

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
конструювання і дизайну**

_____ Іван РОГОВСЬКИЙ
(підпис)

“ ____ ” ____ червня ____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри будівництва

_____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

“ ____ ” ____ червня ____ 2026 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Проектування торгівельно-виставкового комплексу у місті
Слов'янськ»**

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, с.н.с. _____ Микола МАР'ЄНКОВ
(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор технічних наук, професор _____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

Виконав

_____ Олександр АНДРОСЮК
(підпис)

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва
доктор технічних наук, професор
_____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

“19” _____ грудня _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ

Андросюку Олександрю Анатолійовичу

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Проектування торгівельно-виставкового комплексу у місті Слов'янськ»,

затверджена наказом від “16” грудня 2024 р. №2267 “С”.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026, червень, 01

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: необхідно запроєктувати громадську будівлю торгівельно-виставкового комплексу у залізобетонному каркасі із рекомендаціями щодо виконання посилення розтягнутої зони залізобетонних елементів, які зазнали пошкоджень внаслідок експлуатації.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Виконати аналітичний огляд, присвячений систематизації існуючих способів посилення залізобетонних конструкцій, які зазнають дії згинальних моментів та поперечних зусиль. Показати узагальнену схему класифікації методів посилення залізобетонних конструкцій.

2. Навести схеми варіантів посилення розтягнутої зони залізобетонних конструкцій. Описати особливості забезпечення сумісної роботи додаткової арматури приварюванням до наявної арматури та приклеюванням до бетону розтягнутої зони. Запропонувати ефективний спосіб посилення розтягнутої зони залізобетонних згинальних конструкцій.

3. Запроектувати будівлю торгівельно-виставкового комплексу у залізобетонному каркасі. Виконати розрахунок основних елементів: тонкої оболонки покриття, пілонів та фундаменту.

4. У технологічній та організаційній частині представити будгенплан, технологічну карту та календарний графік виконання робіт.

Перелік графічного матеріалу (за потреби):

→ архітектурна частина (розробити головний та боковий фасади, план підвалу, план першого поверху, навести експлікацію приміщень, розробити повздовжній та поперечний розрізи будівлі торгівельно-виставкового, архітектурні вузи) – 3 аркуші формату А1;

→ розрахунково-конструктивна частина (виконати проектування залізобетонної оболонки покриття, залізобетонної плити перекриття, пілону) – 3 аркуші формату А1;

→ основи і фундаменти (розробити план фундаментів, навести розрахункові схеми, конструктивні вузли, специфікацію) – 1 арк. формату А1;

→ організація будівельного виробництва (розробити будгенплан майданчику забудови, показати схему руху крану, схеми розміщення складських приміщень, під'їзні шляхи, електро- та водопостачання, розробити графік зведення будівлі торгівельно-виставкового комплексу) – 2 арк. А1;

→ технологія будівельного виробництва (розробити технологічну карту на будь-який процес виконання робіт) – 1 аркуш формату А1.

Дата видачі завдання “18” грудня 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Олександр АНДРОСЮК
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	9
1.1. Стан і проблема обраного дослідження.....	9
1.2. Постановка мети і завдання дослідження.....	12
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	13
2.1. Посилення розтягнутої зони залізобетонних конструкцій.....	13
2.2. Забезпечення спільної роботи додаткової арматури приварюванням до наявної арматури.....	13
2.3. Забезпечення спільної роботи додаткової арматури приклеюванням до бетону розтягнутої зони.....	17
2.4. Спосіб посилення розтягнутої зони залізобетонних згинальних конструкцій.....	19
3. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА.....	26
3.1. Загальна характеристика об'єкту.....	28
3.2. Об'ємно-планувальне рішення.....	29
3.3. Архітектурно-конструктивне рішення.....	30
4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	31
4.1. Розрахунок оболонки у ПК «Ліра САПР».....	31
4.2. Нелінійний статичний розрахунок оболонки у ПК «Ліра САПР».....	38
4.3. Розрахунок фундаменту у програмному комплексі «Мономах 2025».....	40
5. ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ.....	50
5.1. Основні вимоги до технічної експлуатації будівлі.....	50
5.2. Цілі та задачі технічної експлуатації.....	54
5.2.1. Експлуатаційні вимоги до будинків та споруд, їх конструкцій та устаткуванню.....	57
5.3. Дефекти й ушкодження сталевих конструкцій і рекомендації з їхнього захисту.....	58
5.4. Особливості технічного обслуговування будівлі.....	59

6. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	61
6.1. Склад комплексного технологічного процесу.....	61
6.2. Влаштування опалубки.....	62
6.3. Приготування бетонної суміші.....	62
6.4. Транспортування бетонної суміші.....	63
6.5. Бетонування конструкцій.....	63
6.6. Ущільнення бетонної суміші.....	64
6.7. Витримування бетону і догляд за ним.....	65
6.8. Зняття опалубки.....	65
6.9. Технологічна карта на проведення бетонних робіт при бетонуванні колон.....	66
6.9.1. Область застосування	66
6.9.2. Організація і технологія будівельного процесу.....	66
6.9.3. Прийоми праці.....	68
7. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....	70
7.1. Основні організаційно-технологічні принципи виконання робіт.....	70
7.2. Техніка безпеки та протипожежні заходи.....	73
7.3. Збереження навколишнього середовища.....	74
7.4. Тривалість будівництва.....	75
7.5. Будівельний генеральний план.....	76
8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	77
8.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	77
8.2. Профілактика небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	79
8.3. Заходи з пожежної та вибухової безпеки.....	79
8.3.1. Заходи з пожежної безпеки	79
8.3.2. Вимоги до системи запобігання пожежі.....	80
8.3.3. Вимоги до системи протипожежного захисту.....	81
8.3.4. Заходи щодо попередження вибуху.....	83
8.4. Інструкція з охорони праці.....	83
8.5. Охорона навколишнього середовища та ґрунту.....	86

8.6. Екологічні заходи, застосовані в будівництві об'єкту.....	91
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94
ДОДАТКИ.....	101

ВСТУП

Реконструкція цивільних та промислових будівель та інженерних споруд є невід’ємною складовою сучасного будівництва. Кожний об’єкт реконструкції, особливо виконаний із залізобетону, являє собою цілий комплекс складних неординарних науково-інженерних задач [1]: підготовка та захист території [2]; вибір раціональних розрахункових схем щодо визначення дійсного напружено-деформованого стану та ефективних методів посилення пошкоджених конструкцій [3, 4]; використання сучасних інженерних розрахункових методик визначення міцності [5, 6], тріщиностійкості [7], прогинів [8]; параметрів зчеплення арматури з бетоном [9]; розрахункових методик взаємодії «старого» і «нового» бетонів при їхньому посиленні [10, 11]; вплив нової забудови на фундаменти навколишніх будівель [12, 13]; урахування ефекту порушення суцільності залізобетонних конструкцій [14]; моделювання дійсної роботи конструкцій за допомогою сучасних CAD систем – ПК «Ліра-САПР», «SCAD», «Ansys» [15] та ін.

Удосконалення конструктивної схеми посилених залізобетонних конструкцій пов'язано з нагальною потребою проведення реконструкції будівель і споруд. У процесі реконструкції доволі часто виникає необхідність відновлення і посилення відповідальних залізобетонних конструкцій. Цей напрямок у сучасному будівництві стає одним із найважливіших в області розрахунку будівельних конструкцій, виконаних із залізобетону.

В останні роки виконано значні дослідницькі роботи (ДП НДІБК [16, 17, 20], КНУБА [18, 19], ПолНТУ [20], ХТУБА, ПДАБА [21], ОДАБА [3], НАУ [20, 22], НУБіП [22–24], НУВГП [1, 25], [26–29]) щодо вдосконалення методів оцінки деформування залізобетонних конструкцій.

Найбільш повні з них проводились в НДІ будівельних конструкцій, де на основі чітких фізичних гіпотез про механізм виникнення тріщин розроблена більш досконала методика розрахунку [17, 20]. Однак, незважаючи на високу надійність і теоретичне обґрунтування зазначеної методики в цілому, ряд

важливих питань ще не отримав належного розвитку (зокрема, врахування ефекту порушення суцільності і впливу похилих тріщин на жорсткість приопорних ділянок), що викликає нагальну необхідність постановки спеціальних досліджень. Слід зауважити, що діючі нормативні документи України [30–32] та Європейської співдружності [33] також не освітлюють наведені питання.

Аналіз опору посилених залізобетонних конструкцій показує, що наявності похилих тріщин тут відбувається різка зміна конструктивних характеристик і властивостей матеріалів. Практично відсутні розрахункові моделі, що відображають всю різноманітність утворення різних типів похилих тріщин. Все це не дозволяє уникнути постійного трудомісткого експериментування і є серйозною перешкодою для підвищення ефективності розрахунків відповідальних несучих конструкцій.

Звідси випливає, що проведення експериментально-теоретичних досліджень практичної методики розрахунку деформування посилених залізобетонних конструкцій є вельми *актуальною задачею*. Вирішення цієї задачі може розглядатися як помітне досягнення у розвитку методів розрахунку посилених залізобетонних конструкцій.

Зональне розміщення матеріалів у посилених залізобетонних конструкціях дозволяє поряд із високоміцним бетоном використовувати бетони знижених класів і досягти економії за витратою сталі.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Стан і проблема обраного дослідження

Із виконаного огляду досліджень [4, 11, 16, 23, 26–29] випливає, що існує досить об'ємний клас залізобетонних конструкцій, які потребують посилення. Посилення супроводжується доволі вартісними та працевитратними заходами. У деяких випадках виникає можливість забезпечення подальшу надійну експлуатацію будівельних конструкцій *без посилення шляхом зміни умов їхньої роботи* – зменшенням постійного та тимчасового навантаження; зменшенням вантажопідйомності кранів або обмеженням їхнього зближення; зменшення вібрації шляхом застосування ефективної віброізоляції, тощо.

В інших випадках, при неможливості забезпечення надійної роботи конструкцій, для відновлення проектних експлуатаційних властивостей, а також для їхнього підвищення, виконується **посилення** [26]. У залежності від мети проведення реконструкції, розрахунок посилення здійснюють за умовами міцності, тріщиностійкості та жорсткості [16, 23, 29].

Вибір найбільш раціонального методу посилення здійснюється після стадії перевірочних розрахунків, завдяки яким встановлюється найбільш вірогідна схема руйнування. Стосовно до посилення залізобетонних конструкцій, у загальному випадку руйнування згинальних, позацентрово (або центрально) стиснутих і розтягнутих конструкцій виникає за [29]:

- розтягнутою зоною;
- стиснутою зоною;
- у зоні зрізу від дії поперечних сил;
- просторовими перерізами від дії крутного моменту;
- місцевого продавлювання, відриву або змяття.

Проаналізувавши усі можливі випадки руйнування залізобетонних конструкцій [1, 4, 29], можна зробити висновок, що потребує посилення найбільш слабка ділянка конструкції.



Посилення конструкцій у *розтягнутій зоні* проводиться шляхом збільшення площі поперечного перерізу робочої арматури, встановленням додаткової арматури для забезпечення її спільної роботи з конструкцією, яка потребує посилення [16, 27, 29 та ін.]. Посилення залізобетонних конструкцій у *зоні зрізу* на сприйняття поперечних сил здійснюється збільшенням розмірів

поперечного перерізу конструкцій, встановленням додаткової поперечної арматури у зоні зрізу із забезпеченням спільної роботи з конструкцією.

Посилення конструкцій на сприйняття **крутного моменту** (або/та спільно зі згинаючим моментом) виконується збільшенням поперечного перерізу елемента, його армуванням, а також влаштуванням додаткових сталевих обойм, гільз, тощо.

Посилення конструкцій при **місцевому стиску і продавлюванні** здійснюється шляхом розширенням площі спирання.

У разі можливого руйнування залізобетонних конструкцій за двома і більше зонами, а також при неможливості досягнення необхідного ступеня підвищення міцності шляхом посилення тільки однієї зони, застосовується **комбіноване посилення** (двох і більше ділянок) конструкцій [27]. Окремою групою виділені методи посилення [23, 29], які **змінюють початкову розрахункову схему конструкцій**: зміна ділянки передачі навантаження на конструкцію; підвищення ступеня зовнішньої статичної невизначеності шляхом введення додаткових зв'язків; підвищення ступеня внутрішньої статичної невизначеності пристроєм затяжок, розпірок, шпренгелів, шарнірно-стержневих ланцюгів. Ці методи (рис. 1.1) дозволяють ефективно підвищити міцність залізобетонних конструкцій, але, як правило, зменшують будівельний об'єм і габарити приміщень.

При посиленні для ефективного включення у спільну роботу додаткових елементів слід максимально розвантажити конструкцій. Якщо посилення залізобетонних конструкцій з метою підвищення їхньої міцності, жорсткості і тріщиностійкості здійснюється під навантаженням, усі перераховані вище групи методів посилення ефективно виконуються з попереднім напруженням додаткових елементів або зв'язків.

Пошкоджені залізобетонні конструкції (при руйнуванні більше 50% перерізу стиснутої зони або 50% площі робочої арматури) у більшості випадків доцільно **замінювати новими** [1, 3, 4]. Заміна залізобетонних конструкцій може здійснюватися наступним чином: розбиранням старих конструкцій із

подальшим спорудженням нових; зведенням нових із тимчасовим використанням в якості опалубки і наступним розбиранням старих конструкцій або зведенням нових конструкцій без розбирання існуючих із виконанням заходів, що запобігають їхньому обваленню. При цьому конструкція посилення розраховується на повне діюче навантаження.

1.2. Постановка мети і завдання дослідження

Метою дослідження є визначення дійсного напружено-деформованого стану посилених залізобетонних конструкцій із урахуванням обурення у швах між бетонами при наявності усереднених умовних зосереджених зсувів, несумісних деформацій бетону та арматури та ефекту порушення суцільності бетону.

Завдання д дослідження: розробити робочі передумови та гіпотези для визначення особливостей деформування посилених залізобетонних конструкцій із урахуванням нових ефектів опору.

Об'єкт дослідження – посилені залізобетонні конструкції будівель та споруд.

Предмет дослідження – фактичний напружено-деформований стан посилених залізобетонних конструкцій.

Методи дослідження. Використовується експериментально-теоретичний метод.

У теоретичних і чисельних дослідженнях роботи використані загальні методи механіки твердого деформівного тіла, механіки руйнування, методи будівельної механіки, теорії складених стрижнів та теорії залізобетону.

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Посилення розтягнутої зони залізобетонних конструкцій

Посилення розтягнутої зони ЗБК здійснюється збільшенням площі поперечного перерізу робочої арматури посилюваної конструкції шляхом встановлення додаткової арматури у цій зоні із забезпеченням її спільної роботи з конструкцією.

Спільна робота додаткової арматури з посиленою конструкцією забезпечується наступними вимогами:

- приварюванням до існуючого арматурного каркасу арматури;
- приклеюванням до бетону розтягнутої зони.

2.2. Забезпечення спільної роботи додаткової арматури приварюванням до наявної арматури

Приварювання додаткової розтягнутої арматури до наявної арматури конструкції, яка посилюється, залежно від стану і товщини захисного шару, а також можливості збільшення розмірів поперечного перерізу здійснюють за наступним алгоритмом:

- безпосередньо нахльостовим з'єднанням із відбиттям захисного шару за довжиною додаткової арматури (рис. 2.1, а);
- за допомогою арматурних коротишів діаметром, який перевищує товщину захисного шару (рис. 2.1, б, в);
- за допомогою арматурних скоб (рис. 2.1, г).

Після приварювання у проєктному положенні додаткова арматура забетонується.

Слід зауважити, що приварювання додаткової арматури до наявної попередньо напруженої арматури, а також не заведеної за грань опори на

потрібну довжину до ненапруженої арматури посилюваної конструкції, не допускається.

Захисний шар бетону в місцях приварювання додаткової арматури, коротишів або скоб відбивається не менше ніж на половину діаметра наявної арматури. Наявна арматура в місцях зварювання має бути очищена від іржі, пилу та інших забруднень до чистого металу.

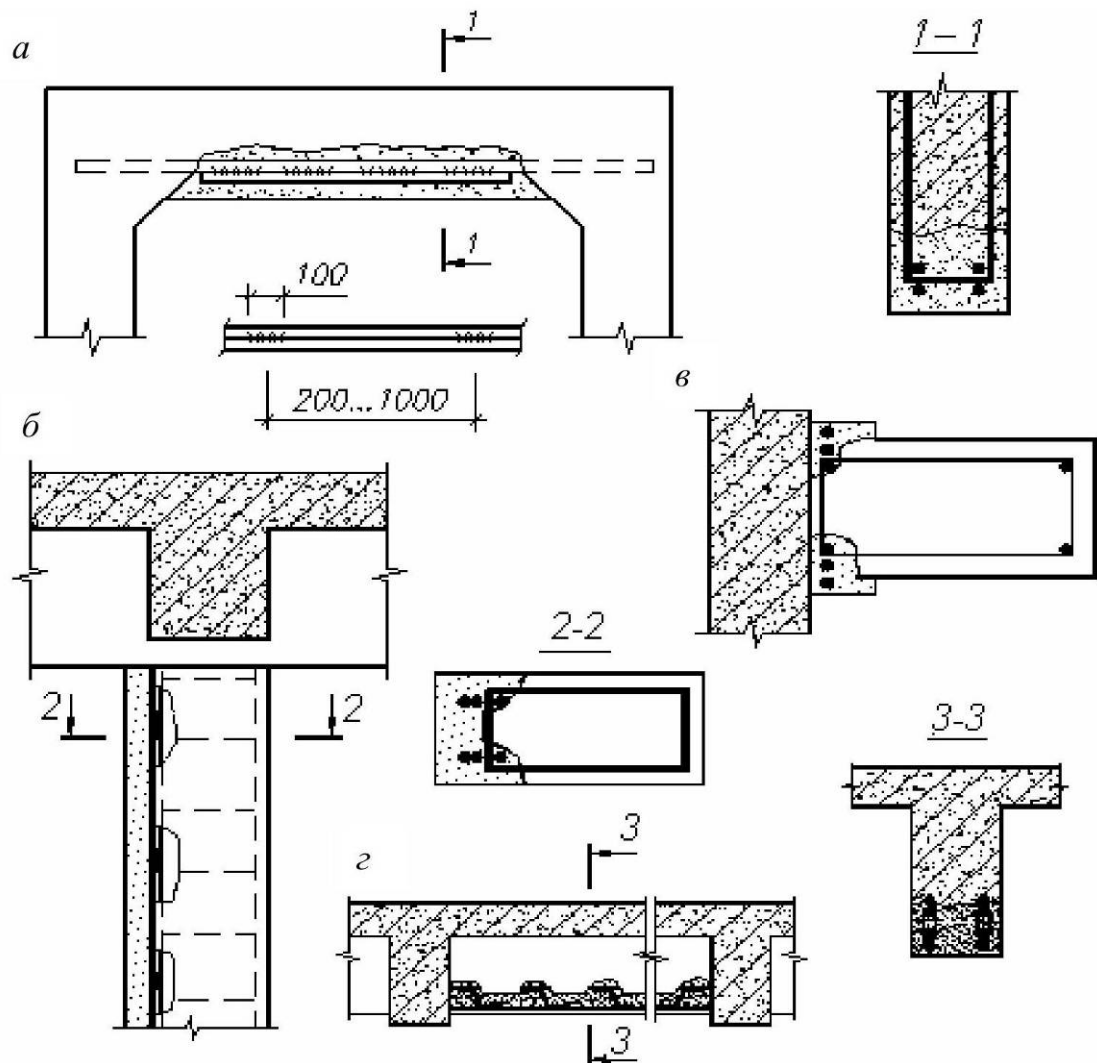


Рис. 2.1. Посилення розтягнутої зони конструкцій приварюванням додаткової арматури:

a – нахльосточним з'єднанням; *б* – за допомогою арматурних коротишів з боку розтягнутої зони; *в* – за допомогою коротишів із боку бічного захисного шару; *г* – за допомогою арматурних скоб

Як додаткову робочу арматуру застосовують стрижневу арматуру періодичного профілю або гладку, а також прокатні профілі.

Коротиші і ділянки з'єднання скоб зі стрижневої арматури приймають довжиною 50...200 мм і розташовують по довжині конструкції "врозбіг" із відстанню між ними уздовж стрижнів не менше ніж $20\varnothing$, де $\varnothing$ – більший діаметр стрижнів, які зварюються.

З метою зменшення концентрації напружень, охрупчування металу і послаблення перерізу при виконанні зварних швів не допускається наявність опіків і підплавлень від дугового зварювання на поверхні робочих стрижнів. Опіки повинні зачищатися абразивним кругом уздовж арматурного стрижня.

У разі посилення конструкції під навантаженням приварювання додаткової арматури здійснюють за два проходи симетрично в напрямку від кінців конструкції до середини. Приварювання додаткової арматури до наявної арматури посилюваної конструкції, що розвантажується під час виконання робіт з Посилення, допускається виконувати за один прохід.

Приварювання додаткової арматури до наявної арматури конструкції, що підсилюється, без попереднього її розвантаження не допускається, якщо напруження в робочій арматурі найнесприятливішого перерізу конструкції перевищують 85 % її межі текучості. Напруження в арматурі посилюваної конструкції визначають за фактично діючих навантажень, фактичної міцності бетону й арматури, площі поперечного перерізу арматури за винятком перерізу зварюваного стрижня посилюваної конструкції.

У разі посилення конструкції без розвантаження додаткову арматуру доцільно попередньо напружувати **термічним, механічним або комбінованим термомеханічним** способами.

Термічний спосіб полягає у тому, що додатковий стрижень попередньо приварюють одним кінцем до наявної арматури, потім нагрівають стрижень і приварюють його другий кінець. *Електротермічний спосіб* полягає у тому, що для нагрівання по стрижню пропускають струм від зварювального трансформатора.

Величина попереднього напруження контролюється за подовженням стрижня або температурою його нагрівання. Необхідне подовження додаткового стрижня визначається за формулою (2.1):

$$\Delta l = \frac{\sigma_p l}{E_s}, \quad (2.1)$$

де σ_p – необхідне попереднє напруження, l – довжина стрижня між внутрішніми кінцями зварних швів; E_s – модуль пружності арматури.

Необхідну температуру нагрівання додаткової арматури визначають за формулою (2.2):

$$t_p = \frac{\sigma_p}{\alpha \cdot E_s} + t, \quad (2.2)$$

де $\alpha = 0,0012$ – коефіцієнт температурного розширення для арматурної сталі; t – температура довкілля в момент натягу арматури. Температура нагріву не повинна перевищувати 400°C .

За механічного способу попереднього напруження до додаткового стрижня, привареного одним кінцем до наявної арматури, з протилежного кінця приварюють натяжний пристрій у вигляді болта з гайкою, а до наявної арматури приварюють упор у вигляді відрізка труби з внутрішнім діаметром, що дещо більший за діаметр болта.

Після закріплення кінців додаткова арматура приварюється до наявної за довжиною. Після натягування додаткової арматури цей натяжний пристрій відрізають і використовують повторно. Для створення попереднього натягіння можливе використання стяжної муфти, включеної у стрижень, який напружується.

Для полегшення натягіння механічним способом додаткові стрижні одночасно нагрівають (термомеханічний спосіб) [27, 29].

Величина попереднього напруження контролюється за подовженням стрижня (2.3). Величина попереднього напруження додаткової арматури приймається в межах:

$$0,4f_{0.2k,ad} \leq \sigma_p \leq 0,9f_{0.2k,ad}, \quad (2.3)$$

Максимальна величина попередньої напруги для дротяної арматури не повинна перевищувати $0,4f_{0.2k,ad}$.

З метою зменшення прогину і підвищення тріщиностійкості посилюваної конструкції величину попереднього напруження додаткової арматури приймають максимальною.

Втрати попереднього напруження в додатковій арматурі визначають за [32], як для конструкцій із натягуванням арматури на бетон.

2.3. Забезпечення спільної роботи додаткової арматури приклеюванням до бетону розтягнутої зони

Існує ціла плеяда робіт [16, 27, 29 та ін.], у яких забезпечення спільної роботи додаткової арматури і посилюваної конструкції виконується приклеюванням за допомогою спеціальних полімерних розчинів (рис. 2.2).

При цьому додаткову листову та профільну арматуру розміщують на поверхні, а стрижневу – у спеціально підготовлених пазах або в шарі полімерного розчину.

Крім того, додаткова робоча арматура може бути розміщена у збірних залізобетонних елементах посилення, які приклеюють до розтягнутої зони конструкції. У разі впливу агресивних середовищ, враховуючи високі захисні властивості полімерних розчинів, доцільно одночасно виконувати покриття на поверхні посилюваної конструкції. Сталеві листи захищають вогнезахисними та антикорозійними складами. Додаткову арматуру в розтягнутій зоні встановлюють за всією довжиною конструкції або на розрахункову довжину відповідно до епюри внутрішніх зусиль.

Для підвищення ефективності анкерування додаткової листової арматури застосовують анкерні зв'язки у вигляді відрізків стрижневої арматури періодичного профілю, приварених до листа і заанкерених у заздалегідь

висвердлених у бетоні отворах, заповнених полімерним розчином, або сталевих листів, приклеєних на бокові грані посилюваної конструкції.

У разі посилення розтягнутої зони приклеюванням додаткової арматури доцільним є максимальне розвантаження посилюваної конструкції або попереднє напруження додаткової арматури.

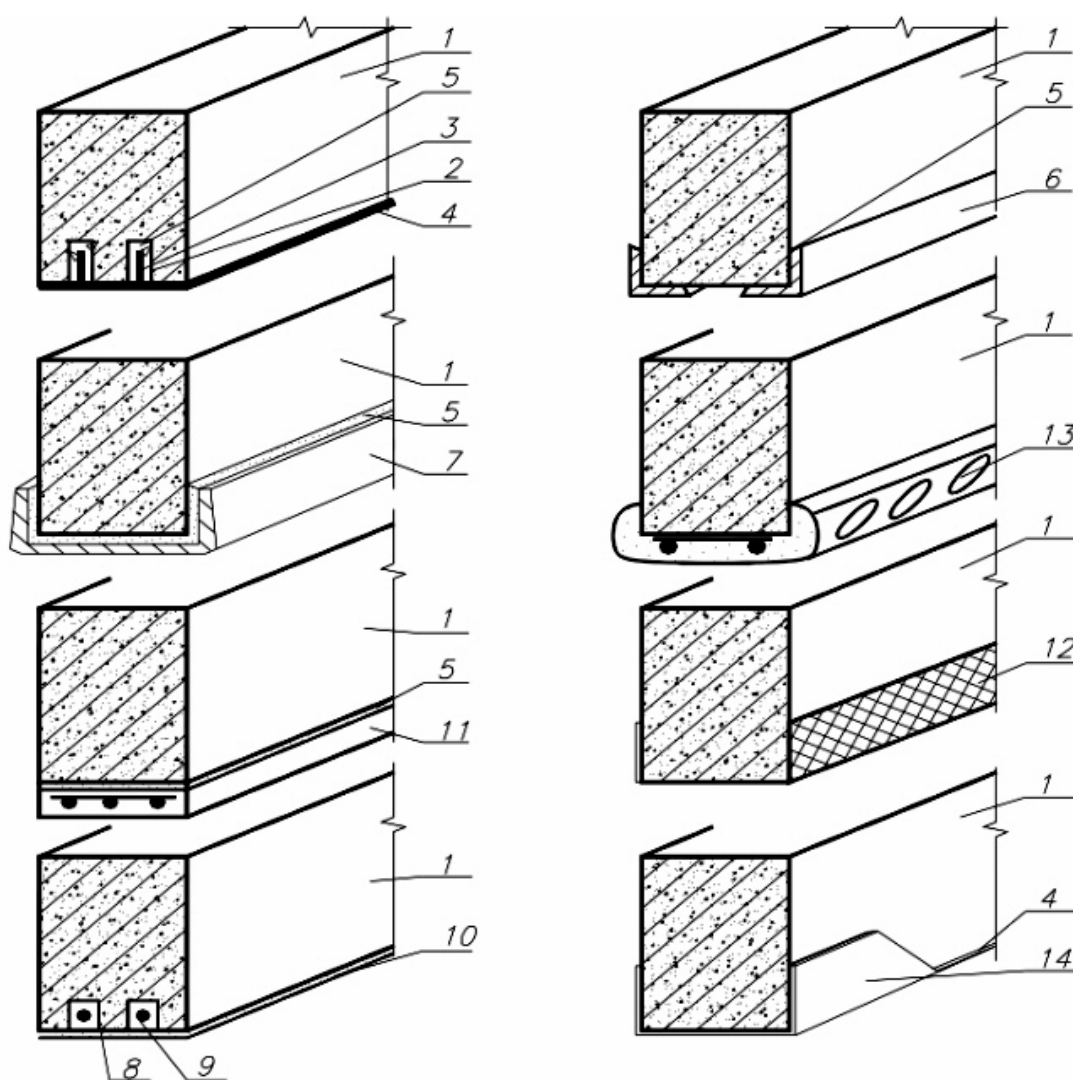


Рис. 3.2. Посилення розтягнутої зони залізобетонних конструкцій шляхом приклеювання додаткової арматури:

1 – посилювана конструкція; 2 – шурф; 3 – анкер; 4 – листовая арматура; 5 – полімерний розчин; 6 – куточок; 7 – швелер; 8 – паз; 9 – стрижнева арматура; 10 – обмазка з полімерного розчину; 11 – збірний залізобетонний елемент; 12 – склотканина; 13 – тонкий лист із виштамповками; 14 – анкерна пластина

Як додаткову робочу арматуру, що приклеюється в розтягнутій зоні посилюваної конструкції, застосовують стрижневу арматуру, арматурні канати, листовий прокат завтовшки 3...20 мм, прокатні профілі у вигляді швелерів, куточків, а також неметалеву арматуру на основі скляних, базальтових, вуглецевих та інших волокон.

2.4. Спосіб посилення розтягнутої зони залізобетонних згинальних конструкцій

Запропонований спосіб відноситься до галузі будівництва і направлений на відновлення захисного шару бетону в околиці розташування існуючого робочого армування та підвищення несучої здатності та жорсткості залізобетонних конструкцій, які працюють на згин. Корисна модель може використовуватися у промисловому, агропромисловому, транспортному та цивільному будівництві. Запропонований спосіб посилення розтягнутої зони залізобетонних згинальних конструкцій дозволяє здійснювати посилення у тому числі без попереднього розвантаження існуючої конструкції.

Перевагою способу є проведення посилення без застосування зварювальних робіт та значних вібраційних впливів від ударів електричних інструментів, які сприяють появі, розповсюдженню та розкриттю різних типів тріщин.

Висота нового шару посилення становить від 50 до 120 мм. Цей параметр обумовлений конструктивно необхідністю улаштування захисного шару бетону для подальшої належної експлуатації додаткового арматурного каркасу. Запропонована висота нового шару посилення дозволяє усунути наявні дефекти захисного шару бетону існуючої конструкції і є оптимальною між співвідношенням збільшення власної ваги конструкції (до 20%) та підвищенням несучої здатності і параметрів жорсткості посиленої конструкції.

Спосіб застосовується для прямокутних, таврових, двотаврових, трапецієподібних типів поперечних перерізів залізобетонних конструкцій, які працюють на згин.

У науково-технічній літературі [1, 3, 16, 21, 22] розглянуті існуючі способи посилення залізобетонних конструкцій шляхом улаштування додаткових сталевих елементів, залізобетонних «сорочок», створення попереднього напруження тощо. Слід зауважити, що необхідність посилення не завжди викликана збільшенням навантаження на існуючу конструкцію, – це може бути і відновлення захисного шару бетону внаслідок корозії арматури та самого бетону [1], неналежної експлуатації конструкцій та застосування нових об'ємно-планувальних рішень щодо будівель та інженерних споруд під час проведення реконструкції [3].

Існує спосіб підсилення залізобетонної балки, яка містить залізобетонний блок та підсилюючий елемент у вигляді металевої стрічки, яка з'єднується з арматурним каркасом балки [4]. Цей спосіб підсилення прийнятий авторами за *прототип*. Недоліком такого рішення є те, що підсилюючий елемент виконаний із металевої стрічки, метал якої має власний електрохімічний потенціал вищий за власний електрохімічний потенціал металу арматурної сталі та укладається на струмопровідний розчин [4]. У будівельному процесі здійснення посилення конструкції наведеним способом є проблематичним, – наявність спеціальної металевої стрічки та приладів для вимірювання електрохімічного потенціалу. Також описаний спосіб [4] передбачає проведення робіт по відкриттю арматурних поперечних хомутів із подальшим приварюванням до них додаткових кріплень. Це технологічно ускладнює процес посилення та призводить до появи додаткових технологічних тріщин на поверхнях відшарованого бетону і послаблює фізико-механічні властивості арматурних поперечних хомутів.

Відомий спосіб ремонту залізобетонних конструкцій [16] із використанням епоксидних композитів товщиною від 2 до 5 мм, які наносяться на зони дефектів, поверх яких здійснюється нанесення торкрет-бетон

товщиною до 40 мм, що дозволяє відновити геометричну форму пошкодженої конструкції. Цей спосіб прийнятий авторами за *аналог* [16]. Недоліком такого рішення є низька універсальність застосування епоксидних композитів і направлення розробки лише на усунення існуючих дефектів без підвищення несучої здатності та жорсткості конструкції.

До цієї моделі поставлено **задачу** розробити технологічно простий, економічно доцільний та практично здійснений у складних виробничих умовах спосіб посилення розтягнутої зони залізобетонних конструкцій, які зазнають дії згинального моменту та мають дефекти, пошкодження у вигляді відшарування захисного шару бетону в околиці робочого поздовжнього армування.

Наведена задача вирішується шляхом улаштування нового шару посилення існуючого залізобетонного перерізу за рахунок введення додаткових поперечних кріплень та розташуванням на них новоутвореного поздовжнього арматурного каркасу, якій включається у сумісну роботу посиленої конструкції без застосування вібро-ударного інструментального відбиття бокового та нижнього захисного шару бетону та проведення зварювальних робіт.

Перед початком проведення робіт проводиться візуальний огляд конструкції, визначаються місця відшарування існуючого захисного шару бетону, поз. 16, рис. 2.3..

За допомогою інструментів механічно, без використання будь-яких електричних пристроїв, наприклад перфоратору, знімається відшарований захисний шар бетону існуючої залізобетонної балкової конструкції та проводиться очищення поверхні від пилу з подальшою антикорозійною обробкою відкритих арматурних стрижнів та нанесенням шару високоадгезійної ґрунтовки типу «бетонконтакт» на усю площину поверхні задля покращення подальшого зчеплення між «старим» бетоном існуючої конструкції та «новим» бетоном посилення.

З використанням детектору (наприклад Bosch D-tect 120 Pro), призначеного для пошуку металів на нижній грані залізобетонної конструкції

визначаються вісі розташування стрижнів робочої повздовжньої арматури (поз. 3, рис. 3.3.), відстань між ними та виконується орієнтовна розмітка бетонної поверхні нижньої грані (поз. 13, рис. 2.3).

Аналогічна процедура виконується на бокових поверхнях залізобетонної конструкції задля отримання повної інформації щодо місць розташування поперечних арматурних хомутиків.

На нижній грані конструкції намічаються центри майбутніх отворів із урахуванням центральних ліній перетину: за допомогою будівельного маркеру або олівця наноситься лінія, рівновіддалена від центрів стрижнів робочого повздовжнього армування (поз. 13, 14, рис. 2.3).

Фактична довжина залізобетонної конструкції без урахування опорних ділянок та відступів, довжиною, рівною не більше висоти перерізу з кожної сторони умовно поділяється на приблизно рівні частини (від 0,8 до 1,5 м). Далі перпендикулярно до нижньої грані конструкції на боковій поверхні рівновіддалено від існуючих центрів поперечних хомутиків проводяться вертикальні лінії (поз. 2, рис. 2.3), висотою 150–200 мм і опускаються та продовжуються на нижній поверхні. Місця перетину цих ліній із центральною лінією перетину нижньої грані і є центрами майбутніх отворів.

Після визначення центрів перетину розглянутих ліній, виконуються отвори (поз. 14, рис. 2.3) перфратором у режимі свердління з ударом на глибину до 150 мм, діаметром 10–14 мм під прямим кутом до нижньої поверхні грані балки. Далі отвори очищуються від пилу та залишків бетону після свердління, наприклад за допомогою будівельного пилосмоку або подачею стиснутого повітря з компресору.

У новоутворені отвори вводяться шпильки з різьбою (поз. 8, рис. 2.3, 2.4), які попередньо змащуються високоадгезійною ґрунтовкою або цементно-піщаним розчином. Ці шпильки забиваються на усю глибину отвору та у подальшому жорстко фіксуються у конструкції за рахунок забезпечення зчеплення між різьбовим з'єднанням, ґрунтовкою або цементно-піщаним розчином та внутрішньою поверхнею бетонного отвору.

Далі на шпильки одягаються підготовлені універсальні монтажні пластини (поз. 9, рис. 2.3, 2.4), які містять спеціальні отвори для кріплення, довжиною меншою за ширину поперечного перерізу нижньої грані існуючої конструкції, товщиною 2 мм, шириною від 50 мм. Ці пластини фіксуються за допомогою верхньої та нижньої гайки М10–М14 з шайбами (поз. 10, рис. 2.3., 3.4) у залежності від діаметру шпильок. Такий механізм дозволяє регулювати відстань розташування нового поздовжнього арматурного каркасу від існуючої нижньої поверхні залізобетонної конструкції за висотою шару посилення.

Додаткове поздовжнє армування нового шару посилення (поз. 12, рис. 2.3., 2.4) укладається на монтажні пластини, фіксується до них сталюю проволокою.

Далі встановлюється опалубка, яка підпирається по усій нижній грані за допомогою стійок та спеціальних П-подібних кріплень у верхній частині існуючої конструкції. Опалубка містить спеціальні отвори, розміщені у різних рівнях за висотою, які закриваються спеціальними пластиковими фіксаторами. Через ці отвори подається бетонна суміш сильнорухливої пластичності Р3 із важкого дрібнозернистого бетону, фракцією заповнювача 5–10 мм. Слід зазначити, що клас бетону посилення має бути вищим за клас бетону існуючої конструкції задля ефективного підвищення несучої здатності та жорсткості усієї конструкції. Після заповнення новоутвореного об'єму у середині опалубки проводиться вібрування бетонної суміші задля її ущільнення, подальше додавання бетонної суміші та закриття отворів фіксаторами. Застигання бетону і включення нового залізобетонного шару посилення у роботу $\approx$ на 80% відбувається протягом перших 7–14 днів за нормального температурно-вологісного режиму. Після проходження цього періоду можна знімати опалубку і експлуатувати посилену конструкцію.

На рис. 2.3 та 2.4 зображено посилену залізобетонну конструкцію у розглянутій зоні та введені наступні **позначення**: 1 – вертикальна вісь симетрії; 2 – вісь отвору; 3 – вісь поздовжньої робочої арматури існуючої залізобетонної

конструкції; 4 – шов між різними бетонами (між «старим» бетоном існуючої конструкції та «новим» бетоном посилення); 5 – конструктивне поздовжнє армування у стиснутій зоні конструкції; 6 – поперечні арматурні хомути; 7 – поздовжнє робоче армування існуючої залізобетонної конструкції у розтягнутій зоні;

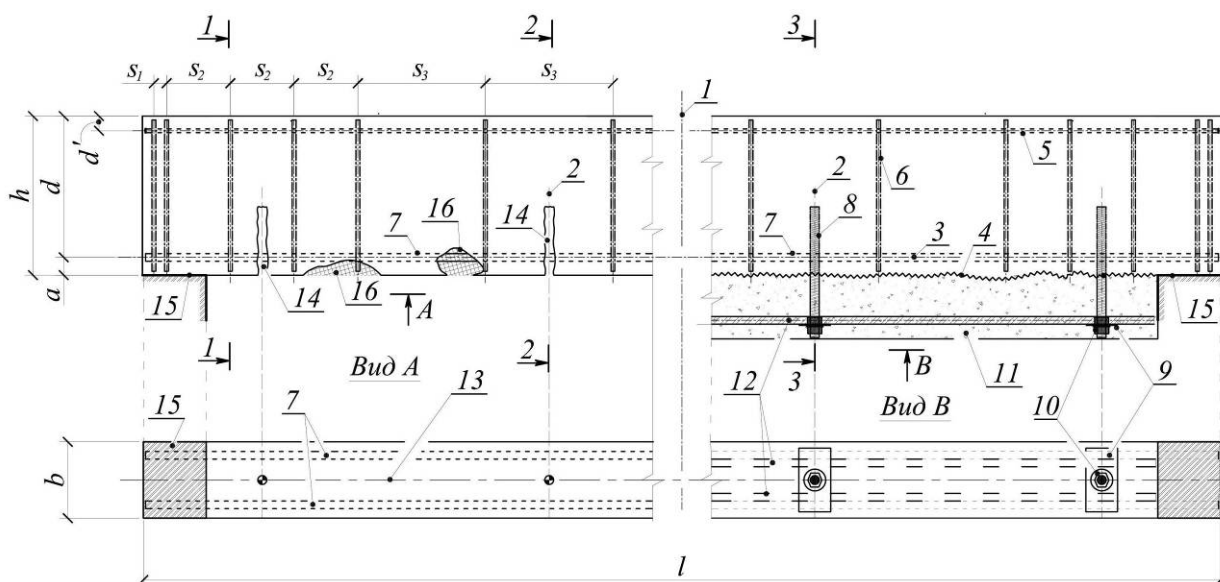


Рис. 2.3. Спосіб посилення конструкції шляхом улаштування залізобетонного каркасу із введенням додаткових арматурних зв'язків

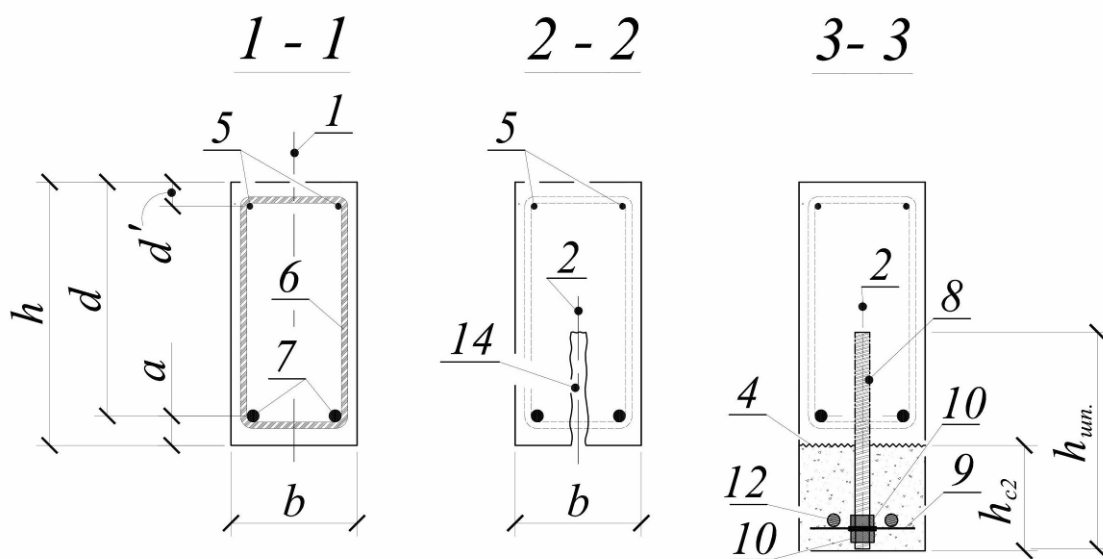


Рис. 2.4. Поперечні перерізи посиленої балкової конструкції

8 – сталеві шпильки з різьбою, попередньо змащені високоадгезійною ґрунтовкою; 9 – універсальні монтажні пластини; 10 – гайка з шайбою, яка має діаметр отвору такий же як і діаметр шпильки 8; 11 – дрібнозернистий бетон посилення; 12 – додаткове поздовжнє армування посиленої частини перерізу; 13 – центральна вісь, яка проходить між стрижнями існуючих робочих арматурних стержнів каркасу; 14 – отвір, зроблений за допомогою перфоратору у режимі свердління з ударом для подальшого введення шпильки 8; 15 – місця спирання залізобетонної конструкції (опори); 16 – відшарування нижнього та/або бокового захисного шару бетону існуючої залізобетонної конструкції.

Отже, запропонований спосіб посилення розтягнутої зони залізобетонних згинальних конструкцій із дефектами, пошкодженнями, відшаруванням захисного шару бетону в околиці робочої поздовжньої арматури у вигляді улаштування нового шару посилення існуючого залізобетонного перерізу за рахунок введення додаткових поперечних кріплень та розташуванням на них новоутвореного арматурного каркасу, якій включається у сумісну роботу посиленої конструкції без виконання зварювальних робіт, відбиття бокового та нижнього захисного шару бетону.

3. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

Зведення нової будівлі, цікавої форми та складної геометрії є одним із самих складних, і у той же час, самим цікавих у будівництві. У наш час однією з основних завдань є не тільки зручність в експлуатації, а й цікава форма, що буде гармонувати з архітектурою міста.

Будівництво даного об'єкту планується з метою покращити інфраструктуру міста, дати можливість відвідувачам відпочити та пізнати більше про всесвіт у надсучасному торгівельно-виставковому комплексі, а в перервах скуштувати нових страв у одному з шести ресторанів на вибір.

Вибір архітектурних і конструктивних рішень нової будівлі здійснювалося з урахуванням інженерно-технічного стану й конструктивної схеми.

Техніко-економічні обґрунтування й бізнес-плани на реконструкцію забудови кварталів і мікрорайонів повинні враховувати доходи від нового комплексу, економію енергоресурсів, так як у будівлі будуть застосовані сучасні матеріали, що допоможуть зменшити витрати на опалення, а великі вікна – на електроенергії.

У магістерській кваліфікаційній роботі представлено на розгляд трьохповерховий монолітно-каркасний торгівельно-виставковий комплекс, який згідно із завдання на проєктування планується зводити у м. Слов'янську.

Загалом, архітектура будівель та споруд – це штучно створене просторове середовище, в якому відбуваються всі життєві процеси суспільства і окремих людей – праця, побут, спілкування, соціально-культурне обслуговування, відпочинок тощо. У плані матеріальної реалізації архітектура спирається на будівельну техніку, як матеріальне середовище – відбиває соціальні умови життя суспільства, як мистецтво – здатна створювати глибокий емоційний вплив.

Архітектурне проєктування будівель та споруд та їх комплексів здійснюють у відповідності з функціональними вимогами, фізичними законами і законами архітектурної естетики для забезпечення архітектурно-художньої виразності будівлі. В архітектурі органічно поєднують функціональні,

конструктивні та естетичні риси. Засобами архітектури є простір і штучно створене архітектурне середовище, яке в будівлях має форми конструктивних оболонки, що захищають людей від негативних впливів зовнішнього середовища.

Вимоги до архітектурних об'єктів включають велику кількість складових – це функціональне призначення споруди, її естетична значимість, конструктивне рішення, матеріали конструктивних елементів, технологія та умови будівництва, а також взаємодія з навколишнім середовищем. Витворами архітектури є будівлі, окремі фрагменти міської забудови і просторова організація міст у цілому, інженерні споруди (мости, тунелі, канали, греблі тощо), а також споруди зовнішнього благоустрою (монументи, фонтани, підпірні стіни, тераси, набережні тощо). Архітектура формує матеріальне середовище життєдіяльності людей у відповідності з матеріально-технічними і економічними можливостями суспільства та його потребами.

Внутрішній простір будівель найчастіше поділяють на окремі приміщення. Сукупність таких приміщень, підлоги яких розташовані на одному рівні, створюють поверх будівлі. Окремі поверхи мають свою назву:

- підвальний – поверх, підлога приміщень якого нижча за планувальну відмітку землі (рівень землі на межі вимощення) більше, ніж на половину висоти приміщення;

- цокольний – поверх, підлога приміщень якого нижча за планувальну відмітку землі не більше, ніж на половину висоти приміщення;

- наземний – поверх, підлога якого не нижча за планувальну відмітку землі біля будівлі;

- мансардний – поверх, вигороджений усередині горищного простору, утвореного похилим дахом, і призначений для розміщення житлових або підсобних приміщень, що опалюються; площу горизонтальної частини стелі таких приміщень приймають не менше 50% площі підлоги, а висоту стін донизу нахиленої частини стелі не менше 1,6 м;

– технічний – поверх, призначений для розміщення інженерного устаткування і прокладання комунікацій. Може розміщуватись у підземній (технічний підвал), верхній (технічне горище) або середній частині будівлі, а також над проїздами.

Горище – простір, розташований між поверхнею даху, зовнішніми стінами і перекриттям верхнього поверху будівлі (горищним перекриттям).

Висота технічного поверху, в місцях проходів технічного персоналу, в чистоті повинна бути $h > 1,9$ м.

Усі ці приміщення є елементами об'ємно-просторової структури будівлі.

За призначенням усі конструктивні елементи будівель, в залежності від умов їх роботи в структурі будівлі, при дії на них різних сполучень впливів і навантажень, поділяють на несучі та огорожувальні або можуть виконувати ці дві функції одночасно.

Основні конструктивні елементи будівель – фундаменти, вертикальні конструкції (стіни, стовпи, колони, об'ємні блоки та ядра жорсткості), горизонтальні конструкції (елементи перекриття, покриття) – складають єдину жорстку просторову конструктивну систему, несучий остов будівлі, який повинен забезпечувати надійне сприйняття і передачу на ґрунтові основи всіх видів навантажень і впливів у процесі будівництва та експлуатації будівлі та забезпечувати їй геометрично-просторову незмінність.

3.1. Загальна характеристика об'єкту

Будівля торгівельно-виставкового комплексу має: ресторанний комплекс (поверх) – призначений для задоволення будь-яких потреб, адже він має 5 різних кухонь; та виставковий комплекс у вигляді планетарію.

За функціональним призначенням даний об'єкт відноситься до розділу не житлові будівлі та підрозділу – ресторани та будівлі для освітнього характеру.

За відповідальністю у відповідності до ДБН [35] будівля нормального рівня відповідальності. За безпекою технологічних процесів – екологічно

безпечне виробництво [34, 47], за агресивністю робочого середовища [44] – середовище слабкої агресії.

Комплекс збудований за каркасною конструктивною схемою [37]. Будівля опалювальна. Рельєф будівельної ділянки спокійний [38]. Гідрологічні умови площі комбінату характеризуються наявністю безнапірного водоносного горизонту. Глибина залягання рівня підземних вод становить 4 м.

Перший поверх комплексу призначений для розміщення кухарського обладнання і вміщає 5 різних кухонь, відокремлених одна від одної, задля зручності робочого персоналу. Поверх має висоту 3,3м, а відмітка першого поверху знаходиться на 6,2м над рівнем землі (на плані в осях “А”-“В” та “1”-“3”)

Другий поверх також поділений, і вміщує 5 секторів, кожен сектор відповідає своєму ресторану, із своєю кухнею.

Останній мансардний поверх – це планетарій, тому він має особливу покрівлю, а саме тонкостінну оболонку.

В результаті впровадження такої ідеї суміщення ресторанного та виставкового комплексу, планується приймати відвідувачів у ресторанний комплекс – до 432 чол., а у планетарну виставкову залу до 960 чол.

3.2. Об’ємно-планувальне рішення

Зазначена будівля має такі габаритні розміри: на плані в осях “1”-“6” – 43,9×43,9 м, висотою 18,6 м.

За кількістю поверхів – незмішаної поверховості. Будівля є триповерховою.

За кількістю прогонів – малопрогонна з прогоном 18 м

За матеріалом основних несучих конструкцій – із залізобетонним монолітним каркасом.

За системами опалення – будівлі, які опалюються (у тому числі з повітряною, центральною і місцевою системами опалення).

За системою освітлення – зі штучним освітленням (при відсутності світлопрозорих конструкцій у стінах і в покриттях) і природним, у тому числі комбінованим (за наявності віконних прорізів, ліхтарів, світлових ковпаків тощо).

За відносну відмітку +0,000 обрано рівень чистої підлоги.

3.3. Архітектурно-конструктивне рішення

Будівля має каркасну конструктивну схему [37, 49].

Основні конструктивні рішення:

- фундаменти – монолітні під окремо стоячі колони стаканного типу;
- колони – монолітні залізобетонні [31, 32];
- стіни – зовнішні не несучі, навісні скляні панелі;
- перекриття – монолітне залізобетонне;
- покриття – монолітне залізобетонне [32];
- сходові марши – монолітні залізобетонні;
- перегородки – гіпсокартонні.

Фундаменти залізобетонні [40] стаканного типу під окремо стоячу колону. Вертикальна гідроізоляція конструкцій, які торкаються до ґрунту, обмазка гарячим бітумом.

Навколо будівлі влаштовуються відмостка із піщаного асфальтобетону товщиною 30 мм по шару гравію. Ширина відмостки 1000-1500 мм.

Колони монолітні залізобетонні перерізами 500×500 мм, 600×600 мм, 800×800, 1000×1000 мм та 1500×600 мм. Перегородки гіпсокартонні 120–150 мм. Перекриття представлене монолітною плитою [32], товщиною 150мм.

Покриття виконано з монолітної оболонки, товщиною 80мм.

Покрівля утеплена, руберойдна. Склад покрівлі: водоізоляційний килим (наплавлений руберойд) – 5 мм; ефективний мінераловатний утеплювач – 100 мм; пароізоляція – 80 мм; залізобетонна оболонка – 80 мм.

Віконні отвори – металопластикові, двірні отвори – метало-дерев'яні.

Склад підлоги:: керамічна плитка; цементний розчин – 15 мм.

4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Розрахунок оболонки у ПК «Ліра САПР»

Для того, щоб почати роботу з ПК ЛІРА-САПР, виконуємо наступні команди в Windows: Пуск, Програми => ЛІРА-САПР. Наступним етапом, створюємо нову задачу, натиснувши на піктограму «Створити новий документ». Далі обираємо ступені свободи для розрахунку, а саме шість ступенів свободи, пункт 5.

Далі складаємо розрахункову схему:

→ Створюємо залізобетонну оболонку покрівлі, задаємо параметри:

$$r = 0.001; R = 25\text{м}; H = 12\text{м}; n_1 = 12; n_2 = 30; f_i = 360.$$

→ Отримали оболонку з діаметром 50м та висотою 12м. Назначимо жорсткість оболонки, зайшовши в меню жорсткості => жорсткості елементів => пластини. Задається наступні параметри та натиснемо ок,

→ Після цього виділимо нашу оболонку та призначимо їй дану жорсткість.

→ Далі задається плита перекриття. Створимо її за допомогою піктограми «тріангуляції і контури», вказавши чотирьох кутові елементи і їх розмір 0,5×0,5, а потім потрібно вказати контури майбутньої плити, Задається їх по контуру нашої оболонки і натискаємо ок, (рис. 4.1);

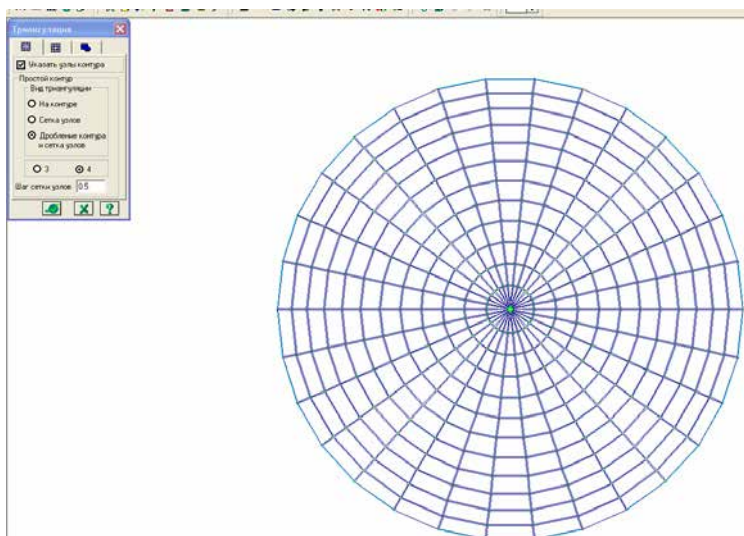


Рис. 4.1. Вигляд оболонки у плані у ПК «Ліра САПР»

→ Отримавши плиту перекриття, тепер потрібно задати її жорсткість, аналогічно як це робили для оболонки, тільки тепер зміняться деякі параметри;

→ Отриману плиту перекриття потрібно перемістити на 10см від оболонки, для завдання шарнірного з'єднання, адже плита не повинна сприймати розпір від оболонки. Для цього необхідно виділити плиту та натиснути на піктограму перемістити виділені об'єкти;

→ Вказуємо значення по осі Z (-0,1) та натискаємо ок.

→ Задається кільце, що буде сприймати розпір, для цього виділимо оболонку та натиснемо Вид => Фрагментація. З допомогою піктограми додати елемент, вкажемо розташування нашого кільця, а саме – по контуру оболонки;

→ Виділимо наше кільце розпору, та вкажемо його жорсткість: роздвинуті двотаври №30. Натиснемо назначити.

→ Задається шарнірне з'єднання розпірного кільця з плитою перекриття, для цього необхідно додати стержневий елемент між цими двома конструкціями, за допомогою піктограми додати елемент => стержень.

→ Після цього необхідно задати жорсткість стержня, за допомогою піктограми жорсткості. А тепер призначимо шарнір в верхній частині стержня, за допомогою піктограми шарніри.

→ Скопіюємо даний стержень з шарніром на всі вузли обпирання розпірного кільця на плиту перекриття. Для цього необхідно виділити наш стержень з шарніром, та за допомогою піктограми «копіювати виділені об'єкти» і другої вкладки в висвітленому меню вказати першим вузол відносно якого копіюємо, другий вузол – куди копіюємо.

→. Створимо отвір в плиті перекриття. Для цього виділимо вузли в центрі плити, необхідні для видалення, а саме розмір отвору 3×2,5 м та натиснемо Delete. Отримаємо такий вигляд (рис. 4.2);

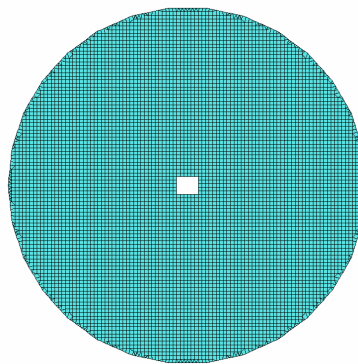


Рис. 4.2. Скінченно-елементна модель

→ Наступним етапом потрібно створити плити перекриття на другому та першому поверхах, для цього виділимо існуючу плиту перекриття третього поверху, за допомогою піктограми – виділити блок, та скопіюємо плиту перекриття так само як це ми робили для стержнів, але тепер задаються координати по осі Z (-3.3 та -6.6),

→ Далі створюються колони, на яких буде триматися конструкція, для цього скористаємося меню додати елемент. Вкажемо курсором два вузли між плитами перекриття першого та другого поверхів, ті що відповідають розміщенню наших колон у плані. Назначимо жорсткість нашій колоні. Інші колони скопіюємо, аналогічно.

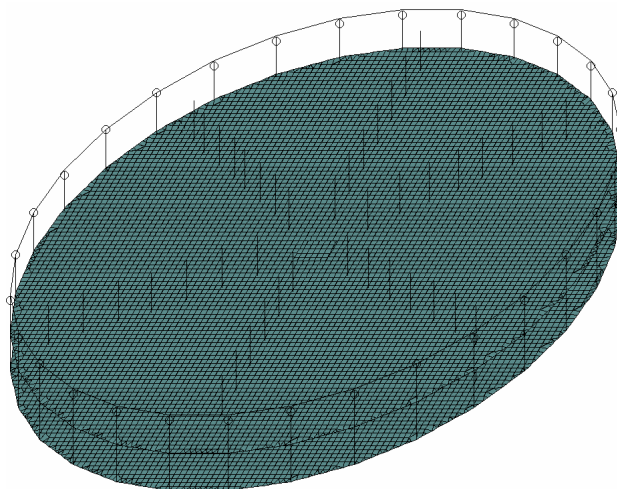


Рис. 4.3. Просторова модель із назначеними колонами

→ Задається жорстке з'єднання між колонами та плитами перекриття, для цього необхідно створити жорсткі вставки на стику колони з плитою перекриття. Задається жорсткість. Вкажемо два стержні довжиною 1м на

перехресті колони та плити перекриття, так щоб ці стержні не перетинали елемент плити перекриття по діагоналі (не створювали трикутних елементів). Скопіюємо ці два стержні для всіх колон (рис. 4.3).

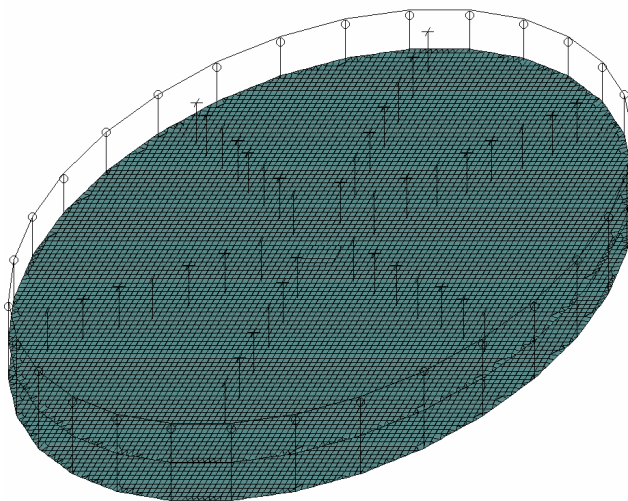


Рис. 4.3.

→ Створимо пілони. Для цього скористаємося меню створення плоских елементів та сіток, вкладкою – генерація балки-стілки. Задається розміри нашого пілона, кут повороту та вкажемо координату, відносно якої потрібно вставляти пілон. Назначимо жорсткість створеним пілонам: на першому та другому поверхах товщиною 0,5м, на цокольному 0,6м.

→ Задаються навантаження, що діятимуть на конструкцію.

→ 1-ше завантаження власна вага.

Щоб задати власну вагу потрібно поставити номер завантаження 1, і перейти в меню **Навантаження => Додати власну вагу**.

→ 2-ге завантаження. Для завдання наступного завантаження потрібно змінити номер завантаження на 2, виділити плиту перекриття 2-го поверху та призначити підраховане навантаження для даного типу приміщення, а саме $0,3\text{т/м}^2$. Для плит перекриття 1-го та третього поверхів навантаження відповідає $0,4\text{т/м}^2$.

→ 3-тє завантаження снігове на половину оболонки.

Завдання цього навантаження виконується шляхом виділення половини оболонки, та призначення снігового навантаження, згідно району будівництва [39], $P=0,088\text{т/м}^2$, (рис. 4.4);

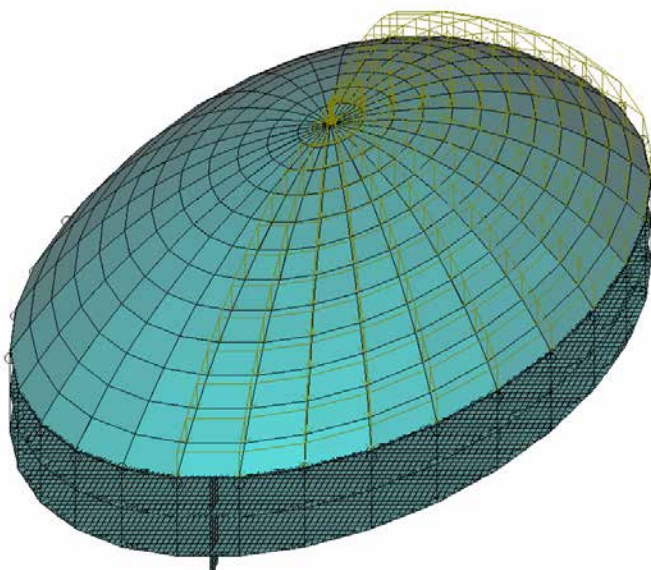


Рис. 4.4. Розрахункова схема оболонки із урахуванням снігового навантаження у відповідності до [39]

→ 4-те завантаження вітер. Виконується аналогічно до попередніх, але навантаження нерівномірно розподілене, а збільшується із збільшенням висоти, задається в напрямку осі ОУ і на половину конструкції, (рис. 4.26)

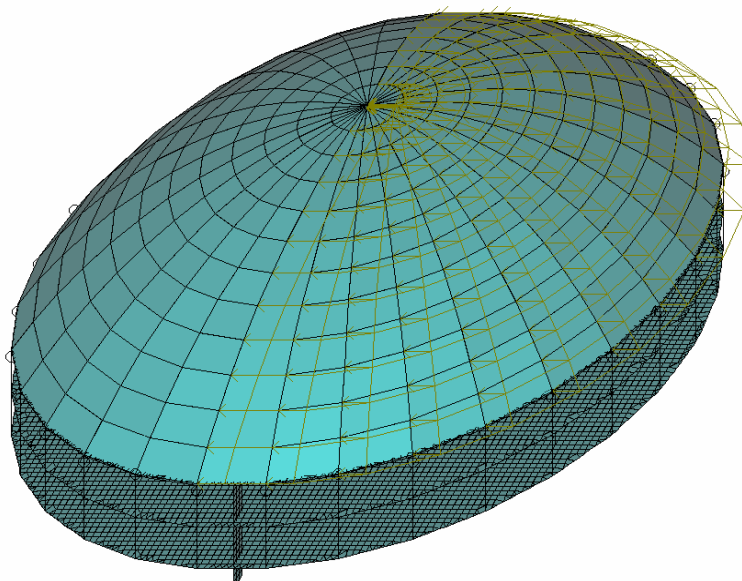


Рис. 4.5. Розрахункова схема оболонки із урахуванням вітрового навантаження у відповідності до [39]

→ 5-те завантаження снігове.

П'яте завантаження аналогічне до третього, але задається на іншу половину оболонки. Така розбивка необхідна для врахування дії снігу як на половину конструкції, так і на всю одночасно.

→ 6-те завантаження вітер.

Це завантаження аналогічне до 4-го, але його дія вже не на половину будівлі, а на чверть. Такий крок необхідний для врахування тісних умов будівництва, із урахуванням щільної забудови м. Слов'янська, (рис. 4.6);

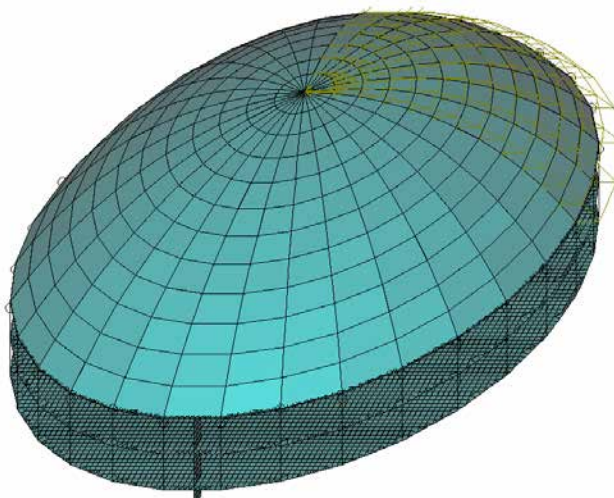


Рис. 4.6. Розрахункова схема оболонки із урахуванням вітрового навантаження у відповідності до [39]

→ Формуємо таблиці РСЗ (розрахункових сполучень зусиль), згідно того, як робили завантаження: 1-ше – постійне, 2-ге тривале, 3, 4, 5, 6 – короткочасне у відповідності до прикладів, наведених у [15, 50].

→ Упаковуємо схему, за допомогою меню **Схема => Корегування => Упаковка**.

→ Виконуємо розрахунок, за допомогою піктограми **Виконати розрахунок**

→ Після завершення розрахунку перейдемо до результатів. У цій вкладці ми переглядаємо переміщення, моменти, зусилля, які можуть виникнути у нашій конструкції.

→ Після цього перейдемо до армування елементів будівлі. Для цього потрібно перейти в меню по вкладці **Вікно => ЛІР-АРМ**. Відкриється нове вікно з нашою будівлею. Першим етапом потрібно вказати матеріали, які будуть використовуватися при будівництві.

→ Для стержневих елементів вибираємо тип – стержень, для всіх інших ми використовували оболонкові елементи.

→ Виділимо стержневі елементи, за допомогою поліфільтру, та призначимо їм типи матеріалу, натиснувши на піктограму **Назначити**.

→ Аналогічно робимо для оболонкових елементів.

→ Після призначення всіх матеріалів натиснемо на піктограму **Розрахунок арматури**, розрахунок будемо виконувати за таблицями РСЗ, які задали попередньо, та зачекаємо закінчення операції.

→ Коли розрахунок завершено, переходимо до аналізу та збору інформації. Програма ЛІР-АРМ (на базі комплексу Ліра САПР) показує для стержневих елементів відсоток армування та показує арматуру, яку вона вважає найкраще підходить для перерізу, щоб переглянути ці результати потрібно натиснути на відповідні піктограми.

→ Виписавши арматуру для стержневих елементів, перейдемо до армування оболонкових елементів. Для цього натиснемо на піктограму **Результати для пластин**, і ми побачимо зони з різними кольорами і шкалою, яка вказує який колір відповідає якому діаметру арматури і з яким кроком, а внизу є піктограми, які дозволяють змінювати шари арматури (верхній, нижній) та показувати поперечну арматуру (рис. 4.7)

→ Після підбору арматури можна починати конструювати, але для уточнення потрібно зробити ще один розрахунок – нелінійний статичний.

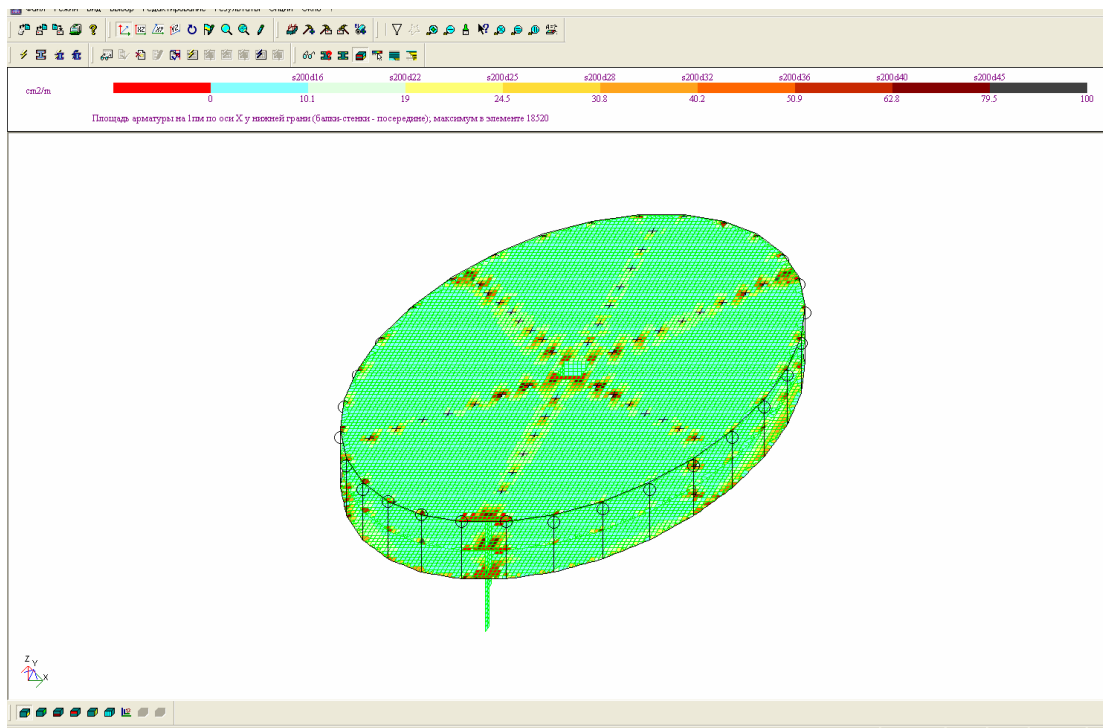


Рис. 4.7

4.2. Нелінійний статичний розрахунок оболонки у ПК «Ліра САПР»

Нелінійний розрахунок робиться на вже готовому статичному розрахунку, але для нього необхідно зробити деякі зміни у розрахунковій схемі. Він дає більш уточнені результати і сам розрахунок триває довше.

Для початку потрібно взяти нашу готову розрахункову схему та змінити всі жорсткості, за допомогою меню жорсткості, вибираємо наприклад пластину, змінити, та відмітити врахування нелінійності.

Наступним етапом потрібно призначити параметри матеріалів, для цього натиснемо на піктограму, яка так і називається, вкажемо наступні параметри: 21 закон експотенціальний (нормативна міцність); враховується армуючий матеріал; задаються фізико-механічні характеристики важкого бетону:

$$E_0 = 2750000 \frac{mc}{M^2}; \sigma(-) = 1890 \frac{mc}{M^2}; \sigma(+) = 163 \frac{mc}{M^2}.$$

Необхідно також вказати врахування армуючого матеріалу та перейти за вкладкою армуючий матеріал і зробити такі корегування: 11 закон експотенційний закон деформування; враховувати армуючий матеріал;

$$E_0(-) = 21000000 \frac{mc}{M^2}; \quad E_0(+) = 21000000 \frac{mc}{M^2};$$

$$\sigma(-) = 29062 \frac{mc}{M^2}; \quad \sigma(+) = 35180 \frac{mc}{M^2}.$$

Такі корегування необхідно зробити для всіх видів жорсткості.

Другим кроком потрібно видалити таблицю РСЗ, за допомогою меню **Навантаження => РСЗ => видалення таблиці РСЗ**. Тепер, коли таблиць не існує, змінимо тип скінченного елемента, для цього виділимо спочатку всі чотирикутні елементи за допомогою поліфільтру і перейдемо в меню **Схема => Корегування => Зміна типу скінченного елемента**, вибираємо 244 фізично-нелінійний чотирьохкутний елемент оболонки.

Змінюємо аналогічно тип скінченного елемента для інших елементів, а саме: стержні – №210; трикутні елементи – №242. Після призначення типу скінченного елемента, виконуємо розрахунок.

Задається параметри арматури, для цього перейдемо по цій вкладці і внесемо дані, що відповідають армуванню, зробленому при лінійному розрахунку.

Змоделюємо нелінійні завантаження, для цього перейдемо в меню **Навантаження => Моделювання нелінійних завантажень**. У висвітленому вікні вкажемо такі данні:

- номер завантаження – 1;
- врахування передісторії – ні;
- метод розрахунку – простий шаговий;
- друк – переміщення вузлів після кожного кроку;
- максимальне число ітерацій – 300;
- кількість кроків – 10;
- значення коефіцієнтів до навантажень по крокам – 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1;

Такі дані потрібно вказати для всіх шести завантажень, врахувавши лише передісторію для завантажень №2-6 (для всіх крім 1-го).

Натискаємо підтвердити і виконуємо розрахунок. Після завершення розрахунку перейдемо по вкладці результати розрахунку (рис. 4.8). В відчиненому вікні можемо переглянути переміщення відносно різних осей, мозаїку напружень, епюри, ізополя напружень. Всі ці дані можемо порівняти з результатами лінійного розрахунку. Відповідно до цих даних можемо вивести коефіцієнт, на який їх відрізняє, і зменшити діаметр арматури, взятої з лінійного розрахунку, на цей коефіцієнт. Таким чином ми уточнюємо діаметр, тим самим економимо на матеріалі.

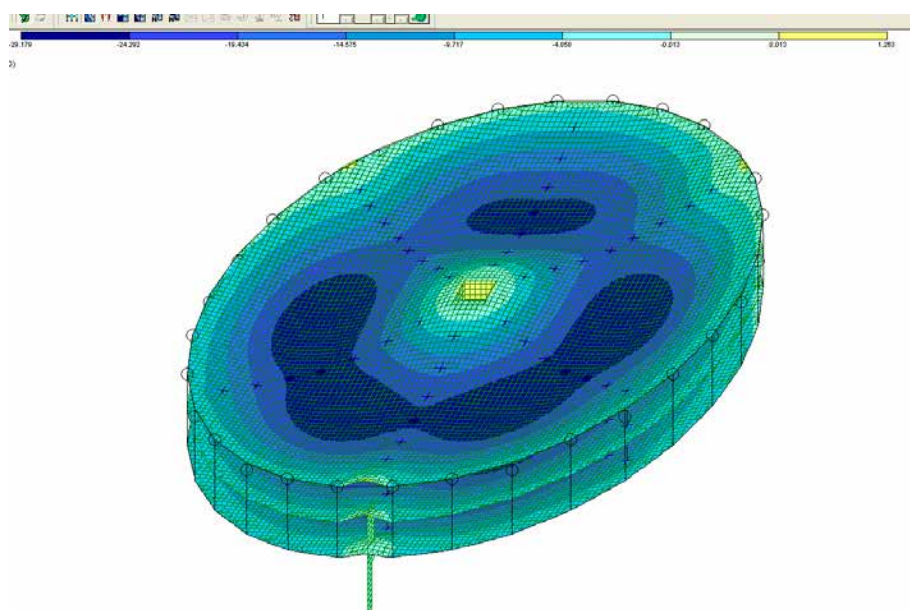


Рис. 4.8. Ізополя переміщень розрахованої моделі

Розрахунок фундаменту будемо виконувати у програмному комплексі Мономах 4.5. Перед тим як почати, нам необхідно зібрати деякі дані, що маємо з попереднього розрахунку, а саме навантаження, які діють від будівлі. Для того щоб переглянути їх, потрібно перейти у результати розрахунку і переглянути яке навантаження (зусилля) виникає у нижній частині пілон, це навантаження і буде основним для подальшого розрахунку фундаменту.

4.3. Розрахунок фундаменту у програмному комплексі «Мономах 2025»

Для початку розрахунку потрібно запустити програму Мономах => Фундамент. Почнемо з завдання матеріалів майбутнього фундаменту, для цього перейдемо в меню Данні => Матеріали і зробимо необхідні корегування у висвітленому вікні.

Наступним кроком потрібно вказати характеристики ґрунтів, для цього перейдемо в меню Данні => Ґрунти, вкажемо всі данні, згідно нашого завдання, для кожного шару ґрунту.

Потрібно також задати геометрію нашої колони, для цього аналогічно перейдемо в меню Дані => Геометрія і у висвітленому вікні виберемо тип перерізу нашої колони, її геометричні розміри та примикання до фундаменту;

Задається випуски, перейшовши у меню Дані => Випуски і зробимо такі корегування.

Останніми вихідними даними потрібно вказати навантаження, від усієї будівлі, яке отримали у ПК Ліра САПР.

Виконуємо розрахунок, після його завершення отримаємо результати у вікні Результати => Креслення та Результати => Пояснювальна записка.

Наводимо результати розрахованого армування колон будівлі запроектованого торгівельно-виставкового комплексу на рис. 4.9 –рис. 4.11.

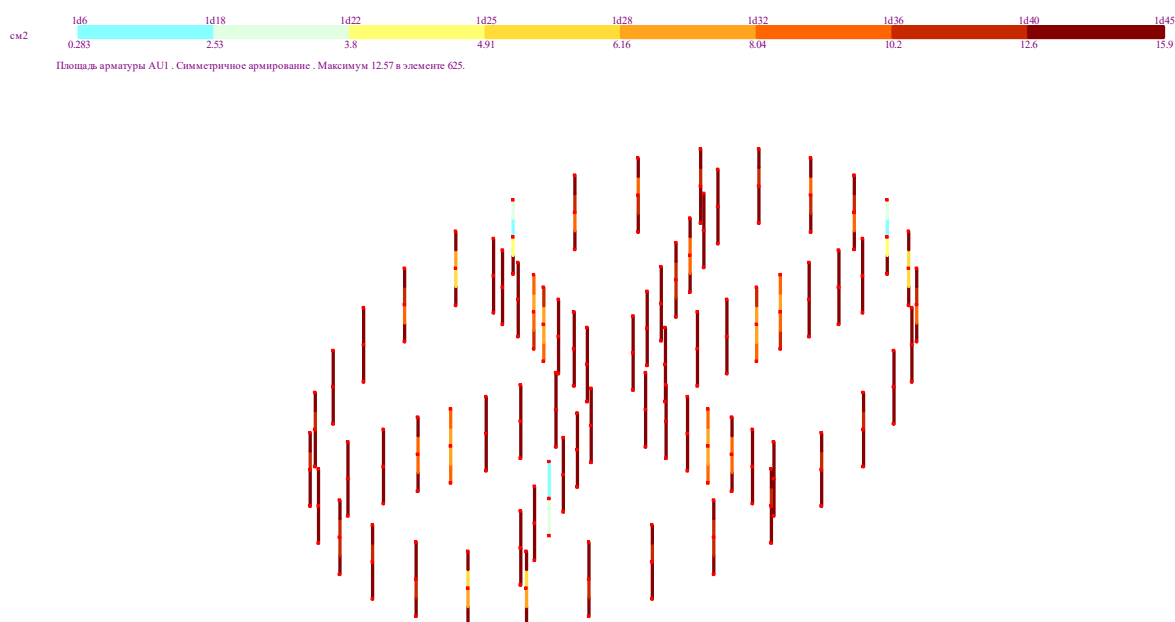


Рис. 4.9. Армування колон 1-го і 2-го поверху – по кутам колон

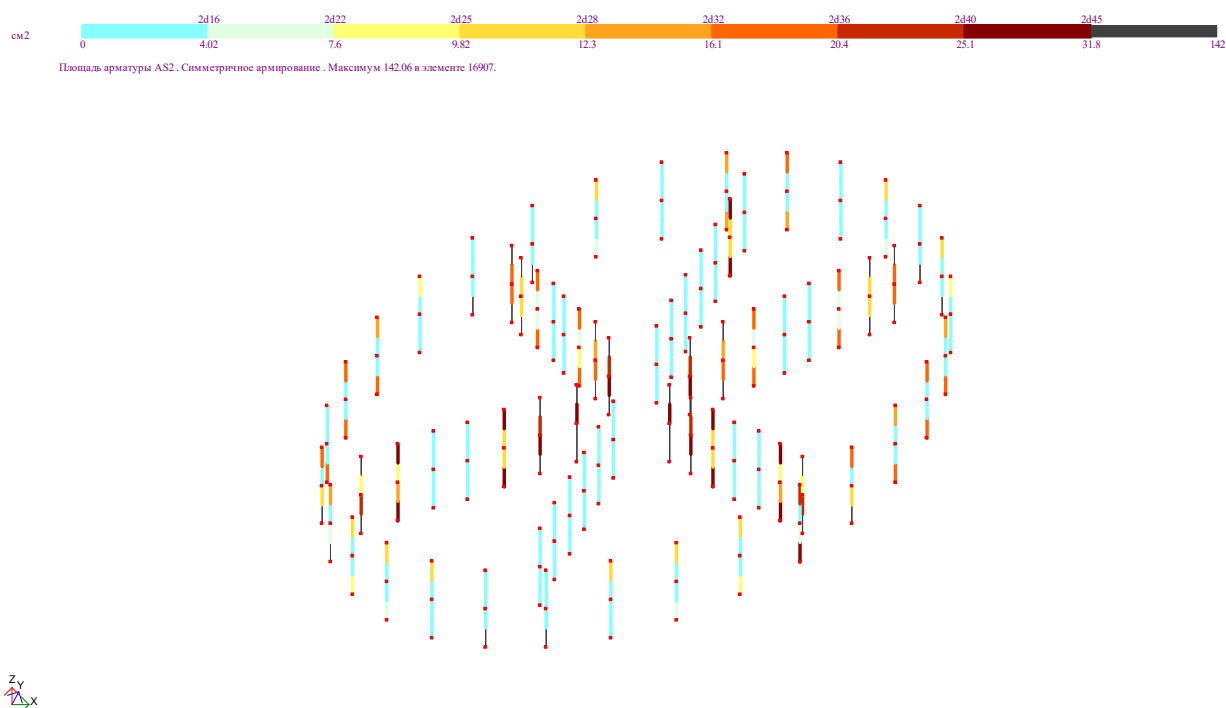


Рис. 4.10. Армування для колон 1-го і 2-го поверху – по центру колон

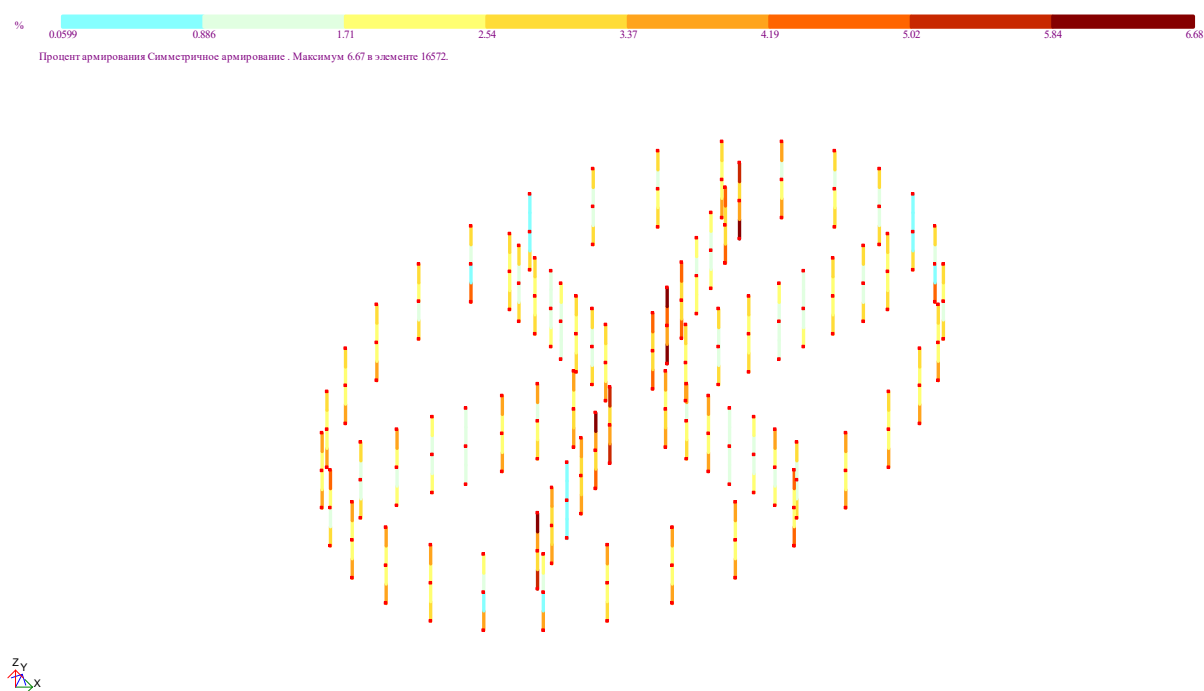


Рис. 4.11. Відсоток армування колон першого та другого поверхів

На рис. 4.12–4.14 наведено армування оболонки покриття торгівельно-виставкового комплексу

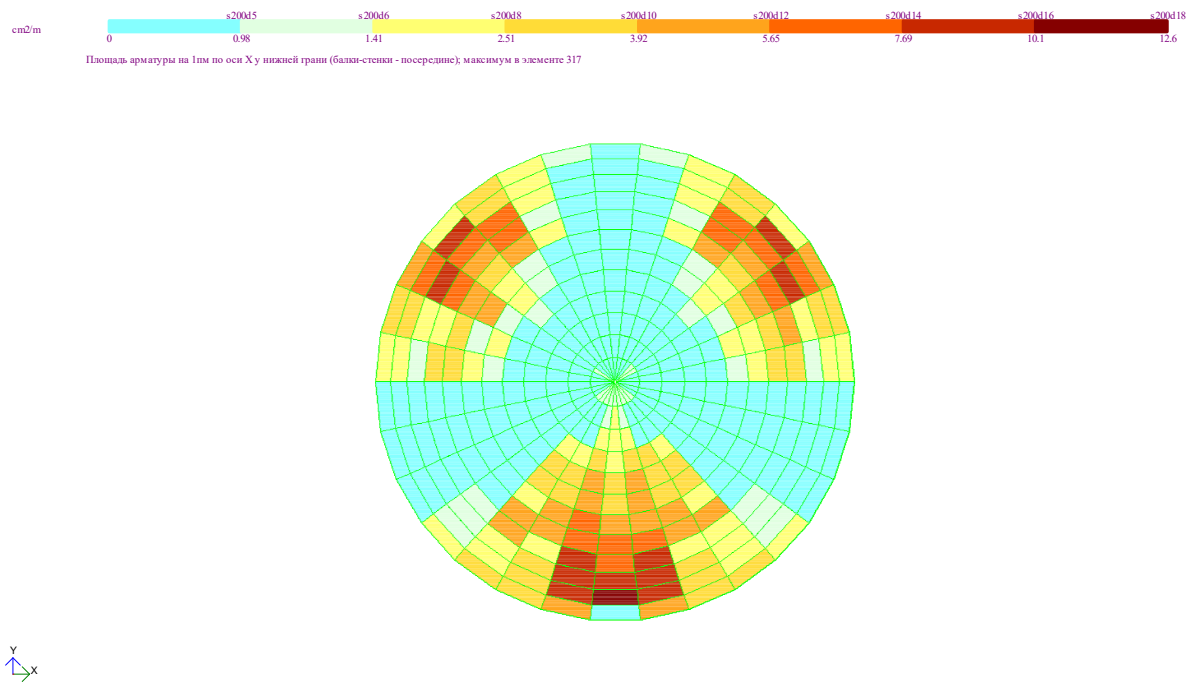


Рис. 4.12. Армования оболочки покрытия – нижний и верхний шар по оси X

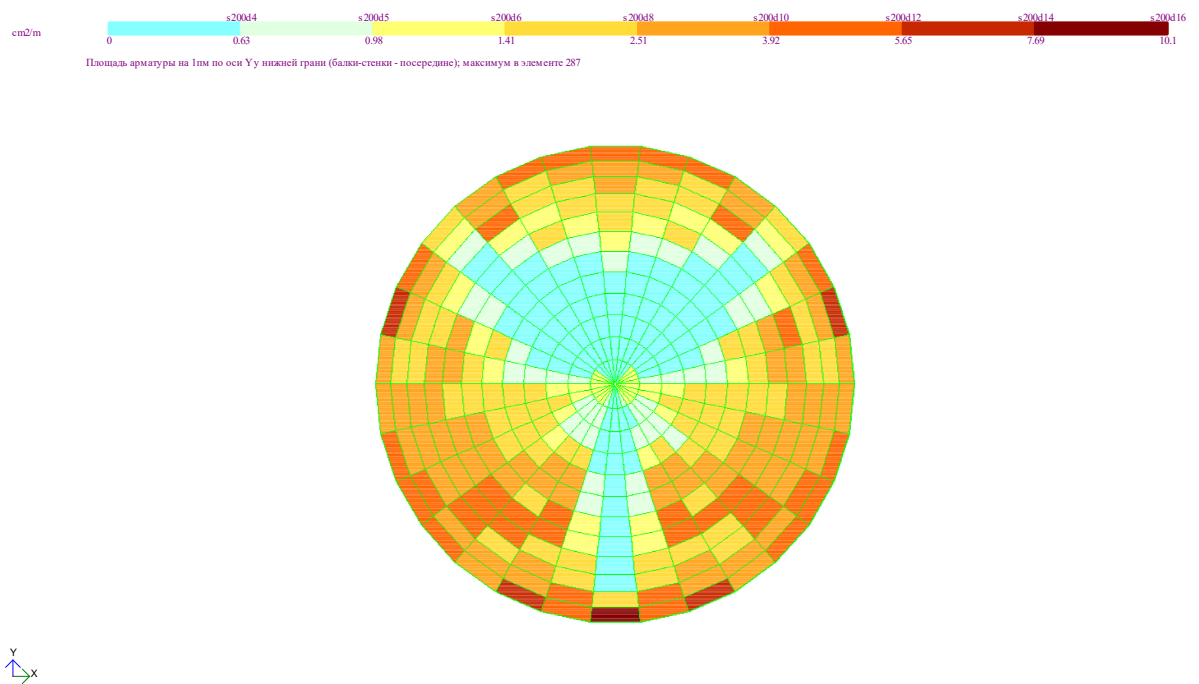


Рис. 4.13. Армования оболочки покрытия – нижний шар по оси Y

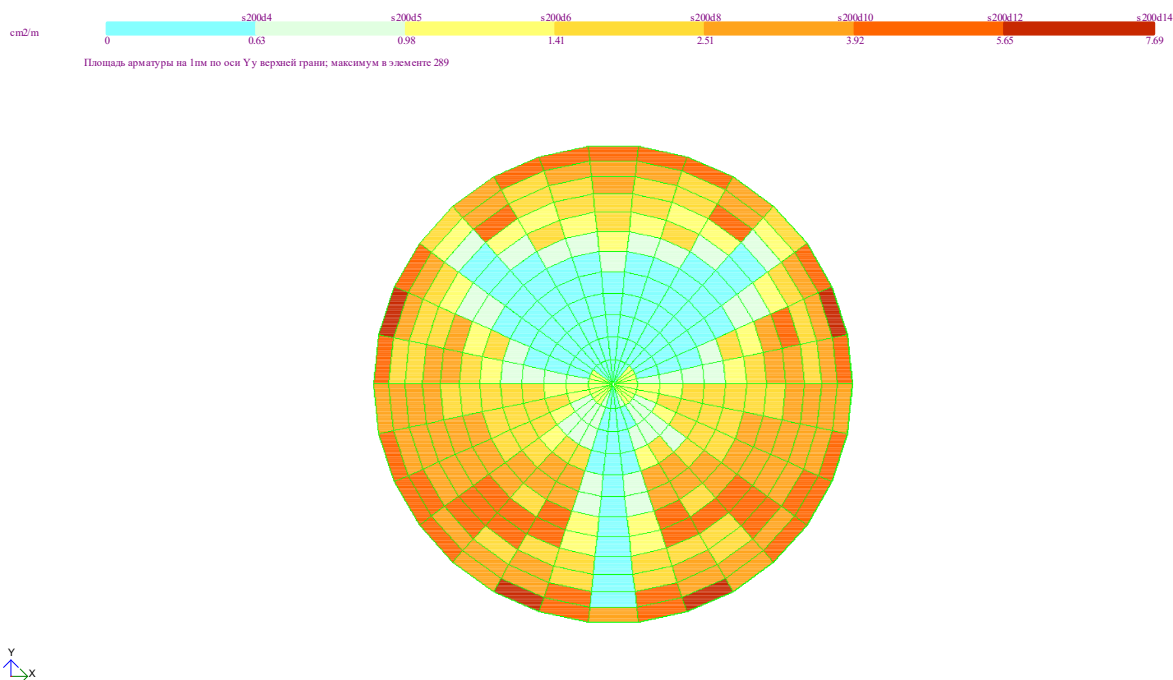


Рис. 4.14. Армування оболонки покриття – верхній шар по осі Y

На рис. 4.15 – 4.18 наведено результати армування залізобетонної плити перекриття, розрахованої у ПК «Ліра-САПР» у підпрограмі «Ліп-АРМ».

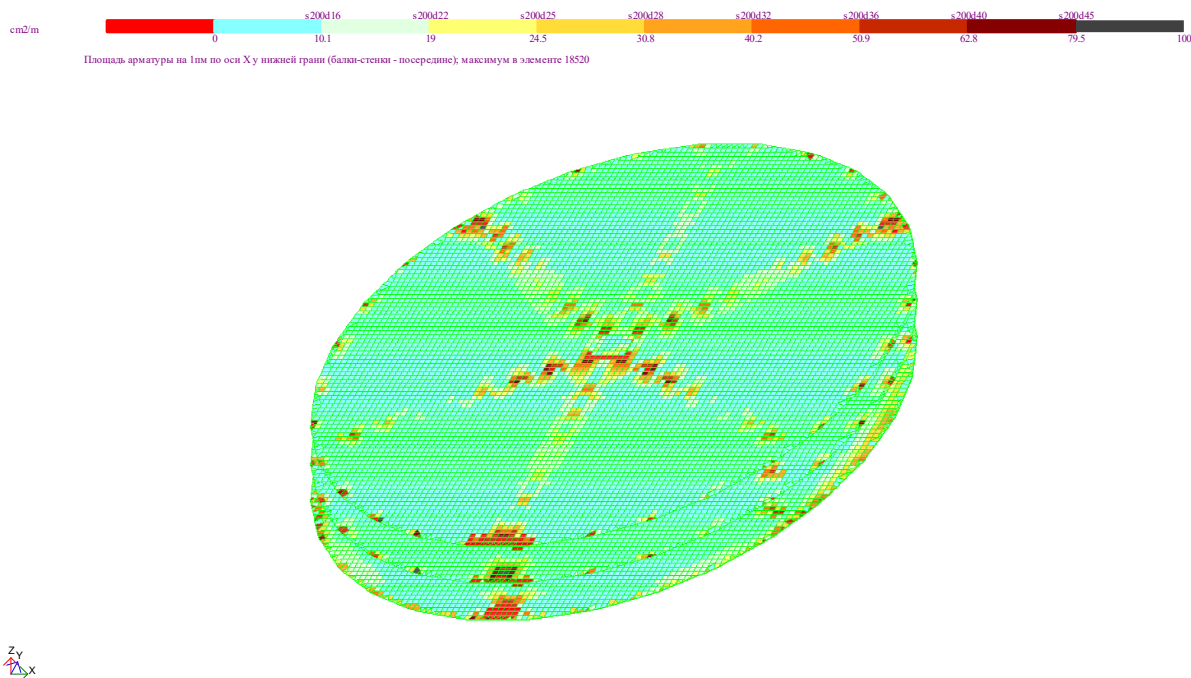


Рис. 4.15. Армування плити перекриття третього поверху, показаний , нижній шар по осі X

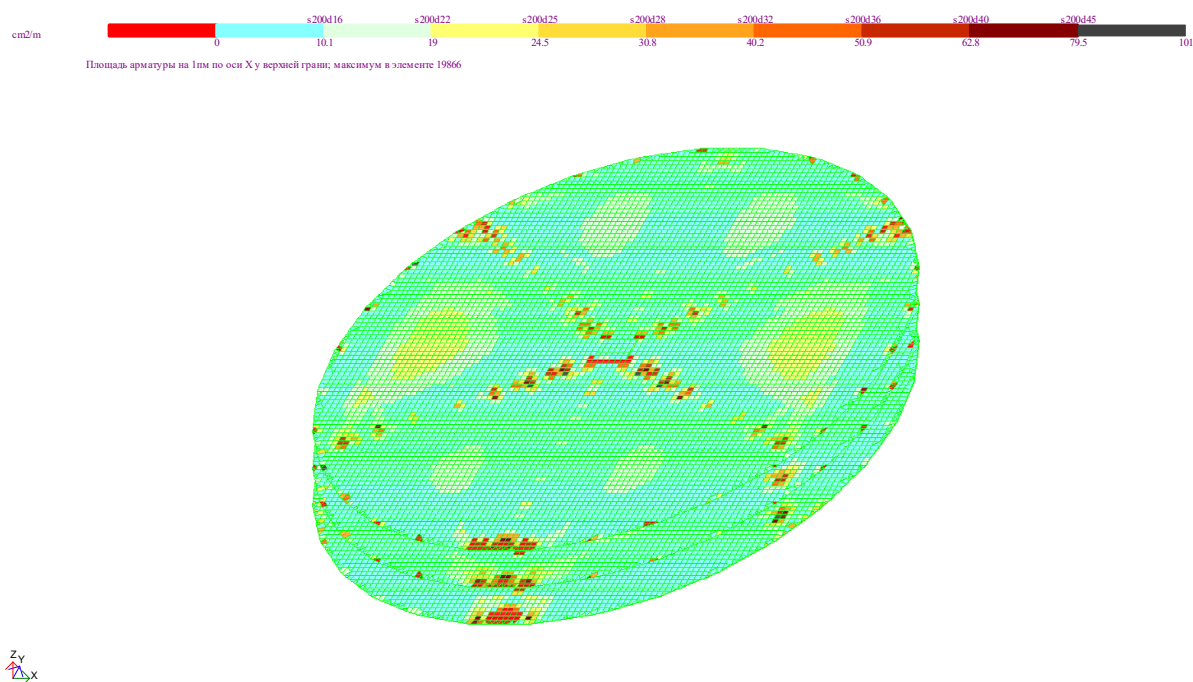


Рис. 4.16. Армування плити перекриття третього поверху,
показаний, верхній шар по осі X

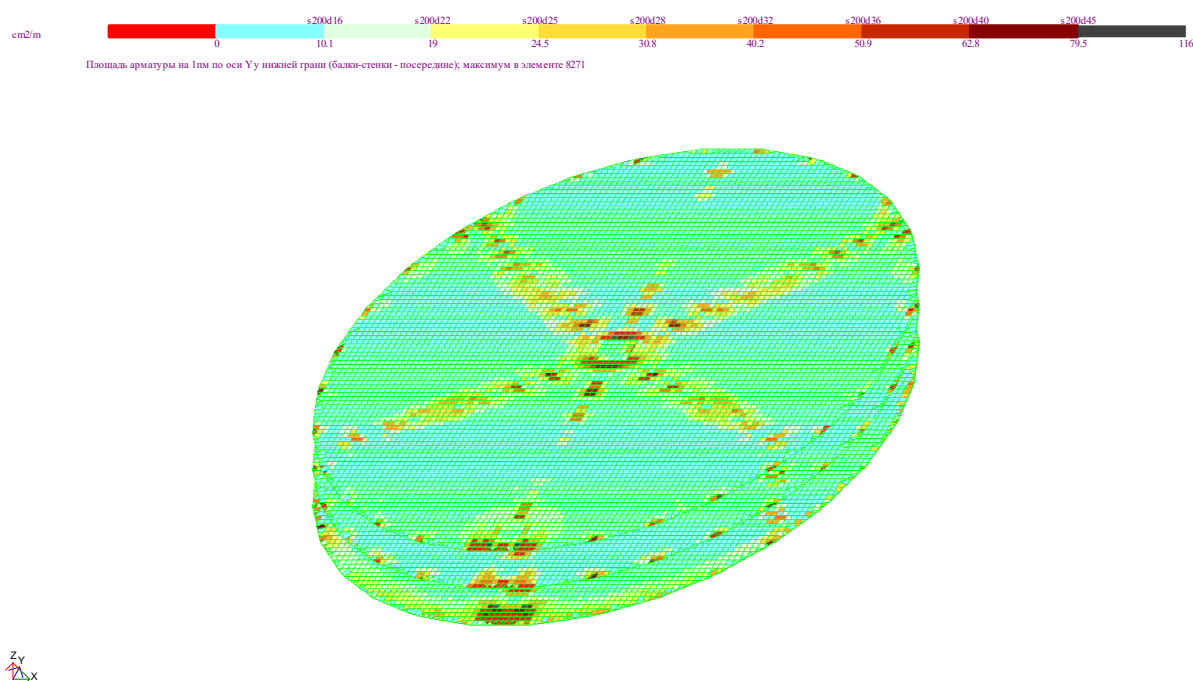


Рис. 4.17. Армування для плити перекриття
третьего поверху, нижній шар по осі Y

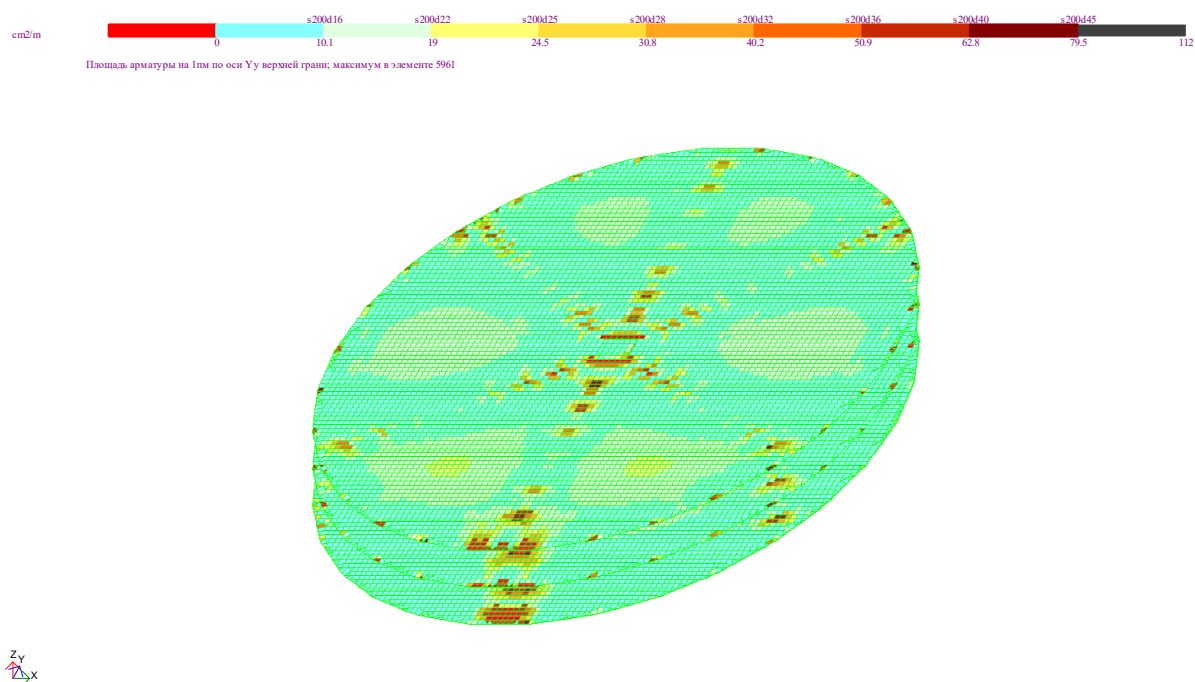


Рис. 4.18. Армування для плити перекриття
третього поверху, верхній шар по осі Y

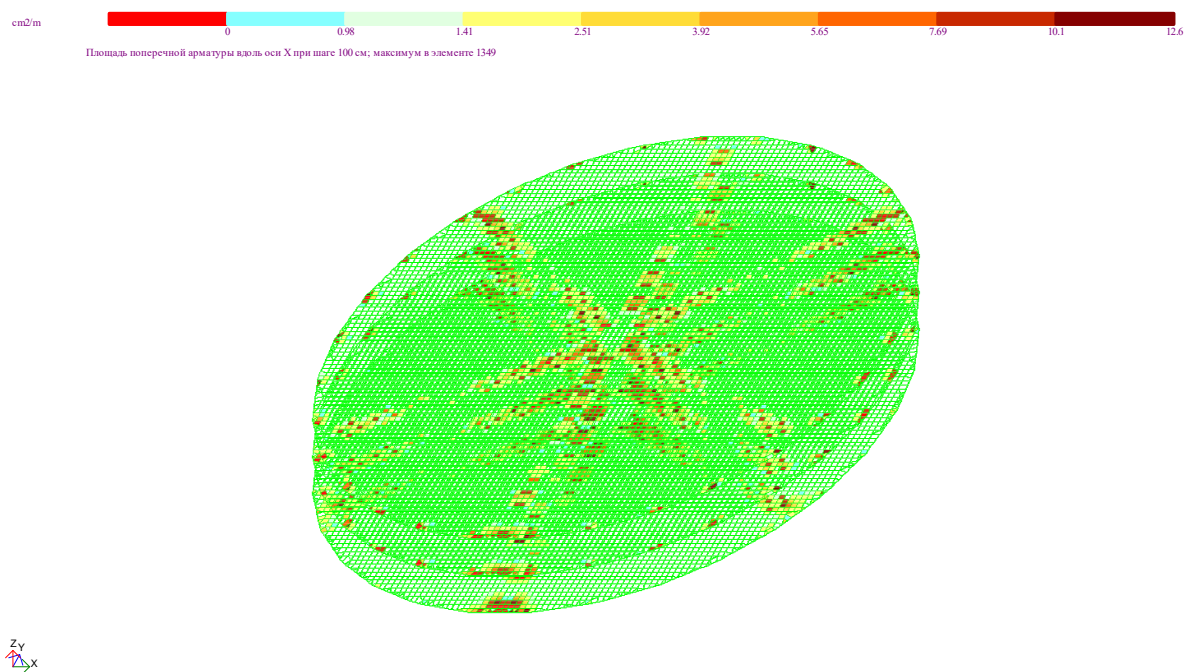


Рис. 4.19. Армування для плити перекриття
третього поверху, поперечні стержні

На рис. 4.20–4.25 показане армування по кутах залізобетонного ригелю.



Рис. 4.20. Нижнє армування по кутах залізобетонного ригелю

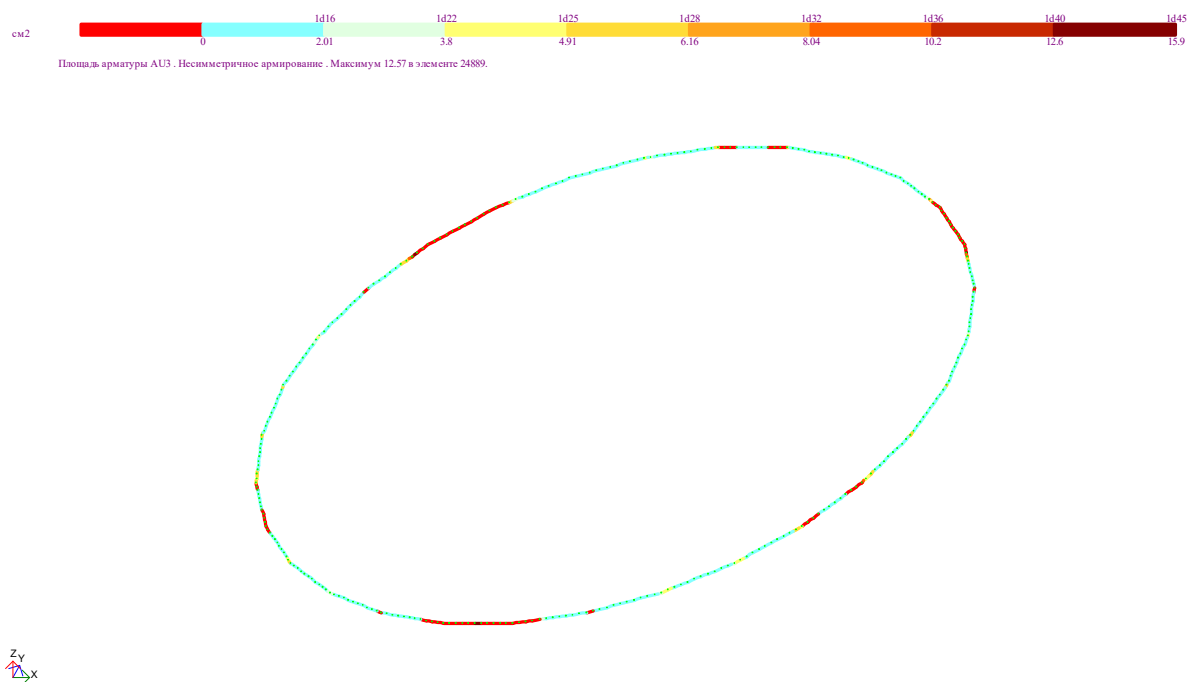


Рис. 4.21. Верхнє армування по кутах залізобетонного ригелю

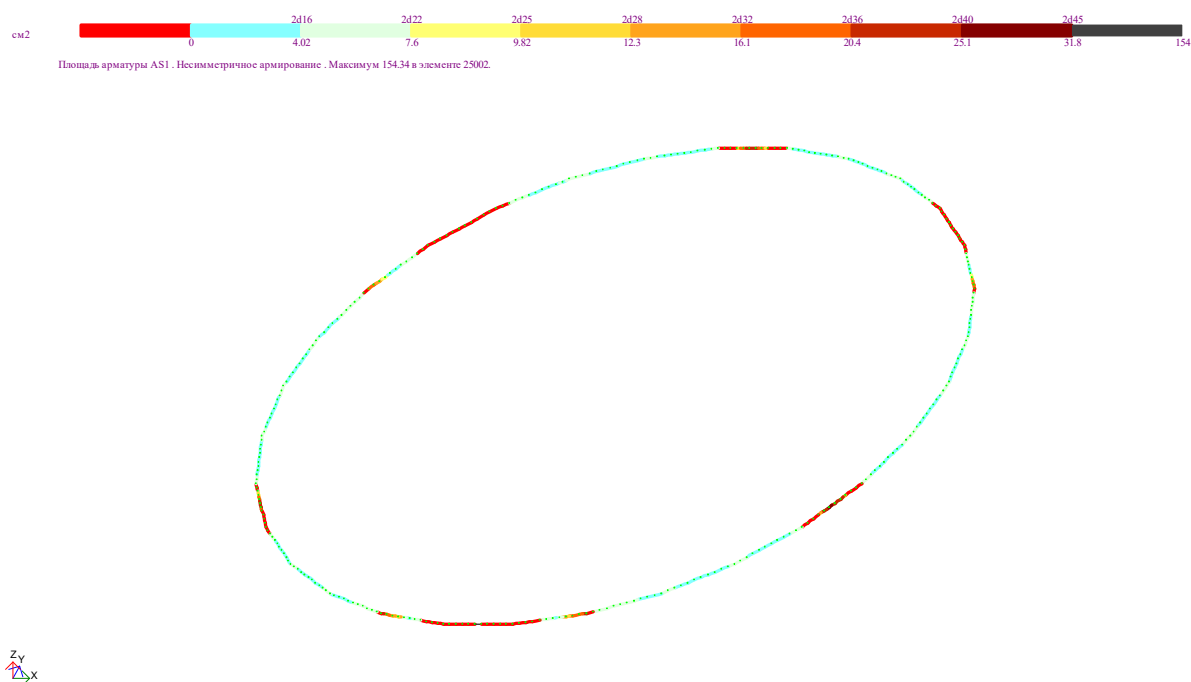


Рис. 4.22. Нижнє армування у середній частині залізобетонного ригелю

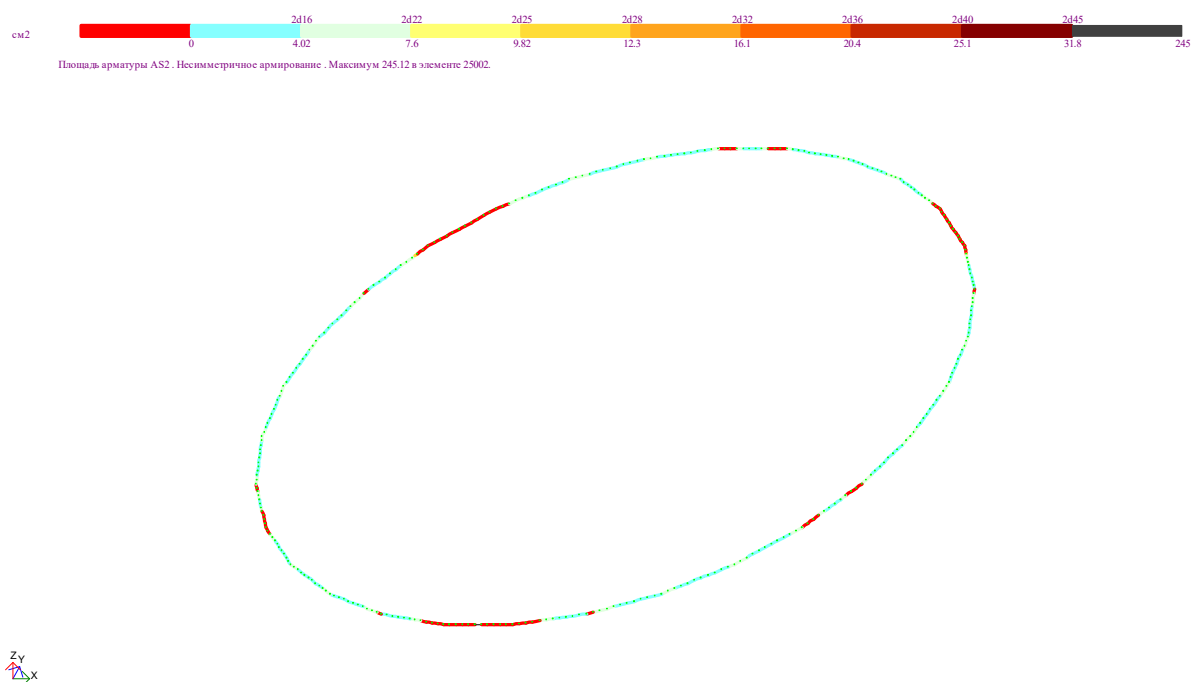


Рис. 4.23. Верхнє армування у середній частині залізобетонного ригелю

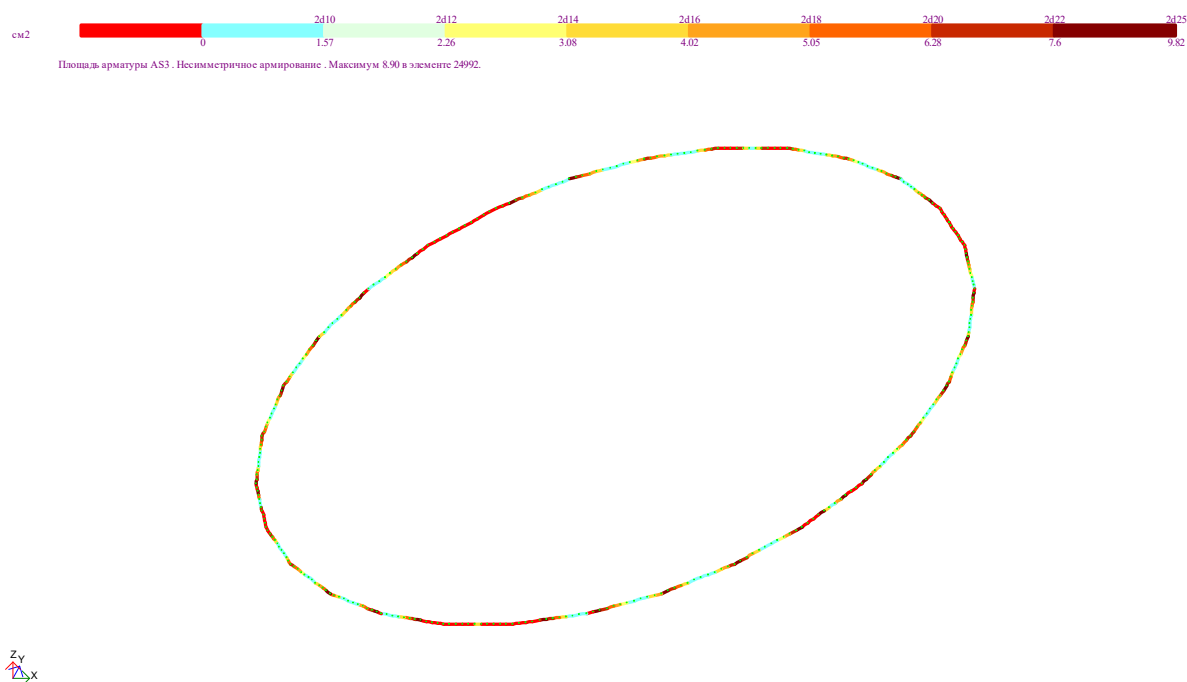


Рис. 4.24. Бокове арматура армування у середній частині залізобетонного ригелю



Рис. 4.25. Поперечне армування залізобетонного ригелю

Результати армування (рис. 4.9–4.25) використані у розробці конструкторських креслень, розроблених та графічних листах розрахунково-конструкторської частини проєкту.

5. ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

5.1. Основні вимоги до технічної експлуатації будівлі

Повинні бути забезпечені чотири головні групи якостей запроєктованого торгівельно-виставкового комплексу [3, 30, 35 та ін.]:

→ функціональна – будівля повинен щонайкраще відповідати своєму призначенню, а тому періодично необхідно робити перепланування, модернізацію і реконструкцію;

→ технічна – будівля повинен успішно протистояти зовнішнім і внутрішнім впливам, бути ремонтпридатним; тому необхідно стежити за технічним станом конструкцій, робити захист, посилення, а при необхідності – заміну;

→ архітектурна – будівля повинний щонайкраще відповідати положенню в забудові як об'єкт огляду його людьми, тому зовнішній його вид повинен бути завжди в відмінному, відповідному призначенню, розташуванню в забудові і т.п.;

→ економічна – реконструкція й експлуатація будинку повинні здійснюватися з мінімальними витратами сил і засобів.

Запроєктована будівля, відповідно до визначальних експлуатаційних вимог:

– має високу надійність, тобто виконує задані їй функції у визначених умовах експлуатації протягом заданого часу, при збереженні значень своїх основних параметрів у встановлених межах;

– є зручною і безпечною в експлуатації, що досягається раціональними плануваннями приміщень і розташуванням входів, сход, ліфтів, засобів пожежегасіння.

– є зручною і простою у технічному обслуговуванні і ремонті, тобто дозволяє здійснювати його на можливо великому числі ділянок, має зручні підходи до конструкцій, введення інженерних мереж без демонтажу і розбирання для оглядів і обслуговування з гранично низькими витратами на

допоміжні операції, дозволяє застосовувати передові методи праці, сучасні засоби автоматизації і механізації, збірно-розбірні пристрої для обслуговування важкодоступних конструкцій, а також має пристосування для кріплення кошиків, джерел струму та ін.;

- є ремонтпридатною, тобто конструкції будинку пристосовані до виконання усіх видів технічного обслуговування і ремонту без руйнування суміжних елементів і з мінімальними витратами праці, часу, матеріалів;

- має максимально можливий і близький еквівалентний для всієї конструкції міжремонтний термін служби;

- більш економічний у процесі експлуатації, що досягається застосуванням матеріалів і конструкцій з підвищеним терміном служби, а також мінімальними витратами на опалення, вентиляцію, кондиціонування, висвітлення і водопостачання;

- має зовнішній архітектурний вигляд, що відповідає його призначенню, розташуванню в забудові, а також приємний для огляду, причому внутрішнє оформлення будинку не забруднюється і легко піддається очищенню, відновленню.

Технічне обслуговування і ремонт (технічна експлуатація) будинків являють собою безперервний динамічний процес, реалізацію визначеного комплексу організаційних і технічних заходів по нагляду, уходу та усім видам ремонту для підтримки їх у справному, придатному до використання по призначенню стані в перебігу заданого терміну служби [3, 30 та ін.].

Першорядне значення в експлуатації будинків має своєчасний контроль їхнього технічного стану, перевірка справності будівельних конструкцій та інженерного устаткування. Такий регулярний, причому не тільки візуальний, але (при необхідності) й інструментальний контроль запобігає передчасному виходу будинку з ладу, дозволяє обґрунтовано планувати і проводити профілактичні заходи по їх заощадженню.

При проєктуванні, реконструкції будинку експлуатаційні якості визначаються вибором матеріалів, розрахунком конструкцій, об'ємно-

планувальним рішенням, інженерним устаткуванням відповідно до призначення будинку, Державними будівельними нормами і правилами (ДБН) і виділеними асигнуваннями.

При експлуатації будинку головне завдання полягає в підтримці передбачених проектом і матеріалізованих при будівництві експлуатаційних якостей на заданому рівні. Вони повинні цілком відповідати призначенню будинку, що забезпечується визначеними будівельними конструкціями й інженерним устаткуванням.

Таким чином, установленням значень параметрів експлуатаційних якостей (ПЕЯ) і розробкою інструкції з технічної експлуатації завершується проектування реконструкції будинків, за допомогою вироблених у проекті ПЕЯ контролюється їхнє зведення; по відповідності фактичних значень ПЕЯ проектному будинкові приймається в експлуатацію і шляхом підтримки ПЕЯ на заданому рівні здійснюється їхня технічна експлуатація протягом установленого терміну служби.

Ефективність експлуатації та її економічність залежать від багатьох факторів, зокрема значною мірою від професійної підготовки осіб, її здійснюючих, від їхнього уміння побудувати експлуатацію на науковій основі.

Особи, зайняті експлуатацією і ремонтом будинку, повинні добре знати його пристрій, умови роботи конструкцій, технічні нормативи на матеріали та конструкції, необхідні для ремонту. Вони за допомогою приладів, а також по зовнішньому вигляді й ознакам повинні вміти хоча б приблизно оцінювати технічний стан будинку й окремих його конструкцій, вміти виявляти уразливі місця, з яких може початися його руйнування, вибирати найбільш ефективні способи і засоби його попередження й усунення, не порушуючи по можливості, використання будинку по призначенню.

Ефективна експлуатація будинків, тобто постійний кваліфікований нагляд за ними, періодична оцінка їхнього технічного стану (діагностика пошкоджень) та попередження початку розвитку пошкоджень, своєчасне проведення профілактичного та відбудовного ремонтів можливі тільки при

вивченні конструкцій спорудження, особливостей його пристрою та роботи, експлуатаційних вимог та ступеня їхнього фактичного задоволення, уміння виявити уразливі місця, з яких можливо початок розвитку пошкоджень, та інше.

Працівники експлуатаційної служби повинні ретельно вивчати проект реконструкції будинку; у ході реконструкції контролювати якість виконання всіх робіт, вивчати отримані від будівельників виконавчі креслення й інструкцію з експлуатації будинку, вести на кожному спорудженні паспорт, журнал обліку технічного стану та інші документи, необхідні в процесі експлуатації БіС.

У проекті будівлі відповідно до вимог ДБН [35] передбачені вимоги щодо надійності, капітальності, довговічності і заданих умов експлуатації як усього будинку, так і окремих його елементів, з'єднань конструкцій та основ; це досягається вибором матеріалів і конструкцій, спеціальними захисними заходами для забезпечення вогнестійкості, морозостійкості, корозійної стійкості, захисту від конденсаційного зволоження та гниття, відводу води, провітрювання та т.п.

При проектуванні конструкцій передбачаються відповідно вимогам ДБН заходи для зменшення негативного впливу факторів, обумовлених провадженням робіт.

Вимоги ДБН зводяться до того, щоб величини зусиль, напружень, деформацій [41], переміщень, розкриття тріщин [20], а також величини зусиль від інших факторів та впливів не перевищували граничних значень, установлених нормами [32, 48]. При цьому у розрахунках враховуються ймовірні несприятливі характеристики матеріалів та можливі вигідні величини та сполучення навантажень і впливів [39], а також умови експлуатації й особливості роботи конструкцій та основ, при дотриманні усіх вимог нормативних документів, стандартів, технічних умов, пропонованих до якості матеріалів, виробів, провадженню робіт, а також до експлуатації БіС.

Досягнення конструкціями граничних станів, установлених нормами [32, 48, 48], не представляє небезпеки для людей, але служить межею, по досягненні якої будівля на може більше використовуватися по своєму призначенню без проведення спеціальних відновлюючих робіт. Щоб повніше врахувати особливості дійсної роботи матеріалів, елементів та з'єднань конструкцій і основ, а також будинку в цілому, при розрахунках вводиться коефіцієнт умов роботи n , а щоб компенсувати недостатню вивченість роботи граничних станів окремих видів конструкцій та основ, вводиться коефіцієнт надійності K_n , коефіцієнт несприятливих сполучень навантажень та впливів k_n , коефіцієнт перевантаження k_p та інше, чисельні значення яких установлені нормативними документами по проектуванню конструкцій, основ, БіС.

Для використання будинків за призначенням у них повинні підтримуватися необхідні температурно-вологістні умови та визначений комфорт, що забезпечуються не тільки справними будівельними конструкціями, але й діючими системами теплопостачання та каналізації. На створення таких умов у будинках і підтримка будівельних конструкцій та інженерного устаткування в справному стані спрямована діяльність експлуатаційної служби.

До методів контролю фізико-технічних параметрів будинків відносяться: спостереження за тріщинами в конструкціях, контроль місцевих і загальних деформацій, а також визначення: міцності конструкцій; товщини трубопроводів при контролі за корозією; вологості деревини й інших матеріалів; товщини лакофарбових покриттів; повітропроникності стиків та конструкцій; теплозахисні якості конструкцій: звукоізолююча здатність

конструкцій, що обгороджують; місць пошкодження схованої гідроізоляції.

5.2. Цілі та задачі технічної експлуатації

Кожний будівля та споруда споруджується та використовується для певних цілей. Ці цілі визначають основні вимоги, які враховуються при

проектуванні та будівництві будинків та споруд: конструктивна схема, застосування тих чи інших будівельних матеріалів, кількість поверхів, об'ємно-планувальні рішення і т.д. [3, 35]

Між спорудженням будинку (вишукування [2], проектування та будівництво) та процесом його використання існує прямий та зворотній зв'язок. Експлуатаційна природність будинку або споруди, надійність та довговічність його конструктивних елементів та інженерних систем визначаються на стадії проектування та будівництва. При цьому повинні враховуватися методи експлуатації, можливість доступу до окремих елементів інженерних систем та конструкцій для їх наладки, ремонту та заміни. Таким чином, проектні рішення, якість будівництва будинку чи споруди визначають його споживчі якості. Саме в цьому заключається прямий зв'язок.

У результаті зміни навколишнього середовища під впливом людини, науково-технічного прогресу, підвищення життєвого рівня населення технологія виробничих процесів та використання жилих, масового використання та адміністративних будинків постійно змінюється. З цього випливає, що в період використання будинків та споруд з'являються нові вимоги щодо проектування та будівництва споруд, конструктивних елементів та інженерних систем, тобто існує зворотній зв'язок між використанням та створенням будинків та споруд.

Таким чином, задачі експлуатації будинків та споруд можна визначити як комплекс заходів, що забезпечують комфортне та безвідмовне використання його приміщень, елементів та систем для визначених цілей на строк не менше нормативного строку служби [30].

У свою чергу весь цей комплекс поділяється на два великих розділи, що охоплюють обслуговування будинків та споруд та їх технічну експлуатацію.

Коли кажуть про строк служби будинку чи споруди, то мають на увазі термін його безвідмовної дії. Як правило, термін безвідмовної роботи елементів будинку чи споруди, їх систем або приладів не однаковий. При визначенні нормативних строків служби будівлі приймають безвідмовний строк служби

основних несучих елементів: фундаментів та стін. При цьому може мати місце той факт, що строки служби окремих елементів будівлі у 2–3 рази менший нормативного строку служби самої будівлі. Безвідмовне та комфортне використання будівлі вимагає на протязі всього строку його експлуатації виробництва повної заміни відповідних елементів або систем будівлі.

Зміст технічної експлуатації складає комплекс технічних заходів, що забезпечують безвідмовну роботу всіх елементів та систем будівлі на протязі не менше ніж нормативний строк їх служби.

Комплекс вказаних заходів охоплює:

- поточний планово-попереджувальний ремонт та наладку устаткування;
- непередбачувальний поточний ремонт;
- капітальний планово-попереджувальний ремонт;
- непередбачувальний капітальний ремонт.

Для організації, планування та фінансування ремонтів важливо знати їх принципи альні відмінності, що заключаються не тільки в об'ємах та характері робіт, але і в різних цілях.

Поточний ремонт попереджує передчасний знос конструкції. Із цього випливає, що він не змінює фізичного стану конструкції. Проведення заходів з приводу поточного ремонту як би має за мету консервацію конструкції в її проектному положенні. На перший погляд може здатися, що ці заходи не мають істотного значення для забезпечення нормативного строку служби конструкції. Але несвоєчасне проведення робіт з поточного ремонту може викликати значні додаткові витрати на капітальний ремонт [3].

На практиці немає чіткої відмінності між роботами, що робляться при виконанні поточного або капітального ремонту, але принципова відмінність полягає в меті, що переслідується тим або іншим ремонтом.

Часто до поточного ремонту відносяться незначні об'єми із заміни окремих конструкцій. Також до поточного ремонту відносяться також роботи з наладки інженерних систем та устаткування. Своєчасне проведення таких

робот забезпечує раціональне використання енергії та води, а також попереджає передчасний вихід з ладу всієї системи.

Поточний ремонт повинний проводитися в планово-попереджувальному порядку, в строки, що попереджують порушення нормальної роботи елементів конструкцій.

Важливе значення для забезпечення нормативних строків служби має проведення планово-попереджувальних капітальних ремонтів. Задачею цих ремонтів являється ліквідація фізичного та морального зносів конструкцій та інженерних систем будівлі. Забезпечення надійності будівлі в основному здійснюється за рахунок періодично здійснюваних планово-попереджувальних ремонтів.

Капітальний ремонт в свою чергу має за мету ліквідацію фізичного зносу конструкцій або інженерних систем. Для ліквідації морального зносу потрібні значні затрати та здійснення великих об'ємів робіт. Часто такі роботи пов'язані зі зміною призначення приміщень, перерозподілу навантажень, влаштуванням нових, раніше відсутніх інженерних систем або заміною матеріалу конструкцій. Такі роботи повинні виконуватися при реконструкції будівель та фінансування за рахунок коштів, що виділяються на нове будівництво.

Періодичність поточного та капітального ремонтів конструкцій та устаткування, потреба в наладці інженерних систем та устаткування і кінцевому рахунку обумовлена строком їх служби.

5.2.1. Експлуатаційні вимоги до будинків та споруд, їх конструкцій та устаткуванню

Кожний будівля чи споруда повинні задовольняти експлуатаційним, технічним, економічним та архітектурно-художнім вимогам.

Функціонально будівля повинна як найбільш відповідати своєму призначенню, забезпечувати задані технологічні, санітарно-гігієнічні, економічні та інші умови її експлуатації на протязі нормативного строку служби. Такі вимоги забезпечуються на стадії проектування вибором

відповідної кількості необхідних розмірів приміщень, устаткування, шляхів евакуації та транспорту, енергозабезпечення та інших систем та устаткування. Для забезпечення заданих експлуатаційних якостей необхідне правильне врахування природно-кліматичних умов, правильна орієнтація будівлі, відповідний розрахунок інженерних та санітарно-технічних пристроїв, устаткування засобами зв'язку, достатня освітленість, відповідний температурно-вологий режим і таке інше.

У технічному відношенні будівля та її елементи повинні відповідати вимогам міцності, стійкості, довговічності та вогнестійкості. Міцність та стійкість будівлі залежать від міцності та стійкості його конструкцій, надійності взаємного їх зв'язку, що забезпечує просторову жорсткість будівлі, а також залежить від надійності основи.

Довговічність будівлі забезпечується застосуванням для несучих та огорожувальних конструкцій морозо-, волого-, біо- та корозійно-стійких матеріалів або відповідним захистом недостатньо стійких матеріалів.

Протипожежні вимоги, що висуваються до будівель, встановлюють необхідний ступінь вогнестійкості самої будівлі, яка визначається групою запалювальності та межею вогнестійкості його основних несучих конструкцій та будівельних матеріалів в залежності від функціонального призначення.

Економічність будівлі вимірюється капітальними затратами, що були витрачені на будівництво, та сумою експлуатаційних затрат за нормативний строк служби будівлі.

5.3. Дефекти й ушкодження сталевих конструкцій і рекомендації з їхнього захисту

У процесі експлуатації кожна споруда є під впливом двох груп факторів: зовнішніх або природних [39] і внутрішніх, зв'язаних з функціональним процесом, що відбувається усередині споруди. Природні фактори досить різноманітні. У промислових містах досить високий рівень забруднення атмосфери, що впливає на стан металевих конструкцій.

В атмосфері є пил і газы, що сприяють руйнуванню окремих елементів будинків. Забруднене повітря, особливо в сполученні з вологою, викликає передчасний знос, корозію або забруднення, розтріскування і руйнування, зниження міцності матеріалів.

Основними забруднювачами повітря є продукти згоряння різного палива. Продуктами згоряння палива є вуглекислий (C_2) і сірчистий (SO_2) газы. При розчиненні вуглекислого газу у воді утвориться вуглекислота. Джерелом сірчаноокислого газу є сірка. Сірчистий газ SO_2 під впливом сонячного світла й інших факторів досить швидко окисляється в ангідрид SO_3 і при з'єднанні з вологою переходить у сірчану кислоту H_2SO_4 , що досить агресивна до будівельних матеріалів.

5.4. Особливості технічного обслуговування будівлі

Найбільш характерними та важливими особливостями експлуатації будівлі є перераховані нижче [3]:

- вибірковий ремонт конструкцій та інженерного обладнання, оскільки будівля бібліотеки складається з різних за довговічністю та зносу матеріалів;
- доступ до конструкції в наземній частині та зовні й зсередини, що полегшує огляд, діагностику пошкоджень, визначення місць та об'ємів ремонтних робіт;
- зберігання проектних умов для основ, захист їх від підтоплення, зволоження та промерзання;
- захист конструкцій від вологи як першопричина їх промерзання та руйнування, оскільки стіни та фундаменти будинку схильні до промерзання, особливо після їх зволоження;
- захист покриття покрівлі, оскільки вона виконує важливі для зберігання експлуатаційних властивостей будівлі функції та знаходяться в особливо жорстких умовах, тому що піддаються багаточисленним механічним, фізико-хімічним та температурним впливам, а також недопустимим впливам при зчищенні снігу та збиванні ожеледі лопатами;

→ зберігання та відновлення герметичності огорожуючих конструкцій, сходинок, кліток, входів тощо;

→ підтримання на достатньому рівні зовнішнього вигляду будівлі.

Руйнування навантажених конструкцій проходить три стадії: стадію зароджування тріщин в місцях великих концентрацій напружень та різних дефектів, стадію повільного їхнього розвитку та стадію лавиноподібного руйнування при досягненні критичних напружень [3, 4].

Джерелами руйнування частіше за все є конструктивні та технологічні концентратори напруг, такі як початкові тріщини, дефекти зварки, місця різких змін перерізів, стики конструкцій і т.д. Початок руйнування обумовлюється такими факторами: висока вологість, низька температура, скупчення снігу, пилу, бруду, забруднення повітря пилом.

Високоякісне, бездефектне проведення реконструкції [4, 21], здійснення якого є важливою задачею, визначає раціональну експлуатацію споруди, мінімальні затрати сил та засобів на неї, тому необхідно підвищити вимоги при прийомі будівлі в експлуатацію, що передбачено керуючими документами.

6. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

6.1. Склад комплексного технологічного процесу

Комплексний процес зведення бетонних і залізобетонних конструкцій складається із влаштування опалубки, армування конструкцій, бетонування, вистоявання бетону в забетонованих конструкціях, розпалублення та влаштування захисту. Процес бетонування, що складається з укладання й ущільнення бетонної суміші, в багатьох випадках є ведучим, з яким погоджують виконання інших процесів.

До технологічного комплексу процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій належать заготівельні, транспортні та монтажньо-укладальні (основні) процеси [51, 52].

Заготовчі процеси – виготовлення опалубки, заготування ненапруженої і напруженої арматури, збір арматурно – опалубочних блоків приготування бетонної суміші – виконують, як правило в спеціально обладнаних цехах, установах або на заводі.

Опалубку, арматуру, блоки і бетонну суміш до об'єктів, що будується доставляють звичайними або спеціальними технологічними транспортними засобами.

До монтажно – укладальних процесів відносяться : установка опалубки і арматури, монтаж арматурних і арматурно – опалубочних блоків, подача, розподіл і ущільнення бетонної суміші, догляд за вкладеним бетоном, натягання арматури і ін'єкціювання розчинної суміші в канали (при становленні попередньо напружених конструкцій), розпалубкування готових конструкцій і їх оздоблення.

Зведення монолітних залізобетонних конструкцій досить трудомісткий процес. Добовий виробіток одного працівника на бетонних та залізобетонних роботах становить 0,5...2 м³. Серед складових трудомісткості на влаштування опалубки припадає 30...60 %, на армування конструкцій – 15...35%, на бетонування – 20...45 % загальних витрат праці; до 20 % робітників виконують

допоміжні операції. Багато операцій ще виконують вручну за допомогою ручного чи механізованого інструменту [51].

Підвищення ефективності бетонних і залізобетонних робіт забезпечують підвищенням технічного рівня кожного окремого процесу, їхнім взаємним узгодженням і комплексною механізацією. Важливим завданням технології монолітного бетону і залізобетону на майбутнє є зниження частки ручних робіт.

6.2. Влаштування опалубки

Опалубка разом з допоміжними приладами служить для придання конструкції проєктної форми, заданих розмірів і положення у просторі. В опалубку вкладають бетонну суміш і витримують в ній до твердіння. Таким чином, опалубка має тимчасове призначення, її знімають після досягнення бетоном необхідної міцності. Останнім часом все більше поширення має опалубка, яка після бетонування конструкції залишається в її тілі в якості монолітно зв'язного облицювання.

6.3. Приготування бетонної суміші

Бетонна суміш складається з в'язучого заповнювача і води, від дозованих в необхідній кількості і ретельно перемішаних в бетонозмішувальній машині. Внаслідок формування з ущільненням і послідовного твердіння бетонної суміші виходить штучний кам'яний матеріал, який називається бетоном.

У кваліфікаційній магістерській роботі найбільший розмір щебеню не перевищує $1/3$ найменшого розміру конструкції і $3/4$ найменшої відстані між стержнями арматури. Порушення цих обмежень може призвести до зависання крупного щебеню між стержнями арматури і утворенню пустот (раковин) в бетоні.

Якість бетонної суміші в більшій ступені залежить від її гранулометричного складу, тому в суміші повинно бути не менше двох фракцій крупного заповнювача, і дві фракції піску.

6.4. Транспортування бетонної суміші

Утримування операцій по транспортуванню бетонної суміші і подачі її до місця укладання залежить від багатьох причин : відстані перевезень, розміщення в просторі ділянки що бетонується, властивості бетонної суміші, наявність транспортних засобів, кліматичних і інших місцевих умов.

У загальному вигляді цей технологічний процес полягає в прийманні бетонної суміші з бункеру бетонозмішувальної установки і переміщенні її різними транспортними засобами до майданчику, послідує подача суміші безпосередньо до місця укладання або перевантаження її в інші транспортні машини або пристосування, які доставляють суміш на ділянку, що бетонується.

При транспортуванні і подачі бетонної суміші, потрібно передбачити захист її від атмосферних опадів, впливу вітру і сонячних променів. Важливо забезпечити шляхом зберігання однорідної суміші і захистити її від втрати цементного молока і розчину. Розшарування суміші повинно бути зведено до мінімуму. Цього досягають вірним завантаженням транспортних засобів, підвищенням швидкості їх руху, вибором засобів вивантаження і подачі суміші до конструкції, що бетонується.

Засоби транспортування бетонної суміші можна розділити на порційні, неприривні і комбіновані.

У магістерській кваліфікаційній роботі прийнято порційне транспортування бетонної суміші від центральної бетонозмішувальної установки, до будівельного майданчика. Порційне транспортування складається з двох етапів. На першому – горизонтальне транспортування суміші, яке здійснюється в самоскидних кузовах автомашин. На другому етапі доставлену на об'єкт порцію суміші подають безпосередньо до місця вкладання, переміщуючи її по вертикалі і горизонталі кранами, підйомниками або бетоноукладальниками.

6.5. Бетонування конструкцій

Бетонування – завершаючий і найбільш відповідальний етап зведення бетонної або залізобетонної конструкції. Вкладаючи бетонна суміш повинна

прийняти форму, яка передбачена проектом конструкції і яка визначається контурами опалубки.

Процес бетонування складається з підготовчих і повірочних операцій, процесу вкладання, утримуючого операції по прийманні, розподілу і ущільненню бетонної суміші, а також допоміжних операцій, виконуючих під час бетонування. Перед бетонуванням струмом води очищують опалубку від сміття, а також бруду.

Під час вкладання і розподілу бетонної суміші слідкують за станом опалубки. При виявленні зміщень або деформацій опалубки бетонування завершують і приймають заходи до виправлення дефектів.

6.6. Ущільнення бетонної суміші

Задача цього процесу складається з граничного упакування різних за формою та величиною частинок, які складають багатокomпонентний конгломерат – бетонну суміш.

Ущільнюють бетонну суміш вібруванням. Вібрування – основний спосіб ущільнення бетонної суміші з осадкою конусу від 0 до 0,8см. Сутність цього процесу складається з того, що за допомогою спеціальних апаратів – вібраторів, які встановлюються на поверхні або опущених укладаємий шар бетонної суміші на деяку глибину, компоненти суміші, які розміщені поблизу вібратору, притягуються до коливальних горизонтальних та вертикальних рухів, які розвиваються вібратором з певною частотою і амплітудою колювання.

Вібрування – не тривалий процес. За 30–100секунд, в залежності від умов вібрації завершується осідання бетонної суміші, і на поверхні ущільненого бетону з'являється цементне молоко і повітряні кульки, які свідчать про закінчення дій вібрації.

Подальше вібрування на даному місці не сприяє ущільненню і може призвести до розшарування суміші внаслідок опущення до низу крупних частинок.

Бетонування конструкцій ведеться з перервами, які визвані зі зміною робіт, технологічними та організаційними обставинами. Місце, де після

перерви свіжу бетонну суміш вкладають поруч з раніше вкладеним, і вже твердішим бетоном називається робочим швом. Поверхня робочого шву повинна бути перпендикулярна до вісі елементу.

6.7. Витримування бетону і догляд за ним

Технологічні операції по догляду за бетоном починають одразу після його вкладання. Відкриту поверхню бетону насамперед оберігають від шкідливого впливу прямих сонячних промінів, вітру та дощу. Комплекс послідовних операцій встановлюють в залежності від пори року, погоди і властивостей бетону. Під час теплої погоди температурно – вологі умови забезпечують систематичним поливанням поверхні бетону. Бетон поливають близько 7 діб, а на глиноземистих 3 діб. При температурі більш ніж $+15^{\circ}\text{C}$, близько трьох діб поливають вдень через кожні 3 години і один раз вночі; в наступні дні – не менш трьох разів на добу. Поверхня бетону вкривається вологоємкістними матеріалами (брезентом, матами, піском, тирсою) і перерви між поливанням збільшуються у 1,5 рази. При середній температурі повітря $+5^{\circ}\text{C}$ і нижче (але не 0°C) бетон не поливається.

6.8. Зняття опалубки

Елементи інвентарної розбірної – переставної опалубки знімають в послідовності і в термін, який визначається вимогами [42] і проекту щодо міцності бетону і конструкцій. Не слід затримувати розпалубку, так як це скорочує обертаність елементів опалубки. Щити фундаментів знімають через 6 – 72 годин.

Елементи опалубки залізобетонних конструкцій при фактичному навантаженні більш ніж 70% від нормативної знімають тільки після досягнення бетоном 100% проектною міцністю.

6.9. Технологічна карта на проведення бетонних робіт при бетонуванні колон

6.9.1. Область застосування

Технологічна карта розроблена для організації праці робітників, зайнятих бетонуванням колон.

До складу робіт розглянутих технологічною картою, входить [51, 52]:

- прийом і вивантаження бетонної суміші з автобетонозмішувача;
- стропування бункера з бетонною сумішшю і подача його до місця укладання;
- прийом, вивантаження й укладання бетонної суміші;
- ущільнення бетонної суміші;
- повернення, прийом і розстроповка порожнього бункера.

Бетонування колони виконується за допомогою автобетононасосу SERMAC-5RZ53 ланкою наступного складу:

- Б1 – бетонувальник 4 розряду – 2 чоловіка;
- Б2 – бетонувальник 3 розряду – 2 чоловіка;
- Б3 – стропувальник і бетонувальник 2 розряду – 1 чоловік.

У технологічній карті передбачене проведення бетонних робіт при середньодобовій температурі зовнішнього повітря вище $+ 5^{\circ} \text{C}$. При необхідності впровадження бетонних робіт нижче середньодобової температури $+ 5^{\circ} \text{C}$ варто розробити і здійснити заходи щодо виконання бетонних робіт у зимових умовах.

6.9.2. Організація і технологія будівельного процесу

Організація будівельного майданчика показана на буд генплані на розроблених графічних аркушах проєкту.

До початку бетонування монолітних залізобетонних колон повинні бути виконані наступні роботи [53]:

- виконано армування колон;
- встановлено опалубку колон;
- складено і підписані акти схованих робіт на армування колон;

- підготовлено і випробувані механізми, інвентар і пристосування.

Укладання бетонної суміші в опалубку колон виконують з риштування обслуговування. Бетонну суміш укладають у конструкцію шарами товщиною до 50 см. Кожен шар укладається до початку схоплювання попереднього шару бетону і ретельно ущільнюється глибинними вібраторами.

Висота вільного скидання бетонної суміші до 5 м [53].

Бетонна суміш ущільнюється глибинними вібраторами з дотриманням наступних правил та вимог до виконання робіт [44]:

- крок перестановки вібраторів не повинен перевищувати полуторного радіуса їхньої дії;
- під час роботи вібратора не допускається його обпирання на арматуру, заставні частини бетонуємих конструкцій, а також на стінки й елементи кріплення опалубки.

При бетонуванні колон у “Журнал бетонних робіт” повинні заносяться наступні дані:

- дата початку і закінчення бетонування по захватках, задані марки бетону, робочі склади бетонної суміші і показники її рухливості (твердості);
- обсяги виконаних бетонних робіт із захваток, дати виготовлення контрольних зразків бетону, їхнє число, терміни і результати випробування зразків;
- температура зовнішнього повітря під час бетонування;
- температура бетонної суміші при укладанні в зимових умовах;
- тип опалубки і дата розпалубкування конструкцій.

При витримуванні ущільненого бетону в початковий період його твердіння необхідно:

- підтримувати температурно-вологістний режим, що забезпечує наростання міцності бетону;
- охороняти бетон, що твердіє, від ударів, струсів і інших механічних впливів;

- у суху жарку погоду періодично поливати бетон протягом перших днів твердіння.

6.9.3. Прийоми праці

Прийом і вивантаження бетонної суміші з автобетонозмішувача: 5 хв., БЗ, три бункери.

Бетонник БЗ приймає бетон у три бункери, слідкуючи за їх наповненням.

Стропування бункера з бетонною сумішшю і подача його до місця укладання: 5 хв., БЗ.

Бетонник БЗ зачіпає бункер з бетонною сумішшю за всі монтажні петлі гаками строп. Переконавшись в надійності стропування бункера, БЗ подає сигнал машиністові крана на підйом і переміщення бункера до місця укладання бетонної суміші.

Прийом, вивантаження й укладання бетонної суміші: 20 хв., Б1, Б2, совкова лопата.

Бетонники Б1, Б2 приймають бетон по черзі, порціями в порожнину опалубки колони (при виступаючому арматурному каркасі бетонна суміш по лотку завантажують у порожнину опалубки) у кількості достатній для укладання, шаруючи до 50 см і закривають затвор бункера. По сигналу Б1 машиніст крана переміщає бункер з бетоном для укладання суміші в опалубку наступної колони.

Ущільнення бетонної суміші: 3 хв., Б1, Б2, глибинний вібратор.

Бетонник Б2 включає вібратор, а бетонник Б1 занурює вібруючий наконечник у свіжоукладену бетонну суміш, піднімаючи і переставляючи вібруючий наконечник у межах шару, що укладається.

Повернення, прийом і розстроповка порожнього бункера: 5 хв., БЗ.

Порожній бункер по сигналу Б1 машиніст крана переміщає на місце прийому бетону, де його приймає й укладає бетонник БЗ.

Бетонна суміш укладається за допомогою бункерів заводського виготовлення. Бункер повинний відповідати ДСТ 21807-76, мати паспорт, табличку (бирку) заводу-виготовлювача.

Категорично забороняється очищення бункерів від прилиплого бетону за допомогою кувалди, брукху, молотка, шматків арматури, шматків прокату, шматків каменів і багатьох інших випадкових предметів.

Після очищення поверхня металу, що стикається з бетонною сумішшю, змазують за допомогою валика емульсолом.

Бункер постачений чотирма монтажними петлями діаметром 20 А-І. Петлі кріпляться до бункера за допомогою гайок, по 4 штуки на кожну петлю. Перед кожним підйомом бункера з бетонною сумішшю необхідно переконатися, що гайки щільно затягнуті.

Після укладання бетону в конструкцію варто ретельно забрати в шухляду для сміття бетон, що просипався, напливи бетону зчистити шкребком по готових конструкціях.

До початку бетонних робіт, перед початком зміни майстер, виконроб зобов'язаний візуально перевірити справність петель на предмет виявлення тріщин у них.

У даній технологічній карті передбачається застосування бункерів у кількості 3-х штук, ємністю 1,0 м³ кожний. Бункер установлюється на спеціальному стапелі. Бункер постачений вібратором ІВ-98.

Для можливості розвантаження бетоновоза влаштовують пандус, або устоюється котлован для установки бункерів.

Схема організації робочого місця показана на графічному аркуші проєкту.

7. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

7.1. Основні організаційно-технологічні принципи виконання робіт

Всі роботи повинні здійснюватися згідно з відповідними проектами виконання робіт.

При виконанні робіт слід керуватись вимогами і рекомендаціями відповідних офіційних документів.

Всі працюючі на об'єкті бригади, ланки, а також окремі робітники повинні отримати необхідні комплекти інструментів.

Крім якісного інструменту будівництво потрібно забезпечити необхідною кількістю засобів малої механізації: вібраторами, баддями для подавання бетону та сипучих матеріалів, такелажними пристосуваннями, лісоматеріалами металоконструкціями для спорудження підтримуючих риштувань і опалубки для монолітних залізобетонних елементів будинку.

Роботи, що пов'язані з будівництвом об'єкта, який проектується, необхідно здійснювати відповідно за вимогами [43],

Через те, що будинок, який проектується, знаходиться в забудованій частині міста, яка характеризується наявністю певних факторів, що будуть впливати на виконання робіт, а саме:

1. інтенсивного руху міського транспорту у безпосередній близькості від місць виконання робіт;
2. обмеження умов складування матеріалів або неможливості складування на будівельному майданчику для нормального забезпечення матеріалами робочих місць;
3. існуючих будинків;
4. необхідності збереження проїздів транспорту і пропуску людей до існуючих будівель поруч з місцями виконання робіт.

Умови, за якими буде здійснюватися будівництво, можливо прийняти як стислі, обмежені, і застосовувати збільшуючий коефіцієнт до кошторисних розрахунків згідно з даними доповнення №1 до ДСТУ-Н Б Д.2.4-21:2012.

$$K=0,1 \times 0,6 + 0,1 \times 0,25 + 1 = 1,085.$$

Виходячи зі стану об'єкта, мети та умов його проєктування, а також з прийнятих технічних рішень, роботи на об'єкті будуть здійснюватися у наступній послідовності:

1. Підготовчий період

Роботи підготовчого періоду на цьому об'єкті складаються з влаштування огороження ділянки забудови, забезпечення будмайданчика водою і електрикою, встановлення тимчасових будівель і споруд, прокладання під'їзних доріг, винесення радіофідеру з зони будівництва.

2. Земляні роботи

Роботи виконуватимуться екскаватором ЕО-3322. Ґрунти завантажуються у самоскиди та вивозяться за межі буд майданчика.

3. Фундаменти виконуються у вигляді стаканів.

Транспортування ґрунту до місця його накопичення для подальшого навантаження на автосамоскиди пропонується здійснювати вручну за допомогою візків-рікш або тачок.

Подавання арматури та бетону до місць виконання робіт передбачається здійснювати за допомогою автобетононасосу Sermac 5RZ53 та крану на автомобільному ході СКГ63/100.

4. Зведення нової споруди пропонується виконувати за допомогою баштового крану типу СКГ-63/100.

5. Опоряджувальні роботи.

Внутрішні опоряджувальні роботи повинні виконуватись в приміщеннях з плюсовою температурою.

До початку виконання опоряджувальних робіт в холодну пору року необхідно забезпечити пуск тепла у приміщення, або ці роботи приурочити до теплої пори року.

Виконання робіт всередині будинку пропонується за допомогою інвентарних (металевих або дерев'яних) легко збірно-розбірних риштувань з використанням засобів малої механізації, ззовні будинку – за допомогою

зовнішніх металевих інвентарних риштувань для штукатурних робіт (можливе застосування телескопічних і шарнірно-важільних підйомників). На період опоряджувальних робіт вертикальний транспорт сипучих та штучних матеріалів пропонуться здійснювати за допомогою щоглових підйомників типу Т-12.

6. Прокладання зовнішніх мереж

Роботи з прокладання інженерних мереж поділяються в часі на мережі, що виносяться (демонтується) з-під плями забудови в підготовчий період будівництва, і мережі, що прокладаються безпосередньо для запроектованого об'єкта.

Прокладання інженерних мереж передбачається виконувати в сухих ґрунтах.

При відкопуванні траншеї глибиною 1,5 м пропонується використовувати екскаватор типу ЕО-2621А зі зворотною лопаткою місткістю ковша $0,25\text{ м}^3$, при глибині траншеї більш $0,25\text{ м}^3$ пропонується використовувати екскаватор типу ЕО-3322(зворотна лопатка, ківш $0,4\text{ м}^3$ чи ківш-грейфер – $0,35\text{ м}^3$ при кріпленні вертикальних укосів).

Запроектовано два вводи водопроводу ($L = 10,0\text{ м}$). Труби для прокладання прийняті чавунні діаметром 100 мм. Підключення – в існуючому колодязі водопровідної магістралі діаметром 400 мм. Основа під труби – гравійно-щебенева (втрамбована у ґрунт) з піщаною подушкою завтовшки 15 см. Заглиблення труб запроектовано 2,0 – 2,5 м. траншеї передбачається кріпити.

Стічні води від ресторанно-розважального комплексу відводяться самопливом до вуличної мережі по випусках ($L = 15,0\text{ м}$) до існуючих колодязів міської мережі діаметром 300 мм, зі встановленням на випусках оглядових колодязів (колодязі передбачаються зі збірних елементів). Труби для прокладання прийняті чавунні діаметром 100 мм. Основа під труби – ущільнений ґрунт з гравійно-щебеневою підготовкою та бетонною основою з обхватом труби. Заглиблення труб – 2,0-2,5 м. Труби передбачається кріпити.

Згідно з ТУ про відведення дощової та талої води дахів та дощоприймачів на в'їзді до автостоянки запроектовано системою до існуючої дощової каналізації діаметром 600 мм. Атмосферні води самопливом відводяться по двох випусках ($L = 17,0$ м) зі встановленням на них оглядових колодязів із збірних залізобетонних елементів. Труби приймаються чавунні діаметром 100 мм і 200 мм та залізобетонна діаметром 600 мм. Основа під труби – ущільнений ґрунт з гравійно-щебеневою підготовкою та бетонною основою з обхватом труби. Заглиблення труб за проектом – 2,0-3,0 м. Траншеї передбачається кріпити.

Засипка траншей під проїжджою частиною пропонується пісковим ґрунтом з пошаровим ущільненням.

Трубопроводи підключення мереж водопостачання, побутової та дощової каналізації будинку до міських мереж в місцях часткового перетинання проїжджої частини потрібно виконувати в коротку терміни з додержуванням всіх заходів і забезпечення безпеки руху автотранспорту (огороження, попереджувальні знаки, світлові сигнали тощо). Ці заходи відносяться до прокладання всіх зовнішніх мереж.

Геодезичні роботи

Всі роботи зі зведення будівель цього об'єкта, а також прокладання інженерних мереж та доріг повинні здійснюватись із дотриманням вимог [47].

Геодезичні роботи пропонується виконувати засобами вимірювання, що гарантують необхідну точність (нівелір, теодоліт, металеві рулетки, виски, тощо).

7.2. Техніка безпеки та протипожежні заходи

Всі роботи, що пов'язані зі зведенням нових конструкцій, з демонтажем нового устаткування та мереж їх живлення, потрібно виконувати, дотримуючись вимог [46], «Правил пожежної безпеки в Україні», а також згідно наступних рекомендацій.

Будівельний майданчик огорожується щільним дерев'яним парканом із уніфікованих збірно-розбірних щитів згідно з [38].

Огорожі зон безпеки навколо робочих зон вантажопідйомних механізмів, ям, траншей, отворів, споруд, що зводяться, виконуються за місцем (в залежності від розташування цих зон) у відповідності з правилами техніки безпеки.

Крім робітників, що безпосередньо зайняті демонтажем старих конструкцій будівлі, а також зведенням нових конструкцій, доступ до місця робіт сторонніх повинен бути заборонений.

Зони безпеки повинні визначатися згідно з [46].

Основою безпеки робіт вантажопідйомних механізмів є найсуворіше дотримання вимог «Правил будови і безпечного експлуатування вантажопідіймальних кранів» НПАОП 0.00-1.80-18.

Всі вантажопідіймальна машини і механізми, монтажне обладнання та такелажні пристосування перед експлуатацією повинні бути перевірені та випробувані відповідно до вимог [44].

Заземленню підлягають усі електроінструменти, електроприлади, електромеханізми, металеві конструкції, риштування та інші металеві пристосування.

Для забезпечення протипожежної безпеки потрібно влаштувати щити-стенди з повним набором протипожежного інвентарю на будмайданчику.

На випадок пожежі зовнішнє гасіння передбачається від найближчих пожежних гідрантів.

Засоби і вказівки по техніці безпеки та протипожежної безпеки на цьому об'єкті вимагають більш конкретних рішень при розробці ПВР і безпосередньо при виконанні робіт.

7.3. Збереження навколишнього середовища

При виконанні робіт на об'єкті існуючі зелені насадження біля будівлі та ландшафт місцевості зберігаються, а шляхи відводу атмосферних вод з прилеглої території поліпшується [47].

Для тимчасових під'їздів до місця розвантаження матеріалів та окремих елементів конструкцій передбачено використовувати існуючі асфальтовані покриття біля будинку.

Будівельне сміття періодично в процесі будівництва потрібно збирати в спеціально відведеному місці і вивозити з буд майданчика на звалище у самоскидах, кузови яких повинні накриватися брезентом, а сміття змочуватися водою для запобігання роздування пилу підчас його перевезення та розвантаження.

Курні та токсичні матеріали потрібно зберігати в закритих бункерах.

Під час прибирання приміщень споруди від залишків матеріалів, сміття, брухту необхідно використовувати закриті бункери-накопичувачі для запобігання куряви та забруднення повітря.

Сміття в закритих ємностях необхідно за допомогою вантажопідйомного пристрою спускати до землі і вивантажувати в ручні возики, за допомогою яких його потрібно перевозити до місця накопичення.

Скидати сміття зверху категорично забороняється!

При благоустрої території біля будинку та при прокладанні зовнішніх інженерних мереж по вулицях необхідно виконати усі відновлювальні роботи(зокрема покриття дворової території, тротуарів проїжджих частин вулиць, газонів, зелених насаджень).

7.4. Тривалість будівництва

Тривалість зведення будівлі будівельним об'ємом $14257,75 \text{ м}^3$ визначаємо також за даними і вказівками [43].

За аналогією приймаємо 20 тис.м³, норма тривалості будівництва якого дорівнює 14 місяців, в т.ч.2 місяці – на підготовчий [43].

Тривалість основного періоду зведення блоку без влаштування фундаментів визначаємо за екстраполяцією при порівнянні будівельних об'ємів.

Звідси,

$$T = (14 - 2) \cdot \frac{100 - (20000 - 14257,75) : 20000 \cdot 100 \cdot 0,3}{100} = 14,5 \text{ місяців, в т.ч. 2}$$

міс. – підготовчий період; 1,5 місяці – підземна частина; 12 міс. – надземна частина; 2,5 міс. – після монтажне оздоблення і монтаж обладнання.

7.5. Будівельний генеральний план

Будгенплан виконаний на основі генерального плану будинку під торгівельно-виставковий комплекс. За основу рішення будгенплану підготовчого періоду взято те, що роботи на буд майданчику мають починатися з влаштування тимчасового огороження буд майданчика, знесення старої будівлі, прокладання тимчасових мереж для обслуговування будмайданчика, встановлення побутових приміщень [43]. За основний вантажопідіймальний механізм пропонується прийняти баштовий кран СКГ63/100 висотою 52,8 м з виносом стріли 48,5 м. Для зведення монолітних конструкцій пропонується прийняти автобетононасос Sermac 5RZ53.

Заїзд до будмайданчика передбачається здійснювати з 3-х сторін. Тимчасові дороги по будмайданчику пропонується виконувати з бетонних дорожніх плит по шару щебеню завтовшки 0,1 м. У темні часи доби будмайданчик та місця виконання робіт мають освітлюватися.

Забезпечення будівництва бетоном та розчином пропонується здійснювати централізованою доставкою в т.ч. з використанням бетонозмішувачів.

Будгенплан та календарний графік виконання будівельних робіт виконаний у графічній частині проекту.

8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

8.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Для аналізу робочого місця на вплив небезпечних та шкідливих факторів вибраний вид робіт бетонування.

Відповідно до [44] на робітника, який виконує бетонувальні роботи на об'єкті, діють наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- рухомі машини та механізми,
- рухомі частини виробничого обладнання; пересувні вироби, заготовки, матеріали;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухомість повітря;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі.

Запиленість та загазованість повітря від здійснення вітром ще не вивезеного будівельного сміття, цементу, піску; автомобільні викиди газів, які надходять у повітря, а також від будівельної техніки, яка перебуває на будмайданчику. В зоні будівельних робіт ГДК пилу не повинна перевищувати 1 л мг/м. На об'єкті – 0,8 л мг/м.

Рухомі машини та механізми, рухомі частини виробничого обладнання; пересувні вироби, заготовки, матеріали це, насамперед, цистерна (баддя) для подачі бетонної суміші; арматурні каркаси, які заздалегідь зварюються (в'яжуться) на заводах чи спеціально відведених для цього майданчиках, а потім подаються краном на відповідний поверх та інші пристосування.

Шум від будівельної техніки та обладнання, вібрувальних машин; автомобільної розв'язки, розташованої біля об'єкту. ГДР шуму має перевищувати 85 дБА. В нашому випадку ГДР складає 70 дБА.

Рівень вібрації, що викликає неврози, вібраційну хворобу з необоротними патологічними змінами віброущільнення бетонної суміші на стаціонарних віброплощадках і з використанням ручного віброінструмента, при обслуговуванні технологічного устаткування бетонозмішувальних вузлів, застосуванні пневматичного й електричного віброуючого інструмента і т.д. При середньо геометричній частоті октавних смуг 63 Гц ГДР локальної вібрації не має перевищувати: віброприскорення – 135 дБ, віброшвидкість – 109 дБ. На об'єкті – 115 дБ та 92 дБ відповідно.

Недостатня освітленість при проведенні будівельних процесів у нічну зміну. При цьому освітленість повинна бути не менше 2 лк. На об'єкті – 1,5 лк.

Підвищена або знижена температура повітря на робочому місці, що викликає тепловий або сонячний удар, бронхіти, обмороження і т.п. Рівні цього фактору регульований в закритих виробничих приміщеннях і нерегульований на відкритих будівельних майданчиках. Характерно для будівельно-монтажних робіт, виконуваних у холодний і перехідний періоди року, оптимальна температура якого дорівнює 16–19°C.

Підвищена вологість повітря і як наслідок випаровування води з поверхні свіжовкладеного бетону, випаровування після поливу бетону водою. Оптимальне значення в зимовий період складає 40-60%. На об'єкті – 55%.

Підвищена рухомість повітря – через проведення робіт на відкритих будівельних майданчиках на значній висоті. В зимовий період року 0,3 м/с.

Підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якої може пройти через тіло людини – баштовий кран, що працює в зоні ведення бетонних робіт.

Для визначення змісту шкідливих речовин у повітрі проби відбирають у зоні подиху при характерних виробничих умовах з обліком основних

технологічних процесів, джерел виділення шкідливих речовин і функціонування технологічного устаткування.

Виміри рівнів шкідливих виробничих факторів за допомогою приладів здійснюється згідно діючих нормативних вимог.

Фактичні рівні шкідливих виробничих факторів порівнюють з їхніми нормативними значеннями: рівень вібрації – ДСТУ EN 14253:2018; рівень шуму – ДБН В.1.1-31:2013, температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, наявність пилу, газу – ДСТУ 12.1.005-84, освітленість – ДСТУ EN 12464-1:2016. Ці рівні не повинні перевищувати гранично і мінімально припустимих нормативних значень.

8.2. Профілактика небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Так як баштовий кран є основною машиною в будівельному процесі при зведенні будівлі, то розглянемо його роботу.

При роботі з баштовим краном існує небезпека ураження електричним струмом, тому що він має електропривід. Всі струмоведучі частини необхідно робити недоступними для випадкового торкання. Дроти повітряної лінії розмішують на висоті не менше 4,5 м, а в місцях проїзду автотранспорту - не менше 6 м. Всі металеві частини електрообладнання повинні бути заземлені.

8.3. Заходи з пожежної та вибухової безпеки

8.3.1. Заходи з пожежної безпеки

До роботи зі зведення об'єкту допускаються особи інженерно-технічного складу, що вивчили проєктований пристрій, інструкцію і склали залік по техніці безпеки і пожежної безпеки [44, 45].

Пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися:

1. системою запобігання пожежі;
2. системою протипожежного захисту;
3. організаційно-технічними заходами.

Небезпечними факторами пожежі, що впливають на людей, є:

- відкритий вогонь і іскри;
- підвищена температура навколишнього середовища, предметів і т.п.;
- токсичні продукти горіння;
- дим;
- знижена концентрація кисню;
- падаючі частини будівельних конструкцій, агрегатів, установок і т.п.;
- небезпечні фактори вибуху.

8.3.2. Вимоги до системи запобігання пожежі

Запобігання пожежі повинне досягатися двома способами:

- запобіганням утворенню пального середовища;
- запобіганням утворенню в пальному середовищі (або внесення в неї)

джерел запалювання.

Пожежна безпека об'єкта забезпечується також обмеженням маси і (або) обсягу пальних речовин і матеріалів, а також найбільш безпечним способом їхнього розміщення, що досягається [45]:

- зменшенням маси і (або) обсягу пальних речовин і матеріалів, що знаходяться одночасно в приміщенні або на відкритих площадках;

- пристроєм аварійного зливу пожежонебезпечних рідин і аварійного підбурення пальних газів з апаратури;

- періодичним очищенням території, на якій розташовується об'єкт, приміщень, комунікацій, апаратури від пальних відходів, відкладень пилу, пуху і т.п.;

- скороченням числа робочих місць, де використовуються пожежонебезпечні речовини.

Оскільки повністю виключити, в силу відомих причин, імовірність виникнення пожежі неможливо, то необхідно використовувати стратегію обмеження її наслідків, яка досягається такими заходами [45]:

- забезпеченням потрібної вогнестійкості будівель та споруд;

- забезпеченням своєчасної евакуації людей та відповідності чинним нормам шляхів евакуації;

- створенням умов для ефективного гасіння пожежі;
- обмеженням поширення пожежі;
- своєчасною ліквідацією горіння.

Перераховані заходи реалізуються через систему забезпечення протипожежного захисту.

Обмеження поширення пожежі за межі її осередку забезпечується [45]:

- улаштуванням протипожежних відстаней між будівлями та спорудами;
- улаштуванням протипожежних перешкод;
- встановленням гранично допустимих за техніко-економічними

розрахунками площ протипожежних відсіків та секцій, а також поверховості будівель та споруд;

- улаштуванням аварійного відключення та перемикання установок та комунікацій;

- використанням засобів, що запобігають або обмежують розлив і розтікання рідин під час пожежі;

- використанням вогнеперешкоджуючих пристроїв в устаткуванні;

- локалізацією пожежі вогнегасними речовинами, автоматичними установками пожежогасіння, а також шляхом утворення розривів горючого середовища випалюванням, вибуховими речовинами, розбиранням (видаленням) горючого матеріалу.

8.3.3. Вимоги до системи протипожежного захисту

1. Протипожежний захист повинний забезпечуватися [45, 46]:

- застосуванням засобів пожежегасіння і відповідних видів пожежної техніки;

- застосуванням автоматичних установок пожежної сигналізації і пожежегасіння;

- застосуванням основних будівельних конструкцій об'єктів з регламентованими межами вогнестійкості і межами поширення вогню.

2. Вогнестійкість будинків і споруджень повинна бути такий, щоб будівельні конструкції зберігали свої несучі і функції, що обгороджують, при

пожежі протягом часу, необхідного для забезпечення безпеки людей і гасіння пожежі пожежними підрозділами, і забезпечується:

- застосуванням просочення конструкцій об'єктів антипиренами і нанесенням на їхній поверхні вогнезахисних фарб (складів);
- пристроями, що забезпечують обмеження поширення пожежі;
- організацією своєчасної евакуації людей;
- застосуванням засобів колективного й індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі;
- застосуванням систем противодимного захисту.

3. Обмеження поширення пожежі за межі вогнища повинне забезпечуватися:

- пристроєм протипожежних перешкод;
- установленням гранично припустимих площ протипожежних відсіків і секцій, обмеженням поверховості;
- пристроєм аварійного відключення і переключення установок і комунікацій;
- застосуванням засобів, що запобігають або обмежують розлив і розтікання рідин при пожежі;
- застосуванням вогнеперешкоджаючих пристроїв в устаткуванні.

Для кожного виду пожежної техніки повинні бути визначені:

- кількість, швидкодія і продуктивність установок пожежегасіння;
- припустимі вогнегасимі речовини (у тому числі з позиції їхньої сумісності з палаючими речовинами, матеріалами);
- джерела і засоби подачі води для пожежегасіння;
- нормативний (розрахунковий) запас спеціальних вогнегасимих речовин (порошкових, газових, пінних, комбінованих);
- необхідна швидкість нарощування подачі вогнегасимих речовин за допомогою транспортних засобів оперативних пожежних служб;

- порядок збереження речовин і матеріалів, гасіння яких неприпустимо тими самими засобами, у залежності від їх фізико-хімічних і пожежонебезпечних властивостей;

- основні види, розміщення й обслуговування пожежної техніки. Застосовувані види пожежної техніки повинні забезпечувати ефективне гасіння пожежі (загоряння) і бути безпечними для людей.

8.3.4. Заходи щодо попередження вибуху

Для попередження вибуху необхідно вилучити утворення вибухонебезпечного середовища і джерела ініціювання вибуху.

Запобігти дії на людей небезпечних і шкідливих факторів, які виникають у результаті вибуху, і зберігати матеріальні цінності (вибухозахист) можна за допомогою:

- встановлення мінімально необхідної кількості вибухонебезпечних речовин, які застосовують у даному виробничому процесі; ізоляції вибухонебезпечних ділянок виробництва, розміщення їх у захисних кабінах;
- використання обладнання, розрахованого на тиск вибуху.

До організаційних і організаційно-технічних заходів щодо забезпечення вибухобезпеки входять: розробка системи інструктивних матеріалів наочної агітації, регламентів та норм ведення технологічних процесів, правил поведінки з вибухонебезпечними речовинами і матеріалами; організація навчання, інструктажу і допуску до роботи обслуговуючого персоналу вибухонебезпечних виробничих процесів; здійснення контролю і нагляду за додержанням норм технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, промислової санітарії і пожежної безпеки і т. ін.

8.4. Інструкція з охорони праці

Загальні положення

При бетонувальних роботах необхідно ретельно виконувати вказівки [44], а також спеціальних документів. При перевищенні граничного значення запиленості повітря використовуються засоби індивідуального захисту. Для

запобігання перевищення ПДК застосовують полив території і своєчасне прибирання сміття.

Виконуючи опалубні, арматурні, бетонні роботи та роботи з розпалублення потрібно контролювати кріплення риштувань, їх сталість, правильне улаштування настилу, драбин, огороження.

Щитову опалубку колон, ригелів і балок з пересувних драбин допускається встановлювати на висоті над рівнем землі чи перекриттям не (більше ніж 5,5 м. Працювати на висоті 5,5-8 м дозволяється з пересувних помостів, а на висоті понад 8 м опалубку монтують з помостів завширшки не менш як 0,7 м, укладених на підтримувальне риштування і забезпечених огороженням.

Під час грози чи вітру силою 6 балів і більше (тобто за швидкості вітру 9,9 м/с і більше) виконувати бетонні та залізобетонні роботи із зовнішніх риштувань забороняється.

До виконання зварювальних робіт допускаються робітники, які мають відповідну кваліфікацію і дозвіл на ці роботи.

Для послаблення шуму від машин на них встановлюють кожухи. Для індивідуального захисту працюючих від шуму застосовують протишумові навушники, проти шумні каски.

Коли недостатньо природного світла, і для освітлення в ті години доби, коли природне світло відсутнє, передбачається штучне електричне освітлення. Освітлення майданчику здійснюється за допомогою ліхтарів на стовпах, встановлених біля доріг, а робочих місць – за допомогою переносних світильників і ламп розжарювання.

Вимоги безпеки до початку роботи

До роботи з проєктованим об'єктом допускаються особи інженерно-технічного складу, що вивчили проєктований пристрій, інструкцію і склали залік по техніці безпеки і пожежної безпеки; пройшли інструктаж по техніці безпеки безпосередньо на робочому місті, котрий проводиться також зміні умов та характеру роботи або при порушенні робочим правил техніки безпеки. До самостійних робіт по бетонуванню допускаються робочі, що пройшли навчання

та отримали посвідчення на право виробництва робіт. Робочі, що вперше допускаються до робіт, повинні працювати під безпосереднім надзором досвідчених робочих, призначених приказом керівника підприємства.

Бетонувальник зобов'язаний працювати у виданому йому спецодязі, спецвзутті та утримувати їх в справності.

Перед початком укладання бетонної суміші в опалубку необхідно перевірити:

- кріплення опалубки, підтримуючих риштувань та робочих настилів;
- кріплення до опор завантажувальних воронок, лотків та хоботів для спуску бетонної суміші в конструкцію;
- стан захисних козирків чи настилу навколо завантажувальних воронок.

Всі отвори і прорізи закрити запобіжними щитами або сітчатими матеріалами, розрахованими на зосереджене навантаження 2 кН.

При установці елементів опалубки в кілька ярусів кожний наступний ярус варто встановлювати тільки після закріплення нижнього ярусу.

Знаходитись в зоні підйомних механізмів, а також стояти під піднятим вантажем забороняється.

Робочі місця та підходи до них необхідно очистити від по сторонніх предметів, мукора та бруду, а зимовий період – від снігу та льоду та посипати їх піском.

Вимоги безпеки під час роботи

Переміщення бадді з бетоном над верхньою відміткою перекриття виконувати по центру захватки на висоті 2,3 м (і вище від виступаючих над перекриттям конструкцій на 0,5 м) до межі зони виконання робіт. Далі баддя за командою ланкового опускається до висоти 0,5 м над рівнем перекриття і підводиться до місця укладання бетону.

При укладанні бетону з бадей або бункера відстань між нижньою крайкою бадді або бункера й раніше покладеним бетоном або поверхнею, на яку укладається бетон, повинна бути не більше 1 м.

Робітники, що укладають бетонну суміш на поверхні, що має ухил більше 20 градусів, повинні користуватися запобіжними поясами.

При поливанні бетону або опалубки бетонувальник, який працює з вібратором, не повинен допускати попадання на нього води.

Шлангові проводи необхідно підвішувати, а не прокладати по вкладеному бетону.

Зона, в якій виконується електропрогрівання, огорожується по контуру. Перед процесом електропрогрівання арматура конструкцій заземляється, а електроспоживачі забезпечуються пристосуваннями для захисту від враження струмом.

Бетонувальник зобов'язаний:

- виконувати Правила внутрішнього трудового розпорядку;
- користуватися засобами індивідуального та колективного захисту;
- знаходячись на будівельно-монтажній площадці, користуватися захисною каскою;
- виконувати вимоги знаків безпеки (попереджувальних, забороняючих, вказівних) та слідкувати за наявністю огорожень небезпечних зон на робочих місцях;
- не виконувати розпоряджень, якщо вони заперечують правилам техніки безпеки та виробничої санітарії;
- робітникам, зайнятим на вібруючому обладнанні треба через кожні 30-40 хвилин робити перерви;
- пам'ятати о особистій відповідальності за дотриманням правил техніки безпеки та за безпеку товаришів на роботі;
- надати першу допомогу постраждалому на виробництві, прийняти міри по ліквідації порушення правил техніки безпеки [44].

8.5. Охорона навколишнього середовища та ґрунту

В екологічному відношенні ґрунт це відносно відособлена природна система, що беззупинно обмінюється речовинами й енергією з навколишнім середовищем. Ґрунт складається з різного роду мінеральних і органічних

часток із проміжками між ними - порами, заповненими повітрям, водою і величезною кількістю мікроорганізмів. Ґрунт має дивну здатність самоочищення, що є вкрай складним природним явищем, може бути активним і уповільненим чи цілком порушеним в природних умовах життєдіяльності людини, коли забруднююча речовина надходить у землю в занадто великій кількості або ведеться безгосподарна експлуатація земельної ділянки і його ґрунтового покриву. При будівництві характерними є забруднення і руйнування ґрунту.

Забруднення ґрунту – це штучне введення в його склад різних хімічних речовин, токсикантів, побутових і виробничих відходів у розмірах, що перевищують кількість, необхідну для участі в біологічному круговороті ґрунтових екологічних систем. Забруднення ґрунту відбувається як при будівництві об'єктів, так і в процесі їхньої експлуатації.

Основними забруднювачами ґрунту є рідкі і тверді відходи виробництва і споживання, гази - продукти горіння палива в двигунах наземних джерел (автотранспорту, котелень). Значна частина забруднюючих речовин попадає в ґрунт із поверхневим стоком зливних і талих вод і акумулюється, як правило, у верхньому шарі ґрунту товщиною 5 - 10см. Розчини і речовини, що слабо розкладаються, мігрують із ґрунтовими водами на значні відстані і стають причиною забруднення водоносних підземних горизонтів.

На ділянках розміщення будівель і прилеглих територіях щорічно в ґрунт надходить до 36 тонн різних речовин, що входять до складу автомобільного палива, миючих, мінеральних і органічних олій, емульсій і інших речовин. Частка вуглеводів у загальному обсязі забруднювачів ґрунту складає приблизно 75 – 80 %. У забрудненому ґрунті знаходяться у високих концентраціях, значно перевищуючи граничні (природні) значення, іони свинцю, ртуті, миш'яку, нікелю й інших металів, що погіршують структуру і якість ґрунтового покриву.

Окисли сірки й азоту в результаті з'єднання з водою утворюють слабоконцентровані азотну і сірчану кислоти, що підвищують кислотність ґрунту, активно руйнують підземні спорудження і комунікації будинку.

Полив (зрошення) трав'яного покриву біля будинків водою підвищеної мінералізованості може привести до вторинного засолення ґрунту шкідливими для рослин солями натрію, магнію, кальцію, заліза й інших речовин. Найбільш згубну дію роблять натрієві солі, що при рясних поливах на ділянках, що не мають надійної дренажної мережі, накопичуються у верхніх, кореневих шарах ґрунту і цілком змінюють її фізико-хімічні властивості. Для запобігання засолення ґрунту необхідно передбачати надійну дренажну мережу на прилеглий до будинку території, а поливну воду низької якості витрачати строго по зрошувальних нормах. Видалення солей із ґрунту забезпечується кількарізковими його промиваннями водою з нейтральним хімічним складом.

Руйнування ґрунту - це результат механічного впливу на його структуру і склад господарської діяльності людини, води, вітру і вогню.

При несприятливих сполученнях будівельних робіт і експлуатації будинку без належного обліку екологічних особливостей місцевості можуть виникнути необоротні процеси в ґрунтах, що приводять до ксерофітизації, ерозії, ущільнення й іншим руйнуванням ґрунту.

Ксерофітизація – це поступове зменшення ступеня зволоження ґрунту і загальне наростання сухості в ґрунтових екологічних системах з наступним їхнім відмиранням [47].

Причини ксерофітизації ґрунтів:

- збезлісення території;
- перерозподіл режиму стоку дощових, талих і ґрунтових вод;
- зайва відкачка підземних вод для господарських і виробничих потреб;
- недостатня увага по догляду (підсів, полив, внесення добрив) за газонами багатобічних трав;
- підвищена сонячна активність;

- зміна клімату.

Ксерофітизація веде до зменшення біологічної продуктивності екологічних систем, збільшення запиленості і сухості повітря, посилення несприятливого впливу на рослинність, посух, суховіїв, весняних і ранніх осінніх заморозків. Ксерофітизація є першопричиною утворення вітрової ерозії ґрунту, що також як і водна ерозія приводить до зниження якості ґрунту і навіть до його повного знищення [47].

Вітрова ерозія ґрунту (дефляція) – це процес видування і переносу вітром дрібних часток ґрунту і підстилаючих його порід.

Активно розвивається і прогресує лише в сухих засолених ґрунтах з великим вмістом піщаних і пилових часток. Вітрова ерозія – причина високого вмісту пилу в повітрі і слабого самоочищуючого ефекту атмосферного повітря.

Водна ерозія ґрунту – процес змиву, вимивання часток ґрунту талими і зливними водами (площинна ерозія) чи русла ріки, струмка (лінійна ерозія).

На будівельному майданчику у силу рівнинного характеру території водна ерозія ґрунту в початкових стадіях протікає повільно, малопомітно, рівномірно змиваючи верхній, багатий гумусом шар ґрунту. Потім, позбавившись рослинності, ґрунт швидко руйнується.

Протиерозійні міри: посадка багаторічних з гарною кореневою системою трав і чагарників, застосування методів просіяння цих трав, зміцнення ґрунтів торфодерновим килимом, створення водонепроникних біохімічних плівок, створення надійних водопропускних споруджень, пристроїв і дренажних систем в будинку і прилеглих територіях.

Ущільнення – це зміна геоморфологічної структури ґрунту, викликана тривалим тиском штучних покриттів і важких основ на ґрунт [47].

Ущільнення приводить до активного стиску шарів ґрунту на досить велику глибину (під будівлями до 12 – 15 метрів), утрати їхньої пористості і водопроникності в десятки і більш раз. У результаті водопропускний шар

може стати водотривким, змінюється система внутрішнього (підземного) стоку, порушується харчування ґрунтовими водами джерел, струмків і водоносних горизонтів.

Характеристика деяких видів негативного впливу на ґрунт при виконанні будівельних і інших робіт приведена у табл. 9.1 [47].

Таблиця 9.1

Характеристика негативного впливу на ґрунт будівельних робіт

Вид робіт	Характер прямого впливу	Вторинні наслідки	Основні заходи захисту
Розчищення території під будівництво	Видалення рослинності, ґрунту, зрізання височин і заповнення знижених місць.	Водна і вітрова ерозія ґрунтової поверхні, перенос ґрунту. Порушення біогеоценозу, загасання фізико-хімічних процесів у ґрунті.	Відновлення ґрунту і рослинного покриву з урахуванням едафічних факторів
Розробка кар'єрів для одержання ґрунту, піску, гравію	Зняття ґрунту і рослинності. Локальна зміна рельєфу і ландшафту.	Утворення осередків ерозії, зсувів. Місцева зміна поверхневого стоку і режиму ґрунтових вод.	Рекультивация, протизсувний захист, організація культурних заходів
Улаштування насипів і виїмок	Те ж. Зміна умов стоку ґрунтових вод.	Процеси ерозії, утворення зсувів і ярів. Зміна системи стоку. Осушення чи обводнювання місцевості.	Комплекс інженерно-геологічних і меліоративних заходів.

У процесі будівництва необхідно дотримуватись наступних заходів [47]:

- збір, складування і повторне використання верхнього родючого шару ґрунту;
- прокладання тимчасових доріг для руху будівельної техніки і вантажного автотранспорту;
- рекультивация зовнішніх ділянок ґрунту;
- відвід мінімально необхідних для виробництва будівельних робіт допоміжних площ;
- організація єдиного смітника для сміття і твердих відходів;

– максимальне збереження дерев, великих чагарників, природних водойм, джерел, струмків, упорядковуючи їх і використовуючи для відпочинку мешканців будинку.

У теперішній час людина та результати її діяльності перевершили всі інші біотичні та абіотичні чинники. Разом з тим перед людством постає завдання визначити шляхи подолання диспропорцій між розмахом та наслідками господарської діяльності в соціосфері і можливостями управління соціосферними процесами. Перед людством постає грандіозне завдання подолати згадані диспропорції і забезпечити нормальні умови існування та прогресивний розвиток у близькому майбутньому.

Завдання людства – не підривати природні основи свого існування, не перешкоджати прогресивним процесам, що відбуваються в біосфері, витрачаючи на це все більшу кількість енергії, а намагатися з'ясувати закони і правила, що керують цими процесами, узгоджувати з ними свої цілі та дії.

8.6. Екологічні заходи, застосовані в будівництві об'єкту

Для збереження природного середовища, для запобігання його забруднення під час будівництва споруди буде прийнято наступні заходи [47]:

- архітектура будинку, та його внутрішнє оздоблення сприяє ергономічному сприйняттю для людини, що робить перебування в приміщеннях споруди комфортним та приємним;
- у технології будівництва застосовано екологічно чисті матеріали такі, як залізобетон, метал, скло;
- під час виконання робіт буде зведено до мінімуму викиди шкідливих відходів;
- сміття буде вивозитися на сміттєпереробний завод;
- під час експлуатації будинку буде застосовано новітнє освітлювальне обладнання, що дозволить заощаджувати кошти, а також здоров'я людей.

ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна присвячена проєктуванню торгівельно-виставкового комплексу у місті Слов'янськ. Робота містить 101 сторінку машинописного тексту, складається із восьми розділів та 12 додатків креслень.

Виконаний аналітичний огляд наукових досліджень, присвячений узагальненню та систематизації існуючих способів посилення залізобетонних конструкцій, які зазнають дії згинальних моментів та поперечних зусиль. Розроблено схему, в якій відображено класифікацію методів посилення залізобетонних конструкцій.

У науково-дослідній частині наведені схеми варіантів посилення розтягнутої зони залізобетонних конструкцій. Описані особливості забезпечення сумісної роботи додаткової арматури приварюванням до наявної арматури та приклеюванням до бетону розтягнутої зони.

Запропонований спосіб посилення розтягнутої зони залізобетонних згинальних конструкцій, який можна здійснювати при наявності дефектів, пошкоджень, відшаруванням захисного шару бетону в околиці робочої поздовжньої арматури у вигляді улаштування нового шару посилення існуючого залізобетонного перерізу за рахунок введення додаткових поперечних кріплень та розташуванням на них новоутвореного арматурного каркасу. Цей каркас включається у сумісну роботу посиленої конструкції без виконання зварювальних робіт, відбиття бокового та нижнього захисного шару бетону.

Розроблена архітектурна частина будівлі торгівельно-виставкового комплексу, що включає об'ємно-планувальні та конструктивні рішення.

У розрахунковій частині МКР виконане чисельне моделювання та конструювання монолітної залізобетонної оболонки покриття у лінійній та нелінійній постановці, виконаний розрахунок фундаменту під залізобетонні пілони у програмному комплексі «Мономах 2025».

У розділі технічна експлуатація представлені основні вимоги до технічної експлуатації будівлі, наведені цілі та задачі технічної експлуатації, вимоги до

будинків та споруд, їх конструкцій та устаткуванню. Описані можливі дефекти й ушкодження сталевих конструкцій і рекомендації з їхнього захисту. Визначені особливості технічного обслуговування будівлі.

Технологія будівельного виробництва включає: склад комплексного технологічного процесу, процес влаштування опалубки, приготування та транспортування бетонної суміші, бетонування конструкцій, ущільнення бетонної суміші, витримка бетону і догляд за ним, зняття опалубки. Розроблена технологічна карта на проведення бетонних робіт при бетонуванні колон.

Наведені основні організаційно-технологічні принципи виконання робіт, техніка безпеки та протипожежні заходи, заходи щодо збереження навколишнього середовища, визначена тривалість будівництва та основні відомості щодо формування будівельного генерального плану

Запропоновані та узагальнені рекомендації щодо забезпечення охорони праці та охорони навколишнього середовища. Зосереджена увага на дотриманні вимог з пожежної та вибухової безпеки, системи протипожежного захисту. Розроблена інструкція з охорони праці. Наведені заходи щодо охорони навколишнього середовища та ґрунту під час зведення об'єкту.

Список використаних джерел за магістерською кваліфікаційною роботою становить 54 джерела, з яких 11 статей, що входять до наукометричної бази Scopus, наукові монографії, ДБН, ДСТУ у будівельній галузі та одна теза за участі автора, опублікована за матеріалами конференції під номером 27.

Список використаних джерел

1. Бабич Є.М. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд : підручник / Є.М. Бабич, В.В. Караван, В.Є.Бабич. – Рівне : «Волинські обереги», 2018. – 176 с.
2. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.
3. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд : навчальний посібник. – К., 2004. – 304 с.
4. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд : навч. посібник / З.Я. Бліхарський. – Львів : вид-во «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.
5. Pavlikov, A., Kochkarev, D., Harkava, O. (2019). Calculation of reinforced concrete members strength by new concept. Proceedings of the fib Symposium 2019: Concrete - Innovations in Materials, Design and Structures. Krakow, Poland, 2019.
6. Dmytrenko E.A., Yakovenko I.A., Fesenko O.A. Strength of excentrically tensioned reinforced concrete structures with small eccentricities by normal sections. *Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences*. 2021.Vol. 30 (3). P. 424–438. URL: <https://srees.sggw.edu.pl/article/view/1910>
7. Iakovenko I., Kolchunov VI. (2017). The development of fracture mechanics hypotheses applicable to the calculation of reinforced concrete structures for the second group of limit states. *Journal of Applied Engineering Science*, vol. 15(2017)3, article 455, pp. 366–375. doi:10.5937/jaes15-14662
8. Azizov, T., Kochkarev, D., Galinska, T. Reinforced Concrete Rod Elements Stiffness Considering Concrete Nonlinear Properties (2020) *Lecture Notes in Civil Engineering*, 47, pp. 1-6.
9. Yakovenko I.A, Dmytrenko Y.A., Bakulina V.M. (2022) Construction of Analytical Coupling Model in Reinforced Concrete Structures in the Presence of Discrete Cracks. In: Bieliatynskyi A., Breskich V. (eds) *Safety in Aviation and Space*

Technologies. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_10

10. Kochkarev, D., Azizov, T., Azizova, A., Galinska, T. Designing of Standard Cross Sections of Composite Bending Reinforced Concrete Elements by the Method of Design Resistance of Reinforced Concrete (2021) Lecture Notes in Civil Engineering, 100 LNCE, pp. 202-211.

11. Яковенко І.А. Проблематика визначення параметрів деформування залізобетонних конструкцій, посилених у розтягнутій зоні / І.А. Яковенко, І.М. Мельничук // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 485–488.

12. Krivosheev P., Shokarev V., Marienkov M., Shokarev V., Shapoval V., Gabibov F. Improvement of loessial soil properties by presoaking and explosive energy of subsurface charges. *17th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, ECSMGE 2019 - Proceedings : 17, Geotechnical Engineering, Foundation of the Future, Reykjavik, 01–06 of September 2019*. 2019. P.1–5. DOI: 0.32075/17EC1SMGE-2019-0807.

13. Marienkov N., Babik K., Bolotov Y., Dunin V. Monitoring of pile foundation engineering in dense urban development conditions on landslide hazardous site. *Monitoring 2019 Conference – Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. 2019. Nov. 2019, Vol. 2019. P.1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.201903178.

14. Kolchunov V.I., Yakovenko I.A. (2016) About the violation solid effect of reinforced concrete in reconstruction design of textile industry enterprises // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennost* this, 2016, 363 2016-January(3), pp. 258–263.

15. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. — К. : НАУ, 2018. — 492 с.

16. Golyshev O, Kolchunov V, Yakovenko I (2013). Theory and calculation of reinforced concrete precast-monolithic structures, taking into account long-term processes. Talkom Publ., Kyiv, Ukraine.

17. Kaliukh I., Kosheleva N., Yakovenko I., Dzhahalov M., Kotlyar M. and Bashkirov G. Monitoring and mathematical modelling of the pit construction impact on the subway tunnels during reconstruction of the Postal Square // 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Nov 2021, Volume 2021, p.1–5.

18. Барашиков А. Я. Оцінювання технічного стану будівельних та інженерних споруд / А.Я. Барашиков, О.М. Малишев. — К. : Основа, 2008. — 320 с.

19. Климов Ю. А. Сучасні методи розрахунку залізобетонних конструкцій за граничними станами другої групи : навч. посібник / Ю. А. Климов. — К. : КНУБА, 2001.— 46 с.

20. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін.]. — К. : Толока, 2017. — 627 с.

21. Реконструкція промислових та цивільних будівель : навч. посібник для студ. ВНЗ буд. спец. / А. М. Березюк, В. Т. Шалений, К. Б. Дікарев, О. О. Кириченко ; за ред. А. М. Березюка. — Дніпропетровськ : ЕНЕМ, 2010. — 183 с.

21. Яковенко І. А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів : мет. реком. до виконання РГР для студентів спец. 6.06010101 / І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін. — К.: НАУ, 2013. — 50 с.

22. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // Theoretical and scientific foundations of engineering : collective monograph / Apostolova R., Shembel E., Aurbach D., Markovsky B., —

etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96. Available at : DOI : 10.46299/isg.2020.MONO.TECH.II URL: <http://isg-konf.com>.

23. Яковенко І.А. Класифікація методів посилення залізобетонних конструкцій будівель та споруд / І. А. Яковенко, Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей XIX міжн. конф. науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (20-22 березня 2019 року). – К. : НУБіП України, 2019. – С. 8–11.

24. Яковенко І.А. Визначення параметрів напружено-деформованого стану залізобетонних складених конструкцій / І. А. Яковенко, І.А. Грищенко// Збірник тез доповідей XIX міжн. конф. науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (20-22 березня 2019 року). – К. : НУБіП України, 2019. – С. 36–38.

25. Бабич. Є.М. Методика випробування підсиленних за похилими перерізами згинальних залізобетонних елементів при малоциклових навантаженнях високого рівня / Є.М. Бабич, С.В. Мельник // Будівельні конструкції : Міжвід. наук.-тех. зб. наук. праць. – Київ: ДП НДІБК, 2011. – Вип. 74, кн. 1. – С.172–179.

26. Валовий О.І. Ефективні методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд : навч. посібник / О.І. Валовий. – Кривий Ріг : «Мінерал», 2003. – 270 с.

27. Яковенко І.А. Пошук раціональних методів посилення зони розтягу згинальних залізобетонних конструкцій при реконструкції та відновленні будівель / І.А. Яковенко, І.М. Мельничук, **О.А. Андросюк** // Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) (20–21 лютого 2025 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2025. – С. 562–566.

28. Мельничук І.М. Способи забезпечення спільної роботи додаткової арматури у посилених залізобетонних конструкціях / І.М. Мельничук, І.А. Яковенко // Зб. тез доп. XI Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН Крамарова В.С. (1906-1987) (22–23 лютого 2024 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2024. – С. 422–425.

29. Dmytrenko, Y., Yakovenko, I., Kostyra, N., Tomashevsky, A. (2025). Variant Modelling of Strengthening Methods of the Reinforced Concrete Bending Structures Using the “LIRA-SAPR” Tools. In: Zabulonov, Y., Peer, I., Zheleznyak, M. (eds) Liquid Radioactive Waste Treatment: Ukrainian Context. LWRT 2023. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 712. Springer, Cham., pp. 62–76. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95663-8_7

30. Настанова щодо обстеження будівель для визначення та оцінки їх технічного стану : ДСТУ–Н Б В.1.2–18:2016. – [Чинний з 2017-04-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – (Національний стандарт України).

31. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2011-07-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).

32. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

33. ENV 1992–1–1: 1991 : Eurocode 2 : Desing 2 : Design of Concrete Structures. – Part 1 : General rules and Rules for Buildings. – European Prestandart. June, 1992.

34. Будинки адміністративного та побутового призначення. Будинки і споруди: ДБН В.2.2-28:2010. – [Чинний від 2011-01-10]. – К. : КІЇВЗНДІЕП, 2011. –28 с. – (Державні будівельні норми України)

35. Будівлі та споруди. Визначення класів наслідків (відповідальності) : : ДСТУ 8855:2019. – [Чинний з 2019-12-01]. – К. : Державне підприємство

«Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019. – 14 с. – (Державний стандарт України).

36. Громадські будівлі та споруди : ДБН В.2.2-9-99. – [Введені в дію з 2000-01-01]. – К. : Держбуд України, 1999. – 51 с. – (Державні будівельні норми України).

37. Культурно-видовищні та дозвіллєві заклади : ДБН В.2.2-16:2019. – [Чинний з 2019-11-01]. – К. : Мінрегіонбуд, 2019. – 93 с. – (Державні будівельні норми України).

38. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. - [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).

39. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 та №2 : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні від 2020-06-01]. – К. : Мінбуд України, 2020. – 68 с. – (Державні будівельні норми).

40. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1-10:2018 : – [Введені в дію з 2019-01-01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

41. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2. – 3:2006 – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України.

42. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019-08-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

43. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – [Введені в дію з 2017-01-01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

44. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – [Введені в дію з 2012-04-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 112 с. – (Державні будівельні норми України).

45. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинний з 2017-01-06]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).

46. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25–56:2014. . – [Введені в дію з 2015–07–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).

47. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) : ДБН А.2.2-1:2021. – [Введені у дію з 2022–09–01]. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 26 с.

48. Сталеві конструкції. Норми проектування: ДБН В.2.6-198:2014. Зі зміною №1. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 220 с.

49. Бакулін Є.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Н. О. Костира. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с.
<https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>

50. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.

51. Дудар, І. Н. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проектування) : навчальний посібник / І.Н. Дудар, О.М. Лівінський, Т.В. Прилипко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.

52. Ковальчук Я.О. Технологія та організація будівництва : навчальний посібник / Я.О. Ковальчук. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. – 191 с.

53. Угненко Є.Б. Основи організації будівництва та будівельного виробництва : конспект лекцій / Є.Б. Угненко, О.М. Тимченко, Н.В. Белікова . – Харків : УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 81 с.

54. Яковенко І. А. Експериментальні дослідження міцності і тріщиностійкості у залізобетонних складених конструкціях / І. А. Яковенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне, 2014. – Вип. 28. – С. 319–328.

ДОДАТКИ