху, відстані до об'єкта, конструкції й розмірів елементів об'єкта, орієнтації відносно вибуху, розміщення будівель і споруд, рельєфу місцевості, характеру аварії, сили землетрусу чи бурі.

Врахувати їх разом для кожного об'єкта неможливо. Тому опір конструкцій

дії вибухової хвилі прийнято характеризувати надмірним тиском у фронті ударної хвилі який призводить до слабких, середніх і сильних руйнувань.

Послідовність проведення оцінювання:

- визначення максимального надмірного тиску ударної хвилі, сейсмічної хвилі чи сили бурі, яка очікується на об'єкті;
- виділення основних елементів на об'єкті (тваринницькі ферми, склади, майстерні, комбикормовий цех, цехи переробки та ін.), від яких залежатиме функціонування об'єкта і виробництво продукції;
- оцінка стійкості кожного елемента об'єкта;
- порівняння розрахованої межі стійкості об'єкта з очікуваним максимальним надмірним тиском ударної хвилі сейсмічної хвилі чи сили бурі.
- визначення ступеня можливих руйнувань за таблицею результатів оцінки для елементів об'єкта при можливому і максимальному значенні надмірного тиску, тиску сейсмічної хвилі чи сили бурі і можливі при цьому втрати (відсотки).

На основі результатів оцінки стійкості об'єкта роблять висновки і пропозиції по кожному елементу і об'єкту в цілому: межа стійкості об'єкта, найбільш вразливі його елементи, характер і ступінь руйнувань при максимальному надмірному тиску, сильному землетрусі і урагані, можливі збитки; межа доцільного підвищення стійкості найбільш вразливих елементів об'єкта і пропозиції (заходи) для підвищення межі стійкості об'єкта.

Такими заходами можуть бути:

- укріплення несучих конструкцій та перекрить будівель установкою додаткових колон, ферм, контрфорсів або підкосів;
- розміщення обладнання на нижніх поверхах будівель або в підвалах, надійне закріплення на фундаменті.

5.2.2 Розробка заходів щодо підвищення стійкості будівельного об'єкту

Оцінювання стійкості роботи об'єкту – це всебічне вивчення будівельного

об'єкту з погляду здатності його протистояти впливу вражаючих факторів ядерного вибуху, відновлення виробництва при одержанні середніх і слабких руйнувань.

Мета дослідження складається в тому, щоб виявити уразливі місця в роботі будівельного об'єкту у воєнний час і виробити найбільш ефективні пропозиції і рекомендації, спрямовані на підвищення його стійкості. Надалі ці рекомендації включаються в план заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкту, що і реалізується.

Дослідження стійкості будівельного об'єкту проводиться силами інженерно-технічного персоналу із залученням фахівців науково-дослідних і проектних організацій, пов'язаних із даним підприємством. Організатором і керівником дослідження є керівник підприємства – начальник ЦО об'єкту.

Весь процес планування і проведення дослідження можна розділити на три етапи: перший – підготовчий, другий – оцінка стійкості роботи об'єкту в умовах воєнного часу, третій – розробка заходів, що підвищують стійкість роботи об'єкту.

На першому етапі розробляються керівні документи, визначається склад учасників дослідження й організується їхня підготовка.

Основними документами для організації дослідження стійкості роботи об'єкту є: наказ керівника підприємства; календарний план основних заходів щодо підготовки до проведення дослідження; план проведення дослідження.

Наказ директора підприємства (керівника дослідження) розробляється на підставі вказівок старшого начальника з урахуванням особливостей і конкретних умов, пов'язаних із виробничою діяльністю об'єкту. У наказі вказуються: мета і задачі майбутнього дослідження, час проведення робіт, склад учасників і задачі дослідницьких груп, терміни готовності звітної документації.

Календарний план підготовки до проведення дослідження визначає основні заходи і терміни їхнього проведення, відповідальних виконавців, сили і засоби, які беруть участь у поставлених задачах.

План проведення дослідження стійкості роботи об'єкту є основним документом, що визначає зміст роботи керівника дослідження і дослідницьких груп головних фахівців. У плані вказуються: тема, мета і тривалість дослідження, склад

слідчих груп і зміст їхньої роботи, порядок дослідження. Тривалість дослідження встановлюється в залежності від обсягу робіт і підготовленості учасників, залучених до виконання задач, і може складати два – три місяці.

Залежно від складу основних виробничо-технічних служб на об'єкті можуть створюватися такі дослідницькі групи:

- начальника відділу капітального будівництва;
- головного енергетика;
- головного технолога;
- головного механіка;
- відділу матеріально-технічного постачання та ін.

Крім того, створюється група штабу ЦО об'єкту, в яку входять начальники служб оповіщення і зв'язку, протирадіаційного і протихімічного захисту сховищ і ПРУ, медична, охорони суспільного порядку, матеріально-технічного постачання.

Для узагальнення отриманих результатів і подання загальних пропозицій створюється група керівника дослідження на чолі з головним інженером чи начальником виробничого відділу. Чисельність дослідницьких груп залежить від обсягу розв'язуваних задач, специфіки виробництва і може складати 5 – 10 чоловік. Притягнуті до досліджень представники зовнішніх організацій беруть участь у роботі відповідних груп.

Підвищення стійкості об'єкта досягається посиленням найбільш слабких (вражаючих) елементів і ділянок об'єкту. Для цього на кожному ОНГ завчасно на основі досліджень планують і проводять відповідні організаційні й інженерно-технічні заходи. Досягнення науки і техніки дозволяють реалізувати такі рішення, при яких підприємство буде стійке до впливу дуже значних надлишкових тисків, однак це пов'язано з великими витратами засобів і матеріалів і може бути виправдано лише при захисті унікальних, особливо важливих елементів об'єкту. Заходи будуть економічно обґрунтовані, якщо вони максимально узгоджені із завданнями, які розв'язуються в мирний час для забезпечення безаварійної роботи, поліпшення умов праці, удосконалювання виробничого процесу. Особливо велике значення має розробка інженерно-технічних заходів при новому будівництві, бо у

процесі проектування, як відзначалося раніше, у багатьох випадках можна домогтися логічного поєднання загальних інженерних рішень із захисними заходами ЦО, що знизить витрати на їх реалізацію.

5.2.3. Висновки до підрозділу

Будівельна галузь як структурна ланка сучасної економіки України характеризується комплексом чинників, які зумовлюють колективну і індивідуальну безпеку людей як на етапі спорудження об'єктів будівництва, так і на етапі їх експлуатації. Визначальним чинником для дотримання необхідних умов безпеки є Державні будівельні норми, які охоплюють вимоги до конструкцій, матеріалів, технології спорудження будівельної продукції. Поряд з цим в країні існує мережа контролюючих інстанцій, які призначені для вчасного попередження і виявлення відхилень, які можуть негативно вплинути на експлуатаційні параметри будівель і споруд, стати причиною аварії, зумовити матеріальні витрати і людські жертви. Дотримання встановлених вимог з безпеки життєдіяльності є одним з вузлових питань будівельної галузі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті досліджень було проаналізовано напружено-деформований стан залізобетонної монолітної безбалкової плити перекриття з різною міцністю бетону за товщиною на наявному об'єкті, що будується.

За результатами досліджень було розроблено методика оцінки напружено-деформованого стану залізобетонних монолітних плит перекриття з різною міцністю бетону за товщиною. Були зібрані методи щодо посилення плит перекриття з різною міцністю бетону за товщиною.

Судячи з графіків прогинів, пружна стадія збіглася, але для повної схожості з розрахунком потрібна нелінійна постановка. Для інженерних рішень щодо конструювання посилення цих плит досить розглядати роботу в пружній постановці, у зв'язку з неповним дослідженням роботи таких плит у стадії руйнування.

Під час оцінки цієї плити було ухвалено рішення про посилення верхнього шару залізобетонної плити перекриття. Розкриття тріщин перевищувало допустимі значення, і робота плити не відповідає нормативним документам.

Було ухвалено рішення забезпечити спільну роботу накладної плити з плитою перекриття за допомогою анкерних упорів НСС-В 14x180 HILTI. Їх розміщення було визначено виходячи з дії поперечних сил.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. 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.
2. Гнідець Б. Г. Збірно-монолітні залізобетонні конструкції. Проектування, дослідження і провадження в будівництво. / Б. Г. Гнідець. – Львів: Львівська політехніка, 2008.с.
3. Залізобетонні конструкції: Підручник / За ред. П.Ф. Вахненка. – К.: Вища школа, 1999. – 508 с.
4. Гетун, Г. В. Багатоповерхові каркасно-монолітні житлові будинки : навч. посіб. / Г. В. Гетун, Б. Г. Криштоп. - К. : Кондор, 2005. – 204 с..
5. Бабич В.І., Огороднік В.І., Романюк В.В. Таблиці для проектування будівельних конструкцій. Довідник. – Рівне, 1999.
6. Залізобетонні конструкції. Підручник / А.Я. Барашиков, Л.М. Будникова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я. Барашикова. – К. Вища школа, 1995. - 591с.
7. Вахненко П.Ф. Кам’яні і армокам’яні конструкції. – Київ.:ІСДО, 1993.- 260 с.
8. Кудзис А.П. Железобетонные и каменные конструкции: Учеб.пособие. – Часть 2.: Конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений. – М.: Высшая школа, 1989. – 264 с.
9. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : підручник / А.М. Павліков. – Полтава : ПолтНТУ, 2017. – 284 с
10. Гнідець Б. Г. Залізобетонні конструкції з напружуваними стиками і регулюванням зусиль / Б. Г. Гнідець. – Львів: Львівська політехніка, 2008.
11. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи: Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
12. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України,

2011. – 71 с.

13. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010.– 166 с.

14. Hud, M., Chornomaz, N., Grytseliak, R., & Baran, D. (2022). Study of the joint work of the foundations and the spatial tower under the action of dynamic loads. *Procedia Structural Integrity*, 36, 87-91.

15. "Behavior of Reinforced Concrete Slabs Under Concentrated Loads," by J. K. Wight and James G. MacGregor

16. "Nonlinear Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Slabs," by A. Elwi and A. Nanni

17. "Analysis of Reinforced Concrete Slabs Subjected to Concentrated Loads," by E. R. Braithwaite and A. J. Carr

18. "Experimental Study on Reinforced Concrete Slabs under Concentrated Loads," by P. H. Bischoff and Y. M. Xie

19. "Design of Reinforced Concrete Slabs for Concentrated Loads," by F. K. Kong and S. L. Lee

20. "Analysis of Reinforced Concrete Slabs by Finite Elements," by M. C. Costanzi and A. L. de Barros

21. "Strength and Deformability of Reinforced Concrete Slabs Subjected to Concentrated Loads," by S. S. Ghosh and S. H. Rizkalla

22. "Stress Analysis of Reinforced Concrete Slabs by the Boundary Element Method," by H. Adeli and E. Golzarianpour

23. "Design of Reinforced Concrete Slabs for Serviceability," by C. K. Lee and H. M. Laursen

24. "Load Carrying Capacity of Reinforced Concrete Slabs," by V. Saouma and Y. Mohebbi.

25. "Experimental investigation of reinforced concrete slabs subjected to concentrated loads," by M. T. Kazemi and M. R. Ghasemi

26. "Numerical analysis of reinforced concrete slabs subjected to concentrated

loads," by M. Mirzaei and M. T. Kazemi

27. "Investigation of reinforced concrete slabs under concentrated loads using digital image correlation," by S. Naderpour, M. Gholampour, and M. R. Abadi

28. "Evaluation of ultimate load capacity of reinforced concrete slabs under concentrated loads," by A. R. Rahai and F. Tajik

29. "Flexural strengthening of reinforced concrete slabs under concentrated loads using FRP composites," by S. S. Dehghan and S. H. Rizkalla

30. "Load distribution in reinforced concrete slabs subjected to concentrated loads," by R. K. Sharma and A. N. Sherbourne

31. "Prediction of punching shear strength of reinforced concrete slabs under concentrated loads," by M. M. R. Hossain and M. A. Mansur

32. "Behavior of flat plates under concentrated loads," by M. R. Ehsani and S. S. Ghosh

33. "Experimental study of reinforced concrete flat plates under concentrated loads," by C. Y. Hsu and T. W. Yang

34. "Finite element analysis of reinforced concrete flat plates under concentrated loads," by S. N. Raut and R. C. Debnath

35. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.

36. Методичні вказівки для написання розділу дипломного проекту з дисципліни «Охорона праці в галузі» / В. Б. Каспрук. - Тернопіль: ТНТУ, 2017. - 14 с.