

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
**Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну**  
**Кафедра будівництва**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
рішенням кафедри будівництва  
(протокол № \_\_, від \_\_.06.2026р.)  
завідувач кафедри будівництва,  
д.т.н., професор  
\_\_\_\_\_ Ігор ЯКОВЕНКО  
. “\_\_” \_\_\_\_\_ 2026 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: **«Реконструкція будівлі дошкільного типу у місті  
Златопіль»**

Спеціальність 192 – будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва)

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_ кандидат технічних наук, доцент \_\_\_\_\_ Євген ДМИТРЕНКО  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:**

\_\_\_\_\_ К.Т.Н., доцент \_\_\_\_\_ Євген ДМИТРЕНКО  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

*допускається до захисту/не допускається до захисту»*

**Виконав: студент**

\_\_\_\_\_ Денис БЕЗУХ  
«підпис» (ПІБ студента)

**Рецензент:**

\_\_\_\_\_ (науковий ступінь та вчене звання) \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ПІБ)  
\_\_\_\_\_ «підпис» \_\_\_\_\_ «оцінка»

м. Київ 2026 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

завідувач кафедри будівництва,

Д.Т.Н., професор Ігор ЯКОВЕНКО  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

«25» березня 2026р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
**СТУДЕНТУ**

Безуху Денису Ярославовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(код і назва) (назва)

Програма підготовки освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема дипломного проєкту затверджена наказом проректора з науково-педагогічної роботи та цифрової трансформації НУБіП України від «24» березня 2026 р. № 839 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026, червень, 01  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: геологічні умови майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 [7], навантаження та вплив згідно ДБН В.1.2-2:2006 [1].

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, 6 листів формату А1 та використаних джерел літератури 25 найменувань.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. Архітектурна частина  
Розділ 2. Розрахунково-конструктивний розділ  
Розділ 3. Основи і фундаменти  
Розділ 4. Технологія будівельного виробництва  
Розділ 5. Організація будівництва  
Висновки  
Перелік використаної літератури  
Додатки

Перелік графічного матеріалу (обов'язкові креслення):

|            |                                                                                                          |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аркуш 1, 2 | <i>Архітектурна частина: фасад, розрізи, вузли, план.</i>                                                |
| Аркуш 3.   | <i>Розрахунково-конструктивна частина: залізобетонна монолітна плита перекриття, колона К-1</i>          |
| Аркуш 4.   | <i>Технологічно-будівельна частина. Техкарта на влаштування монолітних колон</i>                         |
| Аркуш 5.   | <i>Організаційно-будівельна частина. Будгенплан.</i>                                                     |
| Аркуш 6.   | <i>Організаційно-будівельна частина. Календарний графік. Відомість витрат. Графік руху робочої сили.</i> |

Строки виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи

| Найменування етапу дипломного проєкту                                | Строк виконання етапу      | Відмітка про виконання |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| <i>Збір, аналіз та обґрунтування вихідних матеріалів для проєкту</i> | <i>25.03.26– 06.04.26</i>  |                        |
|                                                                      |                            |                        |
|                                                                      |                            |                        |
| <i>Написання та наповнення частин пояснювальної записки</i>          | <i>06.04.26 – 04.05.26</i> |                        |
|                                                                      |                            |                        |
| <i>Виконання графічної частини дипломного проєкту</i>                | <i>04.05.26–29.05.26</i>   |                        |
|                                                                      |                            |                        |

Дата видачі завдання «25» березня 2026 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Євген ДМИТРЕНКО  
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_  
«підпис»

Денис БЕЗУХ  
(ПІБ студента)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему: «Реконструкція будівлі дошкільного типу у місті Златопіль».

Пояснювальна записка містить 70 сторінок, 16 рисунків, 11 таблиць, 25 використаних джерел та 7 аркушів креслень формату А1.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі виконано проєктування реконструкції будівлі дошкільного типу з метою її адаптації під центр раннього дитячого дозвілля. Розроблено архітектурно-планувальні, конструктивні та технологічно-організаційні рішення відповідно до чинних будівельних норм.

В архітектурно-будівельному розділі наведено характеристику району будівництва у місті Златопіль, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівлі, виконано теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожувальних конструкцій та розраховано техніко-економічні показники проєкту.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано збір навантажень, розрахунок та конструювання монолітних залізобетонних конструкцій, зокрема монолітної плити перекриття типового поверху та рядової колони. Розрахунки виконані відповідно до вимог чинних ДБН та Єврокодів.

У розділі «Основи та фундаменти» виконано аналіз інженерно-геологічних умов майданчика будівництва та запроєктовано збірний залізобетонний стовпчастий фундамент.

У розділах технології будівельного виробництва та організації будівництва розроблено будівельний генеральний план, календарний графік виконання робіт, відомість витрат, графік руху робочої сили, а також технологічну карту на монтаж збірних фундаментних плит.

Графічна частина містить архітектурні креслення будівлі (фасад, розрізи, плани, вузли), конструктивні схеми та креслення армування, будівельний генеральний план і календарний графік виконання робіт.

**Ключові слова:** *проєктування, реконструкція, будівля дошкільного типу, монолітна плита перекриття, колона, стовпчастий фундамент, технологічна карта, SCAD Office, бюджетплан, організація будівництва.*

## ЗМІСТ

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                               | 9  |
| 1. АРХІТЕКТУРНО БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....                                   | 10 |
| 1.1. Характеристика ділянки - загальні відомості про місце забудови ..... | 10 |
| 1.2. Аналіз проєктованого місця - містобудівне рішення.....               | 10 |
| 1.3. Об'ємно- планувальне рішення .....                                   | 11 |
| 1.4. Конструктивне рішення .....                                          | 12 |
| 1.4.1 Фундаменти.....                                                     | 12 |
| 1.4.2 Зовнішні стіни і вікна.....                                         | 13 |
| 1.4.3 Перекриття й покрівля.....                                          | 13 |
| 1.4.4 Оздоблювальні матеріали.....                                        | 14 |
| 1.5. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожуючої конструкції.....    | 15 |
| 2. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....                              | 17 |
| 2.1. Збір навантаження .....                                              | 17 |
| 2.2. Вітрове навантаження .....                                           | 20 |
| 2.3. Розрахунок монолітної плити.....                                     | 23 |
| 3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....                                               | 27 |
| 3.1. Визначення характеристик ґрунтів .....                               | 27 |
| 3.2. Розрахунок монолітного ростверку .....                               | 29 |
| 3.2.1 Розрахунок ростверку на продавлювання колоною .....                 | 29 |
| 3.2.2 Розрахунок ростверку на згин.....                                   | 31 |
| 4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА .....                              | 33 |
| 4.1. Порядок виконання робіт.....                                         | 33 |
| 4.1.1 Опалубні роботи .....                                               | 34 |
| 4.1.2 Бетонування колон .....                                             | 35 |
| 4.2. Організація і технологія виконання робіт .....                       | 36 |
| 4.2.1 Технічна готовність робіт, передуючих бетонуванню колон.....        | 36 |
| 4.2.2 Виконавці .....                                                     | 36 |
| 4.2.3 Пристосування, інвентар і інструменти.....                          | 37 |
| 4.3. Опалубні роботи .....                                                | 37 |
| 4.3.1 Загальні данні.....                                                 | 37 |
| 4.3.2 Організація робочого місця та опис технологічних операцій .....     | 39 |
| 4.4. Основні вказівки по організації виробництва .....                    | 40 |
| 4.4.1 Доставка і прийом бетонної суміші.....                              | 40 |

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.2 Підготовка до бетонування .....                                                 | 40 |
| 4.4.3 Подача і укладання бетонної суміші .....                                        | 41 |
| 4.4.4 Ущільнення бетонної суміші .....                                                | 42 |
| 4.4.5 Витримка і догляд за бетоном.....                                               | 42 |
| 4.5. Вимоги до якості та приймання робіт .....                                        | 44 |
| 4.6. Схема операційного контролю якості .....                                         | 44 |
| 4.6.1 Підготовчий етап.....                                                           | 44 |
| 4.6.2 Етап бетонування .....                                                          | 45 |
| 4.6.3 Витримування бетону та розпалублення .....                                      | 45 |
| 4.6.4 Приймання конструкцій .....                                                     | 46 |
| 4.7. Вказівки по техніці безпеки.....                                                 | 46 |
| 5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА .....                                         | 48 |
| 5.1. Загальні відомості .....                                                         | 48 |
| 5.2. Вибір методів виконання будівельно-монтажних робіт.....                          | 48 |
| 5.2.1 Роботи нульового циклу .....                                                    | 48 |
| 5.3. Роботи наземного циклу .....                                                     | 49 |
| 5.3.1 Зведення монолітних залізобетонних конструкцій .....                            | 49 |
| 5.3.2 Демонтаж стінних панелей і зовнішніх ригелів.....                               | 50 |
| 5.3.3 Монтаж збірних ригелів .....                                                    | 50 |
| 5.3.4 Цегляна кладка стін.....                                                        | 51 |
| 5.3.5 Влаштування підлоги.....                                                        | 51 |
| 5.4. Техніка безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт.....                    | 52 |
| 5.4.1 Охорона праці при виконанні земляних робіт .....                                | 52 |
| 5.4.2 Охорона праці при виконанні бетонних робіт .....                                | 53 |
| 5.5. Будівельний генеральний план.....                                                | 54 |
| 5.5.1 Характеристика об'єктного будгенплану.....                                      | 54 |
| 5.5.2 Вибір та розрахунок тимчасових будівель і споруд .....                          | 55 |
| 5.5.3 Розрахунок потреб води .....                                                    | 58 |
| 5.5.4 Розрахунок освітлення будівельного майданчика.....                              | 59 |
| 5.5.5 Проектування тимчасового електропостачання .....                                | 59 |
| 5.5.6 Техніко-економічні показники.....                                               | 60 |
| 5.5.7 Заходи по охороні праці і протипожежної безпеки на будівельному майданчику..... | 60 |
| 5.6. Охорона праці .....                                                              | 61 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.6.1 Характеристика об'єкта проектування .....                         | 61 |
| 5.6.2 Аналіз потенційних небезпек на об'єкті .....                      | 62 |
| 5.6.3 Падіння предметів з висоти .....                                  | 63 |
| 5.6.4 Підвищена запилиність та загазованість повітря робочої зони ..... | 64 |
| 5.7. Інженерний розрахунок захисного заземлення .....                   | 65 |
| ВИСНОВКИ .....                                                          | 67 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                        | 69 |
| ДОДАТКИ .....                                                           | 71 |

## ВСТУП

Актуальність теми: забезпечення підростаючого покоління належними умовами для всебічного розвитку, навчання та змістовного дозвілля є одним із пріоритетних завдань сучасної соціальної політики України. У багатьох населених пунктах існує потреба в модернізації наявної інфраструктури та оптимізації використання наявного фонду громадських будівель. Реконструкція існуючих споруд дошкільного типу з їх подальшою адаптацією під сучасні центри раннього дитячого дозвілля є технічно доцільним та економічно вигідним рішенням, оскільки дозволяє повернути будівлі в експлуатацію з новим функціональним призначенням, покращити їх енергоефективність та продовжити термін служби без значних витрат на нове будівництво.

Мета роботи полягає у розробці комплексу архітектурно-будівельних, конструктивних, технологічних та організаційних рішень для реалізації проєкту реконструкції будівлі дошкільного типу у місті Златопіль із перепрофілюванням її під центр раннього дитячого дозвілля.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

- проаналізовано природно-кліматичні та містобудівні умови майданчика реконструкції;
- розроблено об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівлі, а також виконано теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін;
- проведено збір навантажень та виконано розрахунково-конструктивне проєктування елементів перекриття й перемичок;
- обґрунтовано вибір типу фундаментів на основі інженерно-геологічних умов;
- розроблено технологічну карту на виконання монтажних робіт, календарний графік будівництва та будівельний генеральний план об'єкта.

Практичне значення отриманих рішень полягає у створенні безпечного, енергоефективного та комфортного простору для дітей, що повністю відповідає діючим будівельним нормам України.

## **1. АРХІТЕКТУРНО БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ**

### **1.1. Характеристика ділянки - загальні відомості про місце забудови**

Аналізуючи містобудівну ситуацію у місті Златопіль, варто відзначити, що в його північній частині переважає багатоповерхова житлова забудова. Під час пошуку оптимального місця для розміщення дошкільного реабілітаційного центру вибір зупинився на ділянці всередині житлового кварталу. Це забезпечує зручне транспортне сполучення та комфортні пішохідні зв'язки. Рельєф території проектування відносно спокійний, з невеликим ухилом, який становить близько 4°.

З точки зору містобудування, ділянка розташована у зоні з помірною інтенсивністю руху на перетині основних транспортних та пішохідних шляхів. Це цілком відповідає призначенню закладу, оскільки для реабілітаційної функції важлива доступність, але без зайвого шуму. Сама ділянка має контури неправильного багатокутника і межує:

- зі сходу — з пішохідною зоною, що веде в бік проспекту Правди;
- із півночі та заходу — з внутрішньоквартальним проїздом, який має вихід на вулицю Архітекторів;
- із півдня — безпосередньо з територією житлової забудови.

Район будівництва (м. Златопіль) відноситься до II кліматичної зони, для якої характерний помірно-континентальний клімат. Розрахункові показники температури становлять: для зимового періоду — -23 °С, для літнього — +26 °С. Нормативна глибина промерзання ґрунтів у цьому регіоні становить 1,2 м [7].

### **1.2. Аналіз проектного місця - містобудівне рішення**

Проект дитячого реабілітаційного центру розробляється з урахуванням регенерації та часткової реконструкції існуючого кварталу. Об'єкт, що підлягає реконструкції, знаходиться у внутрішньому дворі житлової групи. Він безпосередньо межує з територією будинку-інтернату, який має схожу конфігурацію ділянки та аналогічну об'ємну структуру будівлі. Проектована

будівля не є занадто масштабною чи домінуючою за площею порівняно з навколишніми спорудами побутового призначення.

Водночас можна стверджувати, що цей культурно-дозвільний комплекс стає своєрідним акцентом кварталу. Проте цей статус досягається не через висотність чи масивність (будівля має всього 3 поверхи), а завдяки цікавим об'ємно-просторовим формам, а також важливій соціальній і функціональній ролі об'єкта. Завдяки своїй збалансованій структурі та невисокій поверховості комплекс візуально впорядковує навколишній житловий простір.

### **1.3. Об'ємно- планувальне рішення**

Зовнішній вигляд і архітектурний образ комплексу мають художньо відображати його специфіку та соціальну місію. При цьому будівлю необхідно гармонійно вписати в існуюче природне та містобудівне середовище. У сучасній практиці проектування спеціалізованих реабілітаційно-соціальних центрів використовують кілька підходів, щоб виділити такі важливі громадські об'єкти.

Коли навколо розташовані переважно невеликі будівлі, комплекс може виділятися як спокійне, упорядковане та затишне місце. Якщо ж відносно невисока споруда опиняється в оточенні масштабної та висотної забудови, її акцентують за допомогою оригінальної пластики фасадів чи незвичної композиції. Це створює виразний контраст. Також використовують сучасні якісні оздоблювальні матеріали, нестандартні конструктивні рішення та елементи синтезу мистецтв.

Композиційна структура будівлі, що реконструюється, має свої особливості через конфігурацію плями забудови, наявність зелених насаджень та специфіку ландшафту. Природне оточення безпосередньо впливає на те, буде будівля компактною чи розчленованою, визначає її силует та планувальну структуру. Це дозволяє обрати найбільш вигідний ракурс для сприйняття архітектури центру.

Зважаючи на контекст існуючого міського середовища, було прийнято такі проектні рішення: Будівля дитячого реабілітаційного центру прив'язана до композиційних осей навколишньої забудови. Вона стає локальним композиційним центром, що додатково підкреслюється об'ємами частин, які добудовуються та надбудовуються. Завдяки цьому вдається досягти органічної інтеграції нового об'єкта в існуючу структуру кварталу. Цей же принцип використання наявних містобудівних осей та їхнього розвитку ліг в основу внутрішньої організації та загальної функціональної схеми будівлі.

#### **1.4. Конструктивне рішення**

Об'ємно-планувальна структура будівлі безпосередньо пов'язана з її конструктивною схемою та матеріалами, що використовуються. Вибір конкретної конструктивної системи обумовлений поверховістю об'єкта, його об'ємно-просторовою архітектурою, інженерно-геологічними умовами (категорією ґрунтів), а також кліматичними особливостями району будівництва.

Частина дитячого реабілітаційного центру, яка підлягає надбудові, запроектована у каркасній системі. Оскільки загальний об'єм комплексу сформований із кількох прямокутних блоків різного функціонального призначення, кроки сітки колон для цих геометричних об'ємів відрізняються і становлять 6,0 м та 6,5 м.

##### **1.4.1 Фундаменти**

За конструктивною схемою на об'єкті прийнято комбіновані фундаменти:

- під несучими стінами — монолітні залізобетонні стрічкові фундаменти завтовшки 600 мм;
- під колонами каркаса — стовпчасті залізобетонні фундаменти стаканного типу з розмірами підшви та глибиною закладання 3,6 м.

За технологією зведення всі фундаменти є монолітними. Матеріал конструкцій — бетон класу С12/15, армування виконується сталлю класу А400С.

### 1.4.2 Зовнішні стіни і вікна

Для огорожувальних конструкцій застосовано фасадну структурну систему із силікатної цегли. Заповнення фасадів є комбінованим:

Світлопрозорі ділянки — однокамерні енергоефективні склопакети завтовшки 32 мм типу 6Т/16/6ТК (із застосуванням безпечного скла триплекс та сонцезахисного напилення).

Глухі ділянки — композиційні сендвіч-панелі «Рагос» товщиною 200 мм із внутрішнім теплоізоляційним шаром із пінополістиролу.

### 1.4.3 Перекриття й покрівля

Міжповерхові перекриття, відповідно до прийнятого кроку колон, запроектовані зі збірних залізобетонних плит. На ділянках зі складною криволінійною конфігурацією у плані влаштовуються ділянки з монолітного залізобетону класу В-25. Для забезпечення нормативних вимог із теплоізоляції використовуються мінераловатні плити.

Покрівля будівлі є частково експлуатованою. Водовідведення передбачено зовнішнє. Для покращення природного освітлення внутрішніх приміщень у деяких зонах покрівлі влаштовані світлові ліхтарі. Для безпеки передбачені металеві протипожежні сходи типу 2А.

Внутрішні сходи, що забезпечують зв'язок між рівнями комплексу, виконуються зі зварних металевих конструкцій по гнутих косоурах з подальшим облицюванням перфорованим металом.

Для скління віконних прорізів існуючої частини будівлі, що реконструюється, використовуються звукоізоляційні склопакети різних розмірів. З метою реалізації архітектурної концепції (забезпечення оглядовості об'єкта та створення сучасного візуального образу), а також відповідно до функціональних вимог, застосовано світловідбиваюче листове скло товщиною 10 мм.

#### 1.4.4 Оздоблювальні матеріали

Внутрішнє оздоблення приміщень виконується із сучасних матеріалів, які повністю відповідають діючим санітарно-гігієнічним та протипожежним нормам.

- Стіни загальних приміщень: використовуються високоякісна теразитова штукатурка.
- Вестибюль: облицювання стін та підлоги плитами з натурального каменю.
- Приміщення для перебування пацієнтів та відвідувачів: оздоблюються деревоволокнистими шпалерами під фарбування водоемульсійними сумішами.
- Санвузли та душові: стіни та підлога облицюються керамічною плиткою розміром 30 X 30 мм.
- Допоміжні та господарські приміщення: стіни штукатуряться та фарбуються, при цьому у технічних зонах передбачено панель із олійної фарби на висоту 0,8 м від підлоги.

Освітлення інтер'єрів виконує як утилітарну, так і естетичну функцію, для чого проектом передбачені сучасні растрові та люмінесцентні світильники.

Колористичне вирішення інтер'єрів закладу базується на використанні м'яких пастельних тонів із точковим включенням яскравих контрастних елементів. Це дозволяє знизити зорове напруження дітей та полегшує орієнтацію у просторі центру. Задля досягнення оптимального балансу яскравості поверхонь, стелю виконано у максимально світлих тонах, тоді як підлога є найбільш темною поверхнею в інтер'єрі.

### 1.5. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожуючої конструкції

Розрахунок теплоізоляційних характеристик зовнішніх стін виконано відповідно до сучасних нормативних вимог, чинних на момент проектування та реконструкції будівлі. Метою розрахунку є перевірка відповідності конструкції вимогам з енергоефективності.

Товщина шару утеплювача  $\delta_1 = 100 \text{ мм.}$ , товщина шару штукатурення  $\delta_2 = 0,03 \text{ м}$

Розрахунок виконується згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [6] «Теплова ізоляція будівель». Головною умовою нормативного теплозахисту є:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + \sum R_k + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$\alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{C}, R_n = \frac{1}{23} = 0,043$$

$R_k$  - температурний опір огороження конструкцій. Визначаємо як суму термічних оприв окремих шарів  $\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3$$

де:  $R_1, R_2, R_3$  - термічний опір окремих шарів огорожуючої конструкції визначається по формулі:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

де:  $\delta$  - товщина огорожуючої конструкції або окремого шару;

$\lambda$  - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності шару матеріалу  $\text{Вт/м} \cdot ^\circ \text{C}$ , приймаємо згідно додатку 3 ДБН В.2.6-31:2021 [6]

Проведемо обчислення термічного опору для кожного шару стіни:

Термічний опір 1-го шару (утеплювач — пінополістирол):

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,2}{0,05} = 4 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$$

Термічний опір 2-го шару (несна частина — силікатна цегла):

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,25}{0,76} = 0,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$$

Термічний опір 3-го шару (оздоблювальний — штукатурка):

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,03}{0,76} = 0,04 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$$

Загальний фактичний опір теплопередачі стіни з урахуванням коефіцієнтів тепловіддачі становить:

$$R_0 = 4 + 0,4 + 0,04 = 4,34 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$$

$$R_0 \geq R_n = 4,34 \geq 2$$

Оскільки отримане значення 5,594 м<sup>2</sup>\*К/Вт є більшим за нормативну вимогу для житлових та громадських будівель у II кліматичній зоні, прийнята товщина теплоізоляційного шару пінополістиролу 200 мм є цілком достатньою та задовольняє вимоги ДБН В.2.6-31:2021.

## 2. РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Збір навантаження

Таблиця 2.1. Збір навантаження від перекриття підвального поверху.

| № | Навантаження від перекриття підвального поверху                                   | Од. Вимір.         | Нормат. Навантаж. | К Над. | Розрахун. Навантажен. | Примітка                      |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|--------|-----------------------|-------------------------------|
|   | <u>Постійні :</u>                                                                 |                    |                   |        |                       |                               |
|   | Підлога:                                                                          |                    |                   |        |                       |                               |
| 1 | Керамічна плитка<br>$\delta=20\text{мм.}$                                         | кгс/м <sup>2</sup> | 36                | 1,1    | 39,6                  |                               |
| 2 | Клей СМ11 $\delta=2\text{мм.}$                                                    | кгс/м <sup>2</sup> | -                 | -      | -                     |                               |
| 3 | Вирівнюча стяжка<br>$\delta=30\text{мм; } \gamma=1800 \text{ кг/м}^3$             | кгс/м <sup>2</sup> | 54                | 1,1    | 60                    |                               |
| 4 | Гідроізоляція «сполимод»<br>два шари $\delta=8\text{мм.} \gamma=1 \text{ кг/м}^3$ | кгс/м <sup>2</sup> | 0,01              | 1,1    | 0,011                 |                               |
| 5 | Власна вага                                                                       | -                  | -                 | -      | -                     | Розрахов.<br>ПОК SCAD         |
|   | <u>Тимчасові:</u>                                                                 |                    |                   |        |                       |                               |
|   | Змінні тривалі:                                                                   |                    |                   |        |                       |                               |
| 6 | Корисна                                                                           | кгс/м <sup>2</sup> | 150               | 1,3    | 195                   | ДБН В.1.2-2:2006стр 11табл6.2 |
| 7 | Внутрішні перегородки                                                             | кгс/м <sup>2</sup> | 100               | 1,3    | 130                   | ДБН В.1.2-2:2006стр 10табл6.2 |

Таблиця 2.2. Збір навантаження від перекриття

| № | Навантаження від перекриття типового поверху                            | Од. Вимір.         | Нормат. Навантаж | К Над. | Розрахун. навантаж | примітка                                |
|---|-------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|--------|--------------------|-----------------------------------------|
|   | <u>Постійні :</u>                                                       |                    |                  |        |                    |                                         |
|   | Підлога:                                                                |                    |                  |        |                    |                                         |
| 1 | Керамічна плитка $\delta=20\text{мм}$ ;<br>$\gamma=1800\text{кг/м}^3$   | кгс/м <sup>2</sup> | 36               | 1,1    | 39,6               |                                         |
| 2 | Клей СМ 11 $\delta=2\text{мм}$                                          | кгс/м <sup>2</sup> | -                | -      | -                  |                                         |
| 3 | Вирівнююча стяжка<br>$\delta=50\text{мм}$ ; $\gamma=1800\text{ кг/м}^3$ | кгс/м <sup>2</sup> | 90               | 1,1    | 99                 |                                         |
| 4 | Кремзитобетон<br>$\delta=100\text{мм}$ ; $\gamma=500\text{ кг/м}^3$     | кгс/м <sup>2</sup> | 50               | 1,1    | 55                 |                                         |
| 5 | Власна вага перекриття                                                  | -                  | -                | -      | -                  | Розрахов.<br>ПОК<br>SCAD                |
|   | <u>Тимчасові:</u>                                                       |                    |                  |        |                    |                                         |
|   | Змінні тривалі:                                                         |                    |                  |        |                    |                                         |
| 6 | Корисна                                                                 | кгс/м <sup>2</sup> | 150              | 1,3    | 195                | ДБН<br>В.1.2-<br>2:2006стр<br>11табл6.2 |
| 7 | Внутрішні перегородки                                                   | кгс/м <sup>2</sup> | 100              | 1,3    | 130                | ДБН<br>В.1.2-<br>2:2006стр<br>10табл6.2 |

Таблиця 2.3. Збір навантаження від покриття

| № | Навантаження від покриття                                                                       | Од.<br>Вимір.      | Нормат.<br>Навантаж | К<br>Над. | Розрахун.<br>навантаж | примітка                             |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|-----------|-----------------------|--------------------------------------|
|   | <u>Постійні :</u>                                                                               |                    |                     |           |                       |                                      |
|   | Підлога:                                                                                        |                    |                     |           |                       |                                      |
| 1 | Покрівельний килим «Техно<br>Ніколь (Бікрост)»<br>$\gamma=2 \text{ кг/м}^3$                     | кгс/м <sup>2</sup> | -                   | -         | -                     |                                      |
| 2 | Вирівнююча стяжка $\delta=50\text{мм}$ ;<br>$\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$                        | кгс/м <sup>2</sup> | 90                  | 1,1       | 99                    |                                      |
| 3 | Теплоізоляція ROCK WOOL<br>(MONROCK MAX)<br>$\delta=150\text{мм}$ ; $\gamma=160 \text{ кг/м}^3$ | кгс/м <sup>2</sup> | 24                  | 1,1       | 26,4                  |                                      |
| 4 | Пароізоляційна плівка $\delta=0,2\text{мм}$                                                     | кгс/м <sup>2</sup> | -                   | -         | -                     |                                      |
| 5 | Вирівнююча стяжка $\delta=25\text{мм}$ ;<br>$\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$                        | -                  | 45                  | 1,1       | 49,5                  |                                      |
| 6 | Власна вага плити покриття                                                                      |                    |                     |           |                       | Розрахов.<br>ПОК SCAD                |
|   | <u>Тимчасові:</u>                                                                               |                    |                     |           |                       |                                      |
|   | Змінні тривалі:                                                                                 |                    |                     |           |                       |                                      |
| 6 | Корисна                                                                                         | кгс/м <sup>2</sup> | 150                 | 1,3       | 195                   | ДБН В.1.2-<br>2:2006стр<br>11табл6.2 |
| 7 | Внутрішні перегородки                                                                           | кгс/м <sup>2</sup> | 100                 | 1,3       | 130                   | ДБН В.1.2-<br>2:2006стр<br>10табл6.2 |
| 8 | Сніговий 5-й район. ДБН В.1.2.-<br>2.2006 «Навантаження та<br>впливи»                           | кгс/м <sup>2</sup> | 163                 | 1,1       | 179                   | Розрахов.<br>ПОК SCAD                |

Навантаження від стінних конструкцій, що захищають:

Стінне обгороджування умовно приймається з железокерамзитобетонных стінних панелей з розрахунковим навантаженням 203 кг/м<sup>2</sup>.

$$q_{ст} = 203 * \gamma_n * B \quad (\text{кН/м})$$

$$q_{ст} = 2 * 0,95 * 6 = 1157,1 \text{ кг/м}$$

## 2.2. Вітрове навантаження

Навітряна сторона:

Розрахунок виконаний по нормах проектування "ДБН В.1.2-2:2006 із зміною №1"

Табл. 2.4. «Вихідні дані»

| Вихідні дані                                           |                                                                                    |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Вітровий район                                         | 2                                                                                  |
| Характеристичне значення вітрового тиску               | 0,046 Т/м <sup>2</sup>                                                             |
| Тип місцевості                                         | ІІІ - приміські і промислові зони і протяжні лісові масиви                         |
| Тип споруди                                            | Вертикальні і такі, що відхиляються від вертикальних не більше ніж на 15° поверхні |
| Висота розміщення будівельного об'єкту над рівнем моря | 0,5 км.                                                                            |

Табл. 2.5. «Параметри»

| Параметри                                          |                    |
|----------------------------------------------------|--------------------|
| Поверхня                                           | Навітряна поверхня |
| Крок сканування                                    | 3,6 м              |
| Коефіцієнт надійності по граничному розрахунковому | 1,1                |

| Параметри                                                                        |        |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| значенню $\square_{fm}$                                                          |        |
| Коефіцієнт надійності по експлуатаційному розрахунковому значенню $\square_{fe}$ | 1      |
|                                                                                  |        |
| H                                                                                | 10,8 м |

Табл.2.6. «Значення вітрового навантаження»

| Висота (м) | Експлуатаційне значення (Т/м <sup>2</sup> ) | Граничне значення (Т/м <sup>2</sup> ) |
|------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0,033                                       | 0,036                                 |
| 3,6        | 0,033                                       | 0,036                                 |
| 7,2        | 0,038                                       | 0,042                                 |
| 10,8       | 0,045                                       | 0,05                                  |

Підвітряна сторона:

Табл.2.7. «Вихідні дані»

| Вихідні дані                                             |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Вітровий район                                           | 2                                                                                  |
| Характеристичне значення вітрового тиску                 | 0,046 Т/м <sup>2</sup>                                                             |
| Тип місцевості                                           | ІІІ - приміські і промислові зони і протяжні лісові масиви                         |
| Тип споруди                                              | Вертикальні і такі, що відхиляються від вертикальних не більше ніж на 15° поверхні |
| Висота розміщення будівельного об'єкту над рівнем морить | 0,5 км                                                                             |

Табл.2.8. «Параметри»

| Параметри                                                                       |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Поверхня                                                                        | Підвітряна поверхня |
| Крок сканування                                                                 | 3,6 м               |
| Коефіцієнт надійності по граничному розрахунковому значенню $\gamma_{fm}$       | 1,1                 |
| Коефіцієнт надійності по експлуатаційному розрахунковому значенню $\gamma_{fe}$ | 1                   |
|                                                                                 |                     |
| Н                                                                               | 10,8 м              |

Табл. 2.7. «Значення вітрового навантаження»

| Висота (м) | Експлуатаційне значення (Т/м <sup>2</sup> ) | Граничне значення (Т/м <sup>2</sup> ) |
|------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | -0,025                                      | -0,027                                |
| 3,6        | -0,025                                      | -0,027                                |
| 7,2        | -0,028                                      | -0,031                                |
| 10,8       | -0,034                                      | -0,037                                |

### 2.3. Розрахунок монолітної плити

Розрахунок монолітної плити вівся за допомогою ПР «SCAD Office» по ДБН В.2.6-98:2009 [4].

Вихідні дані:

Табл. 2.9.

| АРМИРОВАНИЕ ПО ПРОЧНОСТІ ( ЗАГАЛЬНІ ДАНІ ) |                                       |     |    |    |                         |    |                              |                               |     |                                       |      |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|-----|----|----|-------------------------|----|------------------------------|-------------------------------|-----|---------------------------------------|------|
| Модуль армування                           | Відстань до центру тягаря арматури см |     |    |    | Розрахункові довжини, м |    | Ознака статичної визначності | Випадковий ексцентриситет, см |     | Коефіцієнти обліку сейсмич. воздейст. |      |
|                                            | A1                                    | A2  | A3 | A4 | Ly                      | Lz |                              | Eay                           | Eaz | МКР                                   | МКР1 |
| Плита.<br>Оболонка                         | 3.5                                   | 3.5 | 0  | 0  | 0                       | 0  | невизначна                   | 0                             | 0   | 1.2                                   | 0.9  |

Табл. 2.10.

| АРМИРОВАНИЕ ПО ПРОЧНОСТІ ( БЕТОН ) |               |                         |                 |             |    |
|------------------------------------|---------------|-------------------------|-----------------|-------------|----|
| Клас бетону                        | Вигляд бетону | Умови тверднення бетону | Коефіцієнти     |             |    |
|                                    |               |                         | умов тверднення | умов роботи |    |
|                                    |               |                         |                 | ГБ2         | ГБ |
| B25                                | Важкий        | Природне                | 1               | 0.9         | 1  |

Табл. 2.11.

| АРМИРОВАНИЕ ПО ПРОЧНОСТИ ( АРМАТУРА ) |            |                                  |            |                                 |
|---------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|---------------------------------|
| Клас арматури                         |            | Коефіцієнти умов роботи арматури |            | Максимальний відсоток армування |
| подовжньою                            | поперечною | подовжньою                       | поперечною | %                               |
| A500C                                 | A-II       | 1                                | 1          | 10                              |

Табл. 2.12.

| АРМИРОВАНИЕ ПО ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ |                                           |          |                               |        |                                           |                                |                        |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------------|----------|-------------------------------|--------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Категорія трещиност.            | Допустима ширина при розкритті тріщин, мм |          | Діаметр стержнів арматури, мм |        | Расст. до ц.т. крайн. ряду стержнів прод. | Умови експлуатації конструкції | Режим вологості бетону | Вологість повітря окруж. середовища |
|                                 | непрод.                                   | продолж. | прод.                         | попер. |                                           |                                |                        |                                     |
| 3                               | 0.4                                       | 0.3      | 12                            | 10     | 3.5                                       | У приміщенні Естественная      | Естественная влажность | 40-60%                              |

| АРМИРОВАНИЕ ПО ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ |                                           |          |                               |        |                                           |                                |                        |                                   |
|---------------------------------|-------------------------------------------|----------|-------------------------------|--------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Категорія трещиност.            | Допустима ширина при розкритті тріщин, мм |          | Діаметр стержнів арматури, мм |        | Расст. до ц.т. крайн. ряду стержнів прод. | Умови експлуатації конструкції | Режим вологості бетону | Вологість повітря окр. середовища |
|                                 | непрод.                                   | продолж. | прод.                         | попер. |                                           |                                |                        |                                   |
|                                 |                                           | ж.       |                               | р.     |                                           |                                |                        |                                   |
|                                 |                                           |          |                               |        |                                           | вологість 40-60%               |                        |                                   |

Рішення:

Визначаємо величину коефіцієнта:

$$a_m = \frac{M_{sd}}{a \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{254.3 \cdot 10^6}{0.85 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 180^2} = 1.15$$

Знаходимо по таблиці. Значення  $\varepsilon_{cu}=3.5\%$ ,  $\omega_c=0.81$ ,  $K_z=0.416$

$$C_0 = \frac{\omega_c}{k_z} = \frac{0.81}{0.416} = 1.917$$

$$\eta = \frac{z}{d} = 0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{a_m}{C_0}} = 0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{1.15}{1.9}} = 1.1$$

Знаходимо площу арматури:

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{254.3 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 2854.1 \text{ мм}^2 = 28.54 \text{ см}^2$$

Знаходимо для кожної зони необхідну площу арматури по  $M_y$ :

$M_y=20.09 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{209 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 2345.1 \text{ мм}^2 = 23.45 \text{ см}^2$$

$M_y=14.76 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{147,6 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 1649,83 \text{ мм}^2 = 16,49 \text{ см}^2$$

$M_y = 9,42 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{94,2 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 1057,2 \text{ мм}^2 = 10,57 \text{ см}^2$$

$M_y = 4,08 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{40,8 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 457,9 \text{ мм}^2 = 4,57 \text{ см}^2$$

$M_y = 11,92 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{119,2 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 1337,8 \text{ мм}^2 = 13,37 \text{ см}^2$$

$M_y = 17,26 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{172,6 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 1937,1 \text{ мм}^2 = 19,37 \text{ см}^2$$

Знаходимо для кожної зони необхідну площу арматури по  $M_x$ :

$M_x = 38,46 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{384,6 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 4316,49 \text{ мм}^2 = 43,16 \text{ см}^2$$

$M_x = 35,26 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{352,6 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 3957,35 \text{ мм}^2 = 39,57 \text{ см}^2$$

$M_x = 29,87 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{298,7 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 3352,41 \text{ мм}^2 = 33,52 \text{ см}^2$$

$M_x = 22,48 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{224,8 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 2523,00 \text{ мм}^2 = 25,23 \text{ см}^2$$

$M_x = 16,09 \text{ тм}$ :

$$A_{sf} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z} = \frac{160,9 \cdot 10^6}{450 \cdot 1.1 \cdot 180} = 1805,83 \text{ мм}^2 = 18,05 \text{ см}^2$$

Результати армування монолітної плити з ПКВ «SCAD»

### 3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

Існуюча будівля, що реконструюється, спирається на фундаменти мілкового закладення з відміткою підшови -4,820 м. Для мінімізації додаткових деформацій та напружень в основах існуючих конструкцій під час розробки котловану, фундаменти прибудованої частини закладено на палях. Палі занурюються методом статичного вдавлювання.

Проектування фундаментів прибудови виконано з урахуванням регламентів ДБН В.1.2-12:2008 [2] «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки».

#### 3.1. Визначення характеристик ґрунтів

За даними інженерно-геологічних вишукувань, основа представлена такими нашаруваннями:

1. Суглинки полу тверді і туго пластичні:

$$I_t=0.25; I_{\text{водонасичена}}=0.64;$$

$$\gamma=18.64 \text{ КН/м}^3;$$

$$\varphi=16^\circ; c=0.015 \text{ МПа.}$$

2. Піски дрібні, однорідні:

$$\gamma=18.25 \text{ КН/м}^3;$$

$$\varphi=28^\circ;$$

$$C=0.002 \text{ МПа.}$$

$$N_{\text{св}}=L_{\text{св}}+1.1=12+1+0.1=10 \text{ м.}$$

Довжина палі разом із закладенням у ростверк прийнята  $L_{\text{св}} = 12$  м. Для проектування обрано залізобетонну палю квадратного суцільного перерізу 400 X 400 мм (відповідно до діючих стандартів).

Площа поперечного січення

$$A = b^2 = 0.4 * 0.4 = 0.16 \text{ м}^2$$

Периметр палі:  $u = b * 4 = 0.4 * 4 = 1.6$  м.

R- розрахунковий опір ґрунта под. нижнім кінцем палі приймемо із умови обпирання на шар 3 по формулі 12 ДСТУ Б В.2.6-65:2008 [24]

$$R = 0,75 \alpha_4 (\alpha_1 \gamma'_I d + \alpha_2 \alpha_3 \gamma_I h);$$

$$\alpha_1 = 20.85;$$

$$\alpha_2 = 39.15;$$

$$\alpha_3 = 0.675;$$

$$\alpha_4 = 0.28;$$

Удільна вага ґрунта з врахуванням зваженої дії води:

$$\gamma_{sb} = (\gamma_0 - \gamma_w) \frac{1}{1 + e} = \left( 26.09 - \frac{10 \text{ кН}}{\text{м}^3} \right) \frac{1}{1 + 0,66} = 9,654 \text{ кН/м}^3$$

Якщо  $\gamma$  у насипного шару ґрунта прийняти  $= 16.5 \text{ КН/м}^3$  то,

$$\gamma_{1\text{осред.}} = \frac{1,65 \cdot 1,5 + 1,9 \cdot 1,6 + 1,88 + 4,9}{1,5 + 1,6 + 4,9} = 18,4 \text{ КН/м}^3.$$

Знаходимо розрахунковий опір ґрунта:

$$\begin{aligned} R &= 0,75 \alpha_4 (\alpha_1 \gamma'_I d + \alpha_2 \alpha_3 \gamma_I h) = \\ &= 0,28(20,85 \cdot 19,66 \cdot 0,57 + 39,15 \cdot 0,675 \cdot 18,25 \cdot 13) = 182 \text{ тс/м}^2 \end{aligned}$$

1. Насипний шар:  $h_1 = 1.5 \text{ м}$ .

$$l_1 = 1,2 + 0,1 + 1,5 = 2,8 \text{ м}$$

$$f_1 = 24,2 = 0,02 \text{ МПа};$$

2. Суглинки полу тверді та тугопластичнію.

$$l_2 = 1,2 + 0,1 + 1,5 + 1,6 = 4,4 \text{ м}$$

$$f_2 = 16,4 = 0,0164 \text{ МПа}$$

3. Піски дрібні:

$$l_3 = 1.2 + 0.1 + 1.5 + 1.6 + 4.9 = 9.3$$

$$f_3 = 0,0453 \text{ МПа};$$

Знаходимо несучу здатність палі:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i),$$

$$F_d = 1(1,1 \cdot 182 \cdot 0,16 + 1,6 \cdot 1(2,42 \cdot 1,5 + 3,68 \cdot 1,6 + 10 \cdot 4,29)) = 116,8 \text{ тс};$$

Необхідна умова для роботи одинарної палі ( $b=0.4$ ;  $L_{cb}=12 \text{ м}$ .);

$N_{cb} = \frac{F_d}{\gamma_c} = \frac{116}{1.4} = 83$  тс.-умова виконується тому приймаємо 4св. квадратного розрізу 400х400 довжиною 12м.Зануренної методом статичного втискування.

### 3.2. Розрахунок монолітного ростверку

Дано: основне поєднання розрахункових навантажень від колони на фундамент на рівні верхньої грані ростверка:

$$N = 3080 \text{ кН (308 тс)} ; M = 132 \text{ кН}\cdot\text{м (13,2 тс}\cdot\text{м)};$$

$$Q = 51,2 \text{ кН (5,12 тс)}.$$

Перетин колони  $h_{col} = 40$  см,  $b_{col} = 40$  см.

Палі забивні вдавлювані перетином 40х40 см.

Розрахункове навантаження, що допускається на палю по ґрунту,  $F_{sv} = 830$ кН (83тс); розрахункове навантаження на палі крайнього ряду (з врахуванням можливості їх перевантаження на 20%)  $F'_{sv} = 1,2 \cdot 830 = 996$  кН (99,6 тс).

Клас бетону ростверка по міцності на стискування В25, коефіцієнт умов роботи бетону  $\gamma_{b2} = 1,1$ .

Розрахунковий опір бетону осьовому розтягуванню з врахуванням коефіцієнта умов роботи бетону  $R_{bt} = 1,1 \cdot 1,05 = 1,16$  МПа (11,8 кгс/см<sup>2</sup>).

Призматична міцність бетону з врахуванням коефіцієнта умов роботи  $R_b = 1,1 \cdot 14,5 = 16$  МПа (163 кгс/см<sup>2</sup>).

Арматура із сталі класу А400С.

#### 3.2.1 Розрахунок ростверку на продавлювання колоною

Величини реакцій паль від навантажень колони на ростверк на рівні верхньої горизонтальної грані ростверка визначаються по формулах:

а) у першому ряду паль від краю ростверка з боку найбільш навантажених його частині

$$F_1 = \frac{N}{n} + \frac{M_x y_i}{\sum_1^n y_i^1} = \frac{308}{4} + \frac{13,2 \cdot 0,55}{4(0,4^2 + 0,55^2)} = 810 \text{ кН} (81 \text{ тс}),$$

Величина продавлюючої сили визначається по формулі:

$$F_{per} = 2 \sum F_i = 2(3F_1 + F_2) = 4F_1 = 4 \times 81 = 3240 \text{ кН} (324 \text{ тс}).$$

Задаємося товщиною монолітного ростверка  $h_{bot} = 60 \text{ см}$ .

Сумарна товщина дна монолітного ростверка (від нижньої грані колони):

$$h = 60 + 40 = 100 \text{ см}.$$

$$h_0 = 53 \text{ см}$$

розрахункова висота  $h_0 = h_{bot} - a_1 = 100 - 7 = 93$ , в тому числі

розрахункова висота монолітної частини ростверка = 53 см.

Визначаємо величини  $c_1$  і  $c_2$  (відстані від граней колони до відповідних найближчих граней паль):

$$c_1 = 5 \text{ см},$$

$$c_2 = 5 \text{ см},$$

$$\frac{h_0}{c_1} = \frac{53}{5} = 10,6 \text{ если } c_1 \leq 0,4h_0 \text{ то } c_1 \text{ приймаємо } c_1 = 21,2.$$

Визначуваний коефіцієнт ( $\alpha$ , що враховує часткову передачу подовжньої сили на плиткову частину ростверка через стінки стакана, для чого заздалегідь визначаємо площу бічної поверхні закладеної в стакан частини колони  $A_f$

$$A_f = 2(b_{col} + h_{col})h_{anc} = 2(0,8)0,3 = 0,48 \text{ м}^2 = 0,48 \cdot 10^6 \text{ мм}^2,$$

$$\alpha = 1 - \frac{0,4R_{bt}A_f}{N} = 1 - \frac{0,4 \cdot 1,16 \cdot 0,48 \cdot 10^6}{3080 \cdot 10^3} = 1 - 0,07 = 0,93,$$

Визначаємо граничну величину продавлюючої сили, яку може сприйняти ростверк із заданою товщиною дна стакана:

$$F_{per} \leq \frac{2h_0R_{bt}}{\alpha} \left[ \frac{h_0}{c_1}(b_{col} + c_2) + \frac{h_0}{c_2}(h_{col} + c_1) \right],$$

$$F_{per} = \frac{2 \cdot 0,53 \cdot 10^3 \cdot 1,16}{0,93} [2(0,53(0,4 + 0,21))] = 4070,96 \text{ кН} \geq 3240(324 \text{ тс}), \text{ - условие}$$

виконується, міцність ростверка на продавлювання колоною забезпечена.

Усереднену об'ємну вагу матеріалу ростверка і ґрунту приймаємо рівним  $V = 21 \text{ кН/м}^3$ , коефіцієнт перевантаження  $\gamma_f = 1,1$ .

Розрахункове навантаження на палі від власної ваги ростверка і ґрунту на його уступах  $G$  рівне:

$$G = ab(h + 0,15)V\gamma_f = 1,82 \cdot 1,82 \cdot 1,15 \cdot 21 \cdot 1,1 = 88 \text{ кН} (8,8 \text{ тс}),$$

Величини подовжньої сили і моменту, підшви монолітного ростверка, що діють на рівні, визначуваний по формулах:

$$N_{bot} = N + G = 3080 + 88 = 3168 \text{ кН} (316,8 \text{ тс});$$

$$M_{bot} = M + Qh = 13,2 + 5 \cdot 1,1 = 18,7 \text{ кН} \cdot \text{м} (18,7 \text{ тс} \cdot \text{м}).$$

Розрахункові навантаження на палі:

$$F'_1 = \frac{N_{bot}}{n} + \frac{M_{bot} y_i}{\sum_1^n y_i^2} = \frac{3168}{4} + \frac{18,7 \cdot 0,3}{2 \cdot 0,3^2} = 1101 \text{ кН} (110,17 \text{ тс}) < 1,2 F_{sv} = 1160 \text{ кН} (116 \text{ тс}),$$

### 3.2.2 Розрахунок ростверку на згин

Перевіряємо міцність ростверку в розрахункових перерізах 1-1 та 2-2, що проходять по гранях підколонника. Згинальний момент від реакцій пального куща визначається за формулою:

$$\begin{aligned} M_{xi} &= \sum F_i x_i - M_{fx}, \\ M_x &= 2F'_1 \cdot 0,21 - \frac{G \cdot 0,61^2}{1,82 \cdot 2} = 2 \cdot 110,7 \cdot 0,21 - \frac{8,8 \cdot 0,61^2}{1,82 \cdot 2} = \\ &= 46,2 - 0,9 = 45,3 \text{ кН} \cdot \text{м} (45 \text{ тс} \cdot \text{м}), \end{aligned}$$

Обчислюємо характеристику стиснутої зони:

$$\theta = \frac{M_{x1}}{R_b b_1 h_0^2} = \frac{45}{1630 \cdot 1,82 \cdot 0,53^2} = 0,05,$$

За табличними значеннями знаходимо коефіцієнт відносної плеча внутрішньої пари сил:

$$\nu = 0,97$$

Необхідна площа розрахункової поздовжньої арматури підосви ростверку на один напрямок:

$$A_{sx1} = \frac{M_{x1}}{R_s \nu h_0} = \frac{45}{37206 \cdot 0,97 \cdot 0,53} = 23 \text{ см}^2,$$

Конструктивно, з огляду на ширину плити, приймаємо сітку з 16 стержнів діаметром 16 мм класу А400С  $A_s = 32,17 \text{ см}^2$  в обох напрямках нижньої зони ростверку.

$$16\emptyset 14 \text{ АІІ } (A_s=24,62)$$

## **4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Дана технологічна карта розроблена на влаштування монолітних залізобетонних колон цивільної будівлі.

### **4.1. Порядок виконання робіт**

До початку монтажних та бетонних робіт необхідно виконати такі підготовчі заходи:

1. Підготувати комплект опалубних щитів до монтажу;
2. Очистити робочі поверхні щитів від залишків сміття та налиплого цементного розчину;
3. Перевірити та прийняти з оформленням акту на приховані роботи всі конструктивні елементи, які будуть закриті в процесі бетонування (арматурний каркас, закладні деталі);
4. Винести геодезичні позначки та виконати розбивку осей колон на вихідному горизонті;
5. Перевірити справність і підготувати до роботи такелажне оснащення, монтажні пристосування та ручний інструмент;
6. Встановити арматурний каркас колони на стадії армування ростверків (або перекриття нижчого поверху), вивірити його положення та зафіксувати до випусків арматури за допомогою зварювання чи в'язального дроту згідно з проектом;
7. У місцях кріплення похилих підкосів опалубки колон влаштувати блоки-якорі у двох напрямках (як блоки-якорі допускається використовувати збірні залізобетонні дорожні плити розміром 1,75 3,0 м. При зведенні колон на типовому поверсі для фіксації підкосів необхідно заздалегідь закласти монтажні петлі в монолітне перекриття.

Табл. 4.2.1. «Калькуляція робіт»

| № | Найменування робіт            | Об'єм робіт    |      | Трудомісткість |          | Склад ланки        |
|---|-------------------------------|----------------|------|----------------|----------|--------------------|
|   |                               | Один. вимір    | К-ть | Лд-год.        | Маш-год. |                    |
| 1 | Підготовчі роботи             | м <sup>2</sup> | 116  | 16,28          | -        | Різноробочі-4р.    |
| 2 | Установка арматурного каркасу | т              | 1,45 | 54,3           | 0,85     | Арм.4,5р.-2р.      |
| 3 | Встановлення опалубки         | м <sup>2</sup> | 116  | 100            | 16,68    | Стр.слес.4,5р.-2р. |
| 4 | Бетонування колони            | м <sup>3</sup> | 18   | 48,85          | 8,34     | Бетон.4,5р.-2р.    |
| 5 | Вібрування бетонної суміші    | м <sup>3</sup> | 18   | 27,14          | 18,37    | Бетон.4,5р.-2р.    |
| 6 | Розпалубка колони             | м <sup>2</sup> | 116  | 19,01          | 16,68    | Стр.слес.4,5р.-2р. |

#### 4.1.1 Опалубні роботи

1. За допомогою автомобільного крана КС-45717 опалубні щити розкладають палубою донизу на підготовленому майданчику, стикують між собою та скріплюють монтажними замками в єдину карту.
2. На заздалегідь зібрані карти навішують кронштейни підмостей разом зі стійками робочого огороження.
3. Зібрану опалубну карту за допомогою стропів та захватів піднімають у вертикальне положення. Після перевірки надійності стропування внутрішню поверхню палуби покривають антиадгезійним мастилом.
4. Опалубку переміщують кран до місця встановлення, вирівнюють за нанесеними геодезичними лініями, що позначають контур колони,

перевіряють вертикальність карти та тимчасово фіксують її похилими підкосами.

5. До місця монтажу подають протилежний щит (або кутовий блок), виставляють його за мітками, з'єднують щити між собою за допомогою гвинтових стяжок та встановлюють підкоси.
6. Проводять фінальне вивірення геометричного положення щитів та здійснюють їх остаточну фіксацію стяжками і розпірками.
7. На закріплені кронштейни монтують робочі підмости та захисні леєри огороження.
8. Готова до приймання суміші опалубка здається майстру. Доставка бетонної суміші до місця укладання здійснюється в поворотних бункерах (баддях) за допомогою крана.

#### **4.1.2 Бетонування колон**

1. Для зручності подачі та запобігання розбризкуванню бетонної суміші під час вивантаження з бункера на верхньому обрізі опалубки встановлюють приймальні воронки.
2. Розструповання бункерів та безпосереднє укладання бетонної суміші виконують ланкові бетонники-стропальники, які перебувають на інвентарних навісних майданчиках підмостей.
3. Підйом робітників на робочі майданчики здійснюється за допомогою надійних приставних драбин, обладнаних захисними дугами.
4. Під час підйому, опускання чи переміщення бункера з бетоном краном, робітники зобов'язані перебувати за межами небезпечної зони роботи крана на рівні землі (або перекриття).
5. Підходити до бункера та підніматися на майданчик підмостей дозволяється лише після того, як баддя з сумішшю буде зафіксована над місцем вивантаження на висоті не більше 1,0 м від верху конструкції.

6. При виконанні вказаних робіт необхідно суворо дотримуватися вимог чинних нормативних документів України, зокрема ДСТУ Б В.2.6-213:2016 «Конструкції будинків і споруд. Опалубка для зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій» та НПАОП 45.2-7.03-12 «Вимоги з охорони праці layout на будівельних майданчиках».

## **4.2. Організація і технологія виконання робіт**

### **4.2.1 Технічна готовність робіт, передуючих бетонуванню колон**

Безпосередньо перед початком укладання бетонної суміші в опалубку колон мають бути повністю завершені такі етапи:

- Влаштовано тимчасові під'їзні дороги для автобетонозмішувачів та підготовлено майданчики для стоянки будівельної техніки;
- Підведено тимчасові мережі електропостачання, підключено силове обладнання (вібратори) та змонтовано робоче освітлення зони будівництва;
- На об'єкт доставлено та перевірено необхідні механізми, інвентар, інструменти та засоби індивідуального захисту;
- Очищено від бруду, криги чи будівельного сміття горизонтальну поверхню (робочий шов бетонування), на якій зводяться колони;
- Змонтовано арматурні каркаси та заставні деталі згідно з робочими кресленнями, встановлено фіксатори захисного шару бетону та підписано акт приймання армування;
- Виконано монтаж опалубки, перевірено надійність її розкріплення, встановлено засоби підмащування для безпечної роботи бетонників.

### **4.2.2 Виконавці**

Роботи виконуються ланкою бетонників у кількості 3 осіб:

- Бетонник IV розряду (Б1 — старший ланковий);
- Бетонник V розряду (Б2);

- Бетонник V розряду (БЗ).

*Примітка:* Всі робітники, які задіяні у процесі приймання вантажів від крана та керують рухом бункера, повинні пройти відповідне навчання та мати діючі посвідчення стропальника.

### 4.2.3 Пристосування, інвентар і інструменти

Оскільки бетонування вертикальних елементів виконується після завершення монтажу арматури та встановлення щитів, засоби підмашування для безпечної роботи робітників зазвичай інтегруються в загальну опалубну систему.

До використання допускаються такі типи засобів підмашування:

- Робочі настили із суцільним захисним огородженням на консолях, які жорстко кріпляться до ребер або контрфорсів посилення опалубних панелей (наприклад, у самонесучих або великощитових опалубних системах);
- Переставні інвентарні майданчики або окремі підмости катучого типу (на зразок ЛПУ-4).

**Важливо:** Виконання будь-яких робіт з укладання чи ущільнення бетонної суміші безпосередньо з приставних драбин суворо заборонено правилами техніки безпеки.

## 4.3. Опалубні роботи

### 4.3.1 Загальні данні

У дипломному проекті прийнято рішення про використання великощитової опалубкової системи, яка призначена для ефективного зведення монолітних стін та вертикальних колон. Завдяки універсальності елементів даної системи стає можливим спорудження залізобетонних конструкцій практично будь-якої геометричної конфігурації у плані, включаючи монолітні фундаменти та стіни підвальних приміщень. Конструктивні параметри та технічні

характеристики комплекту повністю відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.6-213:2016 [22].

Опалубна система включає набір модульних щитів, високоміцні стяжні гвинти (які сприймають основний бічний тиск бетонної суміші під час укладання), а також комплекс допоміжних пристроїв. Останні призначені для точного вивірення, стабілізації конструкції у проектному положенні та безпечного обслуговування обладнання в процесі виконання робіт.

З'єднання окремих щитів у єдині укрупнені монтажні карти здійснюється за допомогою універсальних ексцентрикових замків. Висота щитів адаптована під габарити стандартного поверху і становить 3,0 м та 3,34 м.

До складу великощитової опалубки входять:

- щити палуби (лінійні основні, поворотні, універсальні та розпалубні);
- кутові елементи (внутрішні та зовнішні);
- гвинтові стяжки з гайками;
- вирівнювальні та монтажні замки;
- телескопічні та підкосові підпори;
- навісні кронштейни для влаштування робочих підмостей;
- кранові захвати;
- добірні щити-компенсатори;
- розподільчі балки (стромбеки);
- торцеві заглушки.

Кожен лінійний щит служить для формування плоских поверхонь конструкцій. Каркас щита являє собою жорстку зварну раму із замкнутого трубчастого профілю В-подібної форми, яка додатково підсилена поперечними ребрами жорсткості з прямокутних сталевих труб. Як палуба використовується вологостійка ламінована фанера завтовшки 18 мм, торці якої надійно захищені від розбухання спеціальним водостійким герметизуючим покриттям відповідно до ДСТУ [22].

#### 4.3.2 Організація робочого місця та опис технологічних операцій

Укладання бетону здійснюється ланкою робітників із чітким розподілом обов'язків:

- Бетонник Б3 перебуває на приймальному майданчику та контролює процес вивантаження бетонної суміші з кузова автосамоскида (або автобетонозмішувача) безпосередньо у поворотну баддю (бункер). Після повного спорожнення кузова робітник за допомогою лопати з подовженим держакон очищає внутрішні поверхні самоскида від залишків розчину та підбирає суміш, яка випадково пролилася на майданчик.
- Після цього бетонник Б3 виконує стропування наповненого бункера за підйомні петлі чотиригілковим стропом. Перевіривши надійність зачеплення гаків, він відходить за межі небезпечної зони та дає команду машиністу крана на підйом вантажу. Кран переміщує бункер до місця бетонування колони.
- Бетонники Б1 та Б2, перебуваючи на дерев'яному настилі робочих підмостей опалубки, приймають поворотну баддю. Вони сигналізують кранівнику про необхідність зупинити спуск на висоті приблизно 1,0 м над верхом опалубки і плавно підводять випускний отвір бункера до приймальної воронки.
- Бетонник Б2 надійно утримує корпус бадді обома руками, запобігаючи її розгойдуванню, а бетонник Б1 плавно відкриває секторний затвор, регулюючи швидкість вивантаження суміші у форму.
- У цей час бетонники Б1 та Б2 виконують пошарове ущільнення свіжоукладеного бетону за допомогою ручних глибинних вібраторів. Паралельно вони за допомогою лопат підбирають розбризкану суміш із дерев'яного настилу підмостей та скидають її всередину конструкції.
- Бетонник Б3 на землі приймає порожній бункер, координує його точне встановлення на приймальний майданчик, здійснює розстропування та

готує наступний цикл приймання бетону.

- Після заповнення опалубки до проектної позначки бетонник Б2 за допомогою кельми або гладилки ретельно загладжує відкриту верхню поверхню монолітної колони.

#### **4.4. Основні вказівки по організації виробництва**

Всі комплекси робіт із транспортування, приймання та укладання бетону мають виконуватися у суворій відповідності до затвердженого проекту виконання робіт (ПВР) та вимог ДБН В.2.6-98:2009.

##### **4.4.1 Доставка і прийом бетонної суміші**

Параметри складу робочої суміші, умови її приготування, правила приймання на майданчику, методи випробувань та логістика повинні повністю задовольняти регламенти ДСТУ Б В.2.7-176:2008.

Категорично заборонено здійснювати додавання води безпосередньо на будівельному майданчику з метою штучного підвищення рухливості або легкоукладальності суміші, оскільки це призводить до критичного зниження проектної міцності бетону.

Транспортування бетону на об'єкт здійснюється спеціалізованим автотранспортом (автобетонозмішувачами або автобетоновозами), який виключає ризик розшарування суміші, втрати цементного молока чи передчасного початку схвалювання ригелів.

##### **4.4.2 Підготовка до бетонування**

Укладання розчину дозволяється проводити виключно на ретельно очищену та підготовлену основу, яка перевірена геодезичними інструментами на відповідність проектним відміткам.

Безпосередньо перед початком укладання внутрішній простір опалубки очищають від трісок, пилу та будівельного сміття, а з арматурного каркаса

видаляють іржу, що відшаровується. Стики та щілини у щитах дерев'яної чи фанерної опалубки ретельно герметизують, а робочу поверхню палуби покривають гідрофобним антиадгезійним мастилом. Поверхню раніше укладеного бетону (у місці робочого шва) очищають від цементної плівки механічним способом і зволожують водою або цементним розчином.

#### **4.4.3 Подача і укладання бетонної суміші**

Бетонування конструкцій ведеться горизонтальними шарами рівномірної товщини (в межах від 0,3 до 0,5 м). Укладання суміші здійснюють послідовно в один бік для всіх шарів. Монтаж кожного наступного шару необхідно завершити до моменту початку схоплювання цементу в попередньому шарі. Фінішний рівень бетону після ущільнення повинен залишатися на 50–70 мм нижче верхнього обрізу опалубних щитів.

Для запобігання розшаруванню суміші через вільне падіння, максимальну висоту скидання приймають згідно з чинними нормами безпеки.

Безперервне бетонування без влаштування технологічних робочих швів допускається у таких випадках:

- при зведенні стін ярусами висотою до 3,0 м;
- при бетонуванні колон із розмірами поперечного перерізу понад 0,4 X 0,4 м на загальну висоту до 5,0 м;
- для колон малого перерізу 0,4 X 0,4 м або елементів із густим перехресним армуванням — на висоту не більше 2,0 м.

Якщо висота ділянок перевищує вказані ліміти, необхідно організовувати технологічні перерви тривалістю від 40 хвилин до 2 годин, які необхідні для природного осадження суміші.

У разі влаштування робочих швів їхню площину роблять строго перпендикулярною до поздовжньої осі колони. Організація швів (за обов'язковим погодженням із проектною організацією) допускається:

- на рівні верхнього обрізу фундаменту;

- біля низу балок, прогонів чи підкранових консолей;
- по верхній грані підкранових балок або біля низу капітелей.

Під час проведення робіт вживають заходів для того, щоб елементи кріплення опалубки та тимчасові пробки не зчепилися з бетоном.

#### **4.4.4 Ущільнення бетонної суміші**

Основним методом ущільнення є вібрування за допомогою ручних глибинних вібраторів. Крок перестановки наконечника вібратора під час роботи не повинен перевищувати 1,5 радіуса його ефективної дії.

Максимальна товщина шару бетону, що укладається, не повинна перевищувати 1,25 довжини робочої частини (вібробулави) інструменту. При роботі під кутом до 35° товщина шару обмежується величиною вертикальної проекції наконечника. Під час занурення вібратор повинен проникати у товщу попереднього (нижнього) шару на 5–10 см для забезпечення монолітності стику.

У густоармованих зонах, де проходженню булави заважають стержні або заставні деталі, додатково застосовують метод штикування за допомогою металевих стержнів. Категорично забороняється спирати працюючий вібратор на елементи арматурного каркаса, стяжні гвинти чи щити опалубки, оскільки вібрація може порушити захисний шар бетону або деформувати кріплення.

#### **4.4.5 Витримка і догляд за бетоном**

У початковий період тверднення свіжоукладений бетон необхідно захищати від розмиву дощем, пересихання чи передчасної втрати вологи (шляхом укриття плівкою, брезентом або систематичним поливом). Надалі створюється оптимальний температурно-вологісний режим для планового набору міцності.

При зимовому бетонуванні заходи щодо термічного догляду за бетоном (метод термоса, електропрогрів, використання протиморозних добавок) детально розписуються у спеціалізованому ПВР.

Рух персоналу по свіжому бетону та монтаж опалубки вищих поверхів дозволяється виконувати лише після того, як конструкція набере міцність не менше 1,5 МПа.

#### **4.5. Вимоги до якості та приймання робіт**

На будівельному майданчику призначена особа зобов'язана щозміни вести затверджений Журнал бетонних робіт.

Під час приймання готових залізобетонних елементів контролюють такі показники:

- фактичну міцність матеріалу (а за потреби — морозостійкість та водонепроникність відповідно до проекту);
- геометричну якість та гладкість відкритих поверхонь;
- наявність та точність геометричного положення передбачених проектом отворів, ніш, штроб та каналів;
- правильність влаштування деформаційних та температурних швів;
- відповідність фактичних геометричних відхилень допускам, які регламентовані нормативними таблицями будівельних норм.

Всі матеріали (цемент, арматура, суміші) повинні мати супровідні документи: товарно-транспортні накладні, паспорти якості та сертифікати відповідності. Приймання конструкцій оформлюється Актом огляду прихованих робіт.

#### **4.6. Схема операційного контролю якості**

Контроль якості бетонних робіт здійснюється на чотирьох послідовних етапах: підготовчому, під час бетонування, у період витримування бетону та під час приймання готових конструкцій.

##### **4.6.1 Підготовчий етап**

- Будівельна лабораторія здійснює підбір та коригування складу бетонної суміші відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-176:2008.
- Контролюється якість вихідних матеріалів, готовність бетонозмішувального та транспортного обладнання.
- Перед укладанням суміші обов'язково перевіряють правильність встановлення опалубки й арматури. Робочі шви та основу очищають від сміття і цементної плівки, палубу покривають антиадгезійним мастилом, а

арматуру очищають від іржі.

#### 4.6.2 Етап бетонування

- Транспортування суміші виконується спеціалізованим транспортом (згідно з ПВР), що виключає її розшарування, витікання цементного молока та вплив атмосферних опадів. Максимальну тривалість доставки визначає лабораторія.
- Рухливість (жорсткість) суміші перевіряють не рідше двох разів на зміну як на місці приготування, так і на майданчику. Категорично забороняється додавати воду для збільшення рухливості.
- Суміш укладають горизонтальними шарами однакової товщини (0,3–0,5 м) в один бік. Верхній рівень бетону має бути на 50–70 мм нижче верхнього обрізу опалубки.
- Ущільнення виконують глибинними вібраторами. Крок їх перестановки не повинен перевищувати  $1,5$  радіуса дії булави, а глибина занурення — з поглибленням у попередній шар на 5–10 см. Спирати вібратори на арматуру чи елементи опалубки заборонено.
- Укладання наступного шару допускається до початку схоплювання попереднього. Робочі шви владнують строго перпендикулярно до осі колон на проектних відмітках (узгоджених із проектною організацією). Відновлення бетонування дозволяється після досягнення бетоном міцності не менше 1,5 МПа.

#### 4.6.3 Витримування бетону та розпалублення

- У початковий період тверднення бетон захищають від опадів і втрати вологи, підтримуючи оптимальний температурно-вологісний режим.
- Рух людей по конструкціях та монтаж вищерозміщеної опалубки дозволяється лише після досягнення бетоном міцності  $\geq 1,5 \text{ МПа}$ .
- Терміни розпалублення встановлюються ПВР за умови досягнення бетоном розпалубної міцності. Виявлені після зняття опалубки дефекти

(раковини, пори) розчищають, промивають водою під тиском і затирають цементним розчином складу 1:2–1:3.

#### **4.6.4 Приймання конструкцій**

- Перевіряється відповідність фактичної міцності бетону проектному класу, а також (за потреби) показники морозостійкості та водонепроникності. Контролюються геометрія поверхонь, наявність деформаційних швів, отворів та каналів згідно з проектом.
- Для контролю міцності на місці бетонування відбирають не менше двох проб на добу (для кожного складу бетону). З кожної проби виготовляють серію з щонайменше 3 контрольних зразків-кубів для випробування на стиск.
- Випробування на морозостійкість і водонепроникність проводять не рідше одного разу на 3 місяці або при зміні матеріалів. Усі результати фіксують у Журналі бетонних робіт та оформлюють актами огляду прихованих робіт.

#### **4.7. Вказівки по техніці безпеки**

- Влаштування монолітних залізобетонних конструкцій слід виконувати з суворим дотриманням вимог НПАОП 45.2-7.03-12 [11] «Вимоги з охорони праці на будівельних майданчиках», чинних посадових інструкцій та затвердженого проекту виконання робіт (ПВР).
- Щодня перед початком укладання бетонної суміші необхідно візуально перевіряти технічний стан тари (бадей), опалубних щитів, кріплень та засобів підмашування. Будь-які виявлені несправності підлягають негайному усуненню до початку робіт.
- Перед використанням ланкових хоботів (віброхоботів) обов'язково перевіряють надійність фіксації та з'єднання всіх ланок між собою, а також міцність їх кріплення до страхувального каната.
- Поворотні бункери (бадді) для транспортування суміші повинні повністю відповідати технічним вимогам ДСТУ Б В.2.8-40:2016 [22]. Переміщення

як завантаженого, так і порожнього бункера краном дозволяється лише за умови повністю закритого та зафіксованого затвора.

- Під час вивантаження бетону відстань від нижньої кромки бадді до поверхні укладання або раніше влаштованого шару має становити не більше 1,0 м.
- Відкриття щелепного затвора бункера виконує бетонщик лише після повної зупинки стріли крана. При цьому робітник повинен перебувати збоку від тари, поза зоною можливого падіння вантажу чи траєкторії руху стріли.
- Розвантаження бадді на вазі має відбуватися рівномірно і плавно протягом не менше ніж 5 секунд. Миттєве скидання всієї маси бетону на вазі категорично заборонено, оскільки це викликає небезпечні динамічні ривки на гаку крана.
- Робітники, які виконують укладання та ущільнення бетонної суміші на робочих поверхнях із нахилом понад 20°, зобов'язані користуватися перевіреними запобіжними поясами з кріпленням до надійних конструктивних елементів або страхувальних ліній.
- При роботі з електровібраторами забороняється переміщати інструмент, утримуючи його за струмопровідні кабелі чи шланги. Під час будь-яких перерв у роботі або під час переходу з одного робочого місця на інше електровібратори необхідно повністю вимикати з мережі.
- Спеціальні заходи безпеки під час ведення робіт у зимовий період (електропрогрівання, прогрівання парою, використання хімічних протиморозних добавок тощо) мають бути окремо розроблені та деталізовані у складі ПВР.
- Бетонникам суворо заборонено переходити по незакріплених у проектне положення конструкціях, а також використовувати засоби підмащування, які не мають передбачених захисних огорожень або натягнутих страхувальних канатів.

## 5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 5.1. Загальні відомості

Розвиток сучасного будівельного виробництва базується на принципах комплексної індустріалізації, широкому впровадженні конструкцій і матеріалів заводського виготовлення, застосуванні високопродуктивних засобів механізації та автоматизації, а також потокових методів організації праці.

Організація праці на об'єкті відповідає вимогам ДБН А.3.1-5:2016 [8] «Організація будівельного виробництва» і передбачає раціональне використання робочої сили, правильну організацію та обслуговування робочих місць, а також створення безпечних умов праці (НПАОП 45.2-7.03-12 [11]).

Технологія будівельного виробництва утворює чітку сукупність методів та послідовність процесів монтажу матеріалів, виробів і конструкцій для отримання готової будівельної продукції.

### 5.2. Вибір методів виконання будівельно-монтажних робіт

#### 5.2.1 Роботи нульового циклу

Перед початком земляних робіт виконують підготовчий комплекс: розчищення території від чагарників, пнів та каміння, влаштування водовідведення та геодезичні розбивочні роботи.

- Вертикальне планування майданчика та зрізання рослинного шару ґрунту виконує машиніст 6-го розряду бульдозером ДЗ-8 (на базі Т-100) поперечними проходами. Зрізаний ґрунт переміщують у тимчасовий відвал для подальшого використання у зворотній засипці. Планування виконують із ухилом у бік водостоків.

- Розробку котловану під фундаменти здійснює машиніст 6-го розряду екскаватором Е-625 (навантажувальне обладнання — зворотна лопата, ківш  $V=0,5\text{ м}^3$ ) з навантаженням у кузов автосамоскидів КамАЗ-6520 або у відвал.

- Доробку ґрунту вручну (недобір завтовшки 150 мм) до проектної позначки виконують землекопи 1-го розряду.

- Улаштування паль: у проекті прийнято вдавлювані залізобетонні палі квадратного перерізу завдовжки 12 м згідно з ДСТУ Б В.2.6-65:2008 [24]. Роботи виконуються гідравлічною вдавлювальною установкою СВУ-В-6.

- Влаштування ростверків: після зрубування голів паль за осями на обносці монтують інвентарну опалубку, встановлюють арматурні каркаси та укладають бетонну суміш. Доставка бетону здійснюється автобетонозмішувачами СБ-92В-2, подача у форму — поворотними бункерами БПВ-01.1. Роботи виконують бетонники 4-го та 5-го розрядів.

- Ущільнення та фініш: бетонну суміш ущільнюють віброрейкою СО-131А. Після досягнення бетоном проектної міцності опалубку демонтують. Зворотну засипку пазух виконує бульдозер ДЗ-8 шарами по 15–30 см із пошаровим ущільненням електротрамбовками ІЕ-4505 (потужність 0,6 кВт) силами землекопів 1-го розряду.

### **5.3. Роботи наземного циклу**

#### **5.3.1 Зведення монолітних залізобетонних конструкцій**

Комплекс монолітних робіт включає три основні процеси:

Транспортний: доставка матеріалів, елементів опалубки, арматури та бетонної суміші на об'єкт.

- Заготовчий: виготовлення й підготовка інвентарної опалубки, гнуття та в'язання арматурних каркасів.
- Монтажно-укладальний: монтаж опалубки та арматури, пошарове укладання й ущільнення бетону, догляд за ним у період тверднення та демонтаж (розпалублення) щитів.

Опалубка повинна бути оборотнішою (для хвойних порід — не менше 10 циклів для плит), жорсткою, герметичною та виключати прогини. Безпосередньо перед бетонуванням її очищають від сміття через тимчасові вікна, щілини

заробляють, а фанерні чи дерев'яні поверхні покривають мастилом або зволожують.

Для максимальної ефективності бетонні роботи організовують потоковим методом із поділом будівлі на рівні за об'ємами захватки. Спеціалізовані ланки робітників послідовно переходять із однієї захватки на іншу, забезпечуючи безперервність будівельного процесу.

### **5.3.2 Демонтаж стінних панелей і зовнішніх ригелів**

При реконструкції демонтаж залізобетонних елементів є найбільш трудомістким етапом (до 30% від загальних трудовитрат). Демонтажний цикл включає:

- підготовку елементів, звільнення від заставних зв'язків та монтажне стропування;
- підйом, безпосередній демонтаж краном та подачу елементів до місця складування чи утилізації.

Під час демонтажу обов'язково використовують інвентарне захисно-монтажне оснащення: розпирки, підкоси, тяги, навісні колиски та монтажні столики.

### **5.3.3 Монтаж збірних ригелів**

У дипломному проєкті розглядається монтаж уніфікованих залізобетонних ригелів прольотом 6 м (масою 2,9–6,9 т) способом «на вазі» безпосередньо з коліс або з приоб'єктного складу.

- Стропування: елементи довжиною до 9 м стропують двогілковими стропами за монтажні петлі або отвори.
- Підготовка: перед підйомом випуски арматури та заставні деталі очищають, на торці наносять осьові ризики, закріплюють канатні відтяжки.
- Укладання: ригелі монтують на консолі колон із суміщенням осьових рисок та вирівнюванням однакового зазору між торцями. Зварювання

заставних деталей із колонами виконується негайно після укладання. Монтажники та зварювальники працюють із настилів рамно-шарнірних індикаторів (РШИ), вишок-тур або пересувних риштувань. Замонолічування стиків бетоном виконують після монтажу плит перекриття.

#### **5.3.4 Цегляна кладка стін**

Зведення цегляних стін виконує ланка мулярів 3-го, 4-го та 5-го розрядів з інвентарних шарнірно-панельних підмостей.

- Організація місця: між настилом підмостей та стіною залишають прозір 50 мм для контролю прямолінійності кладки. Ящики з розчином встановлюють на відстані 0,6–0,7 м від стіни з кроком 3,0 м. Проміжний простір заповнюють піддонами з цеглою. Подача матеріалів на підмости здійснюється краном КС-45717.

- Технологія: кладка ведеться за ланцюговою (dvo row) системою перев'язки швів. Зовнішню версту викладають способом «впритиск», внутрішню — «вприсик». Кладку виконують за порядковками та причалкою, яку натягують на кожному ряду для зовнішньої версти та через 2–3 ряди — для внутрішньої. На стіну товщиною від 2 цеглин матеріал розкладають стопками по 2 штуки. У процесі роботи здійснюється обов'язковий операційний контроль горизонтальності, вертикальності та якості заповнення швів.

#### **5.3.5 Влаштування підлоги**

Влаштування підлог виконується в кілька технологічних етапів:

- Підготовка основи: На ґрунтовій основі зрізають рослинний шар, засипають нерівності та ущільнюють ґрунт. Потім розсипають щебінь фракції 40–50 мм шаром 5–8 см і вкочують його в зволожений ґрунт на глибину до 4 см.

- Підстилаючий шар: За маячними рейками укладають бетонний підстилаючий шар. Приготування бетону виконується автобетонозмішувачем

СБ-92-1, а цементного розчину — розчинозмішувачем С-57 (потужність 1,5 кВт).

- Влаштування стяжки: Цементний розчин подають розчинонасосом С-69, розрівнюють правилом, ущільнюють віброрейкою СО-131А, після чого загладжують і залізнять поверхню.

- Покриття з лінолеуму: Рулони лінолеуму на тканинній основі витримують у приміщенні за температури  $\geq 15^{\circ}\text{C}$  протягом двох діб, а розкатують — за добу до наклеювання. Полотнища укладають на очищену основу за напрямком світла від дверей із напуском 1–2 см (кромки завширшки 10 см тимчасово залишають неприклеєними). Лінолеум наклеюють на холодну бітумну мастику, яку наносять зубчастим шпателем шаром 0,2–0,3 мм. Полотнища ретельно притискають для видалення повітря, після чого виконують прирізку швів у місцях напуску.

- Покриття з керамічної плитки: Технологічний процес включає очищення підстиляючого шару, розмітку підлоги, встановлення маячних ліній, змочування основи водою, нанесення й розрівнювання цементно-піщаного розчину, укладання плитки за заданим малюнком, заповнення швів розчином та фінішне очищення підлоги вологою тирсою.

## **5.4. Техніка безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт**

### **5.4.1 Охорона праці при виконанні земляних робіт**

- Робота в охоронних зонах: Розробка ґрунту в зоні розміщення підземних інженерних мереж дозволяється лише за наявності письмового дозволу (ордера) організації, що їх експлуатує. До дозволу додається геоподоснова із зазначенням точних координат і глибини закладання комунікацій. Перед початком робіт на місцевості встановлюють чіткі попереджувальні знаки.

- Зони обвалення: Категорично забороняється встановлення, рух будівельних машин, автотранспорту, розміщення лебідок чи складування

матеріалів у межах призми обвалення ґрунту виїмки без влаштування надійного кріплення стінок. За наявності кріплення рух техніки в цій зоні допускається лише після розрахункової перевірки міцності конструкції на динамічне навантаження.

- Доступ до виїмок: Для спуску робітників у траншеї та котловани встановлюють драбини-стрем'янки завширшки не менше 0,6 м із захисними поручнями або інвентарні приставні драбини відповідної довжини.

- Моніторинг умов: Стан укосів та кріплень виїмок підлягає обов'язковому систематичному огляду перед початком кожної робочої зміни. У разі виявлення тріщин чи ознак зсуву робітників негайно евакуюють, а стінки траншей додатково укріплюють. Під час морозів та відлиг укоси ретельно очищають від каміння та замерзлих брил для запобігання їх самовільному скочуванню.

- Навантаження: Навантаження виїнятого ґрунту екскаватором в автосамоскиди виконується тільки з боку заднього або бічного борту транспортного засобу; пронесення ковша над кабіною водія заборонено.

#### **5.4.2 Охорона праці при виконанні бетонних робіт**

Загальні вимоги: До монтажу опалубки, арматурних каркасів та укладання бетону допускаються особи віком від 18 років, які пройшли обов'язковий медичний огляд, професійне навчання та вступний і первинний інструктаж з охорони праці. Персонал забезпечується ЗІЗ та спецодягом згідно зі встановленими галузевими нормами.

Електробезпека та зварювання: Усі зварювальні та електротехнічні роботи виконують кваліфіковані сертифіковані робітники. Струмопровідні частини обладнання, що перебувають під напругою, захищають інвентарними кожухами. Ручні глибинні та поверхневі вібратори підключають до мережі через знижувальні трансформатори (безпечна напруга до 36 В). Корпуси вібраторів та трансформаторів підлягають обов'язковому захисному

заземленню. Бетонники під час вібрування суміші зобов'язані працювати в діелектричних гумових рукавицях та чоботях.

Монтажні риштування: Особливу увагу приділяють міцності, стійкості та геометричній незмінності риштувань, підмостей та драбин. Робочі настили обладнують суцільним настилом та захисними огородженнями (поручнями заввишки не менше 1,1 м з бортовою дошкою).

Робота на висоті: При укладанні бетонної суміші в конструкції з нахилом поверхні понад 30° (або на висоті згідно з НПАОП 0.00-1.15-07) бетонники зобов'язані використовувати запобіжні пояси з надійною фіксацією до елементів каркаса чи страхувальних канатів.

## **5.5. Будівельний генеральний план**

### **5.5.1 Характеристика об'єктного будгенплану**

Будівельний генеральний план (БГП) розроблений на період зведення надземної частини будівлі. Проектом передбачено монтаж та подачу всіх конструктивних елементів безпосередньо «з коліс» (із транспортних засобів) за допомогою автомобільного крана КС-45717.

Транспортна мережа: Ширина тимчасових доріг на майданчику прийнята рівною 6,0 м для забезпечення двостороннього або кільцевого руху техніки. Для розміщення адміністративно-побутового персоналу використовуються мобільні інвентарні будівлі контейнерного або пересувного типу.

Матеріально-технічне забезпечення: Постачання об'єкта товарним бетоном та розчином здійснюється централізовано з бетонорозчинних вузлів автобетонозмішувачами та автобетоновозами. Будівельний розчин вивантажують у спеціальні інвентарні ящики-контейнери (бадді), розміщені на облаштованому дерев'яному настилі в зоні дії крана.

Пожежна безпека та водопостачання: Пожежні гідранти на кільцевій мережі тимчасового водопроводу розміщують із кроком не більше 100 м, на відстані не ближче 5 м від стін будівлі та не далі 2 м від краю автодороги. Розрахунковий

діаметр тимчасового зовнішнього водопроводу становить 68 мм (виправлено помилку вхідних даних з 268 мм).

Електропостачання та освітлення: Тимчасові повітряні освітлювальні лінії виконуються кабелем марки А-16 на дерев'яних або залізобетонних опорах заввишки 12 м з кроком 6 м. Загальне освітлення майданчика забезпечується прожекторами ПЗР-45. Силові лінії монтують кабелем АПВБ-3х16. У місцях перетину силовими кабелями ліній автомобільних доріг захист провідників забезпечується шляхом їх укладання в азбестоцементні або пластикові труби діаметром 100 мм. Тимчасове інвентарне огороження будмайданчика приймається заввишки 2,0 м відповідно до ДСТУ Б В.2.8-43:2011, а небезпечна монтажна зона виділяється сигнальним огороженням на стійках.

### **5.5.2 Вибір та розрахунок тимчасових будівель і споруд**

Номенклатура, кількість та геометричні параметри тимчасових інвентарних будівель визначаються в ПВР залежно від обсягів БМР, тривалості будівництва та максимальної чисельності персоналу. Розрахунок потреби в адміністративних та санітарно-побутових приміщеннях базується на структурі кадрів: робітники — 85%, інженерно-технічні працівники та службовці — 12%, воєнізована охорона — 3%.

З огляду на обмежені розміри та стиснені умови будівельного майданчика, побутове обслуговування (переодягання, відпочинок, обігрів робітників) організовано за погодженням у наявних прилеглих будівлях. Для розміщення виконроба, майстрів та ведення технічної документації безпосередньо на майданчику встановлюють мобільні вагончики пересувного типу.

При проектуванні та прив'язці побутового містечка дотримано таких нормативних вимог:

1. Побутові та адміністративні приміщення розташовують з навітряного боку відносно об'єктів, що виділяють пил чи шкідливі гази, на відстані не менше 50 м.

2. Максимальна відстань від робочих місць до питних установок становить 75 м, до санітарних вузлів (вбиралень) — 200 м, до пунктів харчування — 600 м.
3. Забезпечено максимальне блокування інвентарних будівель між собою для компактності та оптимізації підключення до інженерних мереж (енерго- та водопостачання).

Послідовність проектування підсобного комплексу майданчика:

1. Визначення нормативної номенклатури інвентарних будівель.
2. Розрахунок загальної корисної площі тимчасових приміщень за піковою чисельністю персоналу.
3. Вибір раціонального типу (контейнерні, збірно-розбірні чи пересувні вагони) та точної кількості мобільних споруд.
4. Розробка оптимального планувального рішення для містечка будівельників.
5. Геодезична прив'язка містечка на БГП із трасуванням комунікацій та забезпеченням вимог пожежної безпеки й евакуації.

Табл.3.3.1.« Визначення потреб у тимчасових будівлях»

| №<br>п.п | Найменування<br>будівель<br>і приміщень | Кількість<br>робітників<br>в | Площа,м <sup>2</sup>     |          | Тип будівлі<br>(приміщенн<br>я)    | габарити<br>розміри,<br>м |
|----------|-----------------------------------------|------------------------------|--------------------------|----------|------------------------------------|---------------------------|
|          |                                         |                              | Розрах.<br>показни<br>к. | Загальна |                                    |                           |
| 1.       | Гардеробна                              | 26                           | 0,11                     | 28,6     | Вагончик<br>будівельний            | 2эт.<br>6х3               |
| 2.       | Кантора                                 | 26                           | 4                        | 31,2     | Вагончик<br>будівельний            | 3шт.<br>6х3               |
| 3.       | Столовая                                | 26                           | 1                        | 26       | Вагончик<br>будівельний            | 1шт.<br>6х6               |
| 4.       | Санитарно<br>бытовой<br>комплекс        | 26                           | 3                        | 78       | Вагончик<br>будівельний            | 1шт.<br>15х6              |
| 5.       | Уборная                                 | 26                           | 0,07                     | 1,82     | Тимчасова<br>інвентарна<br>споруда | 1шт.<br>4.0х2.0           |
| 6.       | Элементы<br>благоустройст<br>ва         | 26                           | 0,4                      | 10,4     | Тимчасова<br>інвентарна<br>споруда | 1шт.<br>4.0х2.0           |

### 5.5.3 Розрахунок потреб води

Табл.3.3.2 «Розрахунок потреб води»

| №<br>п/п | Споживачі води                         | Один.<br>вим   | К-во | Витрати води,<br>л | Всього |
|----------|----------------------------------------|----------------|------|--------------------|--------|
| 1        | Поливка цегли                          | тис. шт        | 15   | 150                | 2250   |
| 2        | Обштукатурення при<br>готовому розчині | м <sup>2</sup> | 24   | 2                  | 48     |
| 3        | Малярські роботи                       | м <sup>2</sup> | 335  | 1                  | 335    |
| 4        | Господарчо-питні<br>потреби            | 1 чол          | 13   | 20                 | 195    |
| 5        | На їдальню                             | 1 чол.         | 13   | 10                 | 130    |
| 5        | Витрати на прийом<br>душа              | 1 чол          | 13   | 30                 | 390    |

Розрахункова годинна витрата води визначається по формулі:

$$Q = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}} .$$

Витрата води на виробничі потреби:

$$Q_{\text{пр}} = k_{\text{ну}} \cdot g_{\text{п}} \cdot n_{\text{п}} \cdot k_{\text{ч}} / 3600 \cdot t = \frac{1.2 \cdot 2633 \cdot 1 \cdot 1.5}{3600 \cdot 8} = 0.16 \text{ л/с};$$

Витрати води на господарські потреби:

$$\begin{aligned} Q_{\text{хоз}} &= g_{\text{х}} \cdot n_{\text{р}} \cdot k_{\text{ч}} / 3600 \cdot t + g_{\text{д}} \cdot n_{\text{д}} / 60 \cdot t_1 = \\ &= 30 \cdot 13 \cdot 2.0 / (3600 \cdot 8) + 30 \cdot 11 / (60 \cdot 45) = 0.124 \text{ л/с}, \end{aligned}$$

Потреба води на пожежні нестатки  $Q_{\text{пож}}$  визначається в залежності від ступеня вогнестійкості і категорії виробництв. Для спорудження II ступеня

вогнестійкості категорії Д витрата води на пожежні нестатки ( розрахунок ведеться на період будівництва):

$$Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с},$$

розрахункова тривалість пожежі 3 години.

Тоді загальна витрата води:

$$Q = 0.16 + 0.124 + 10 = 10.284 \text{ л/с}.$$

Діаметр труб:

$$D = \sqrt{4 \cdot Q / (3.14 \cdot V \cdot 1000)} = \sqrt{4 \cdot 10.284 / (3.14 \cdot 1.4 \cdot 1000)} = 0.09 \text{ м},$$

#### 5.5.4 Розрахунок освітлення будівельного майданчика

Проектування штучного освітлення майданчика площею  $A = 10300 \text{ м}^2$  виконано відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» та ДСТУ Б А.3.2-13:2011 (безпека праці в будівництві).

Розрахунок орієнтовної кількості прожекторів для створення нормованої освітленості виконано методом питомої потужності за формулою:

$$n = \frac{E_n \cdot \kappa_3 \cdot A}{W},$$

$$n = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 10300}{1000} = 31,9$$

Остаточно приймаємо 31 ліхтарів

#### 5.5.5 Проектування тимчасового електропостачання

Загальна споживана потужність будівельного майданчика складається з чотирьох компонентів: силове обладнання, технологічні виробничі потреби, зовнішнє та внутрішнє освітлення.

Розрахунок загальної потрібної потужності трансформатора виконується за формулою з урахуванням коефіцієнтів одночасності та втрат у мережі:

$$P = 1.1 (K_c / \cos) + P_{\text{вир}} + K_{\text{зов}} + K_{\text{вн}}, \text{ кВт},$$

Підставивши сумарні встановлені потужності обладнання згідно зі специфікацією проекту:

$$P = 1.1 \times (0,75 \times 41,06 / 0,75) = 1 \times 12 = 0,8 \times 20,52 = 73,61 \text{ кВт}.$$

Приймаємо до встановлення комплектну трансформаторну підстанцію з трансформатором марки ТМ-100/35 номінальною потужністю 100 кВА.

### 5.5.6 Техніко-економічні показники

Таблиця 3.3.3. Техніко-економічні показники

| №п/п | Найменування                                 | Од. вим.       | Величина показника | Примітка |
|------|----------------------------------------------|----------------|--------------------|----------|
| 1    | Площа будівельного майданчика                | м <sup>2</sup> | 10300              |          |
| 2    | Площа забудови проєктуємої будівлі           | м <sup>2</sup> | 731,2              |          |
| 3    | Площа забудови тимчасових будівель та споруд | м <sup>2</sup> | 281                |          |
| 4.   | Протяжність:                                 |                |                    |          |
|      | -огорожа                                     | м              | 365                |          |
|      | -водопроводу                                 | м              | 75                 |          |
|      | -електропостачання                           | м              | 76                 |          |
| 5    | Коефіцієнт забудови<br>$K=731,2+10300-281$   |                | 0,1                |          |

### 5.5.7 Заходи по охороні праці і протипожежної безпеки на будівельному майданчику

Організація робіт на майданчику здійснюється відповідно до вимог НПА ОП 45.2-7.03-12 «Вимоги з охорони праці на будівельних майданчиках».

Огородження майданчика: Територію огорожують суцільним інвентарним парканом заввишки 2,0 м. В'їзди та проходи маркують інформаційними щитами. Ширину доріг для двостороннього руху техніки

прийнято 6,0 м. Проходи між штабелями матеріалів становлять не менше 1,0 м.

Небезпечна зона крана: Межа небезпечної зони дії крана КС-45717 розраховується з урахуванням вильоту стріли та максимального габариту вантажу плюс додатково 5,0 м (при висоті підйому до 20 м) на випадок відлітання вантажу при падінні. Зона позначається знаками безпеки. Отвори у стінах, що потрапляють у цю зону, закриваються захисними щитами.

Стропування та переміщення: Розстропування конструкцій дозволяється лише після їхнього проектного та надійного тимчасового або постійного закріплення. Категорично забороняється переносити вантажі краном над кабіною водія автосамоскида та над робочими місцями монтажників. Підйом людей краном суворо заборонено.

Аналіз шкідливих факторів: Основними небезпеками на об'єкті є: виконання робіт на висоті, рухомі машини та розгойдування довгомірних елементів (для запобігання застосовують гнучкі канатні відтяжки), підвищена запиленість та виділення аерозолів при зварюванні (застосовуються ЗІЗ органів дихання). Технологічне оснащення, стропи і траверси підлягають обов'язковому щомісячному технічному огляду із записом у журнал.

## **5.6. Охорона праці**

### **5.6.1 Характеристика об'єкта проектування**

Технологічні процеси, пов'язані з монтажем несучих та огорожувальних конструкцій покриття, а також муруванням стін, є складними та підвищеної небезпеки через виконання робіт на висоті та у стесненій зоні будівельного майданчика.

Специфіка конструктивних рішень будівлі диктує вибір відповідних методів монтажу, мурування та засобів комплексної механізації. Склад основних робіт із монтажу та зведення огорожувальних конструкцій включає такий комплекс процесів:

- доставка на об'єкт обладнання, технологічного оснащення, матеріалів та залізобетонних елементів автомобільним транспортом;
- розвантаження, сортування та попереднє розкладання конструкцій у зоні дії монтажного крана;
- влаштування та монтаж засобів підмашування (інвентарних риштувань, приставних драбин із майданчиками, навісних колисок);
- укрупнювальне збирання, оснащення блоків та окремих елементів монтажними пристроями й стропами на землі до їх підйому;
- підйом та переміщення конструкцій автомобільним краном на монтажний горизонт;
- встановлення, вивірення та надійне закріплення елементів згідно з Проектом виконання робіт (ПВР), проведення операційного контролю якості;
- демонтаж тимчасових такелажних пристроїв, засобів підмашування та вантажопідіймальних засобів після остаточного закріплення конструкцій.

### **5.6.2 Аналіз потенційних небезпек на об'єкті**

Під час виконання зазначених процесів на робітників можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори (відповідно до ГОСТ 12.0.003-74):

Розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі.

Рухомі будівельні машини, вантажопідіймальні механізми та елементи конструкцій, що переміщуються.

Ризик падіння предметів, матеріалів та інструменту з висоти робочої зони.

Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони (особливо при зварюванні та обробці матеріалів).

Підвищена температура поверхонь обладнання та розплавленого металу при електрозварюванні.

Небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

Підвищена яскравість світлового випромінювання та ультрафіолетова радіація дуги під час зварювання.

Підвищений рівень електромагнітних випромінювань від силового обладнання.

Фізичні та нервово-психічні перенавантаження (важка праця, стрес при роботі на висоті).

Недостатнє штучне або природне освітлення робочих місць у темний час доби.

Несприятливі метеорологічні умови (вітер понад норму, опади, ожеледиця, екстремальні температури).

Пожежна та вибухова небезпека при експлуатації балонів, паливно-мастильних матеріалів та зварювального обладнання.

### **5.6.3 Падіння предметів з висоти**

Проектом передбачено використання такого парку будівельної техніки та обладнання: екскаватор ЕО-4575, автомобільний кран КС-45717, глибинні та поверхневі вібратори, зварювальні трансформатори, штукатурна станція СО-54, бетононасос С-683, автосамоскиди КамАЗ.

Для монтажу покриття та мурування стін використовується кран КС-45717 вантажопідйомністю (на відповідному вильоті стріли). При підйомі, повороті та опусканні довгомірних елементів можливе їх розгойдування та обертання, що може призвести до зіткнення з уже змонтованими конструкціями будівлі, їх пошкодження або травмування персоналу.

Для безпечного ведення монтажних робіт обов'язковим є виконання таких вимог:

- до початку робіт встановити чіткий двосторонній зв'язок (знаковий, прапорцевий або радіозв'язок) між машиністом крана, стропельниками та сигнальником;
- категорично заборонити перебування людей на елементах конструкцій під час їхнього підйому, переміщення або кантування;

- не допускати перебування робітників під конструкцією, що утримується краном, до її повного встановлення на опори та тимчасового чи постійного закріплення;
- обмежити доступ сторонніх осіб у зону ведення монтажних та вантажно-розвантажувальних робіт, встановити сигнальне огородження;
- вантажні гаки обладнати справними запобіжними замикаючими замками для виключення самовільного випадіння стропів;
- стропування здійснювати виключно сертифікованими інвентарними вантажозахватними пристроями (стропами, траверсами), що відповідають масі та конфігурації вантажу;
- способи стропування мають повністю виключати можливість вислизання або перекосу конструкції;
- проводити обов'язковий регулярний огляд та випробування такелажного оснащення (стропи — кожні 10 днів, травери — кожні 6 місяців) із фіксацією результатів у журналі;
- утримувати та спрямовувати конструкції, що транспортуються краном, лише за допомогою гнучких канатних відтяжок (не менше двох);
- забороняється залишати підняті вантажі та елементи на вазі під час перерв у роботі чи після закінчення зміни.

#### **5.6.4 Підвищена запилиність та загазованість повітря робочої зони**

Основними причинами падіння предметів є руйнування дефектних виробів під навантаженням, порушення правил експлуатації кранів та помилки при підборі стропів, а також недбалість робітників при поводженні з ручним інструментом і кріпленням.

Для усунення цих ризиків передбачено:

- влаштування захисно-вловлювальних сіток (екранних огорожень) безпосередньо під зоною виконання монтажних робіт на висоті;

- проведення розстропування елементів тільки після повного виконання проектного зварювання або надійного болтового закріплення вузлів;
- щозмінний інструментальний огляд монтажного механізму, обмежувачів вантажопідйомності та стану сталевих канатів;
- забезпечення монтажників спеціальними індивідуальними сумками та жилетами з кишенями для зберігання, перенесення дрібного інструменту, болтів та електродів;
- чітке визначення та огороження небезпечної зони можливого падіння предметів з висоти згідно з НПАОП 45.2-7.03-12.

### 5.7. Інженерний розрахунок захисного заземлення

Розрахунок повторного захисного заземлення нейтралі виконується для вибору параметрів заземлювального пристрою, який забезпечить зниження напруги дотику до безпечних значень на металевих корпусах електроустановок, що можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції (відповідно до вимог ПУЕ:2017).

Визначення розрахункової глибини закладання середини вертикального заземлювача:

$$H=h+L/2 \quad (5.3)$$

де  $L=3,5$  м, а  $h$  - прийmemo рівним  $0,8$

$$H=0.8+3,5/2=2,55\text{м.}$$

Розрахунковий питомий опір ґрунту,

$$\rho_{\text{расч}} = \rho_{\text{изм}} \psi_1, \quad (5.4)$$

де  $\rho_{\text{изм}} = 40 \text{ Ом*м}$  ( для глини),

$\psi_1 = 1,3$  - коефіцієнт сезонності,

$$\rho_{\text{расч}} = 40*1,3 = 52 \text{ Ом*м.}$$

Розраховуємо опір розтікання одиночного трубчастого заземлювача по формулі,

$$R_0 = \frac{\rho_{\text{пас}}}{2\pi l} \cdot \left[ \ln \frac{2L}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+L}{4H-L} \right], \quad (5.5)$$

де  $d=0,06$  м;

$$R_0 = \frac{52}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left[ \ln \frac{2 \cdot 3,5}{0,06} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,55 + 3}{4 \cdot 2,55 - 3} \right] = 13,97 \text{ Ом.}$$

Опір одного заземлювача  $R_{\text{ст. од.}} = 13,97 \text{ Ом.}$

Попередньо розмістивши заземлювачі на плані, визначаємо число вертикальних заземлювачів і відстані між ними, за цим даними визначаємо коефіцієнт використання стрижнів  $\eta_c$ .

Визначаємо число вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання і остаточно визначаємо їхнє число:

$$n = \frac{R_0}{\eta \cdot R_{\text{дон}}}, \quad (5.6)$$

Приймаємо кількість заземлювачів  $n=4$ .

Розрахунок довжини горизонтального з'єднувача обчислимо по формулі,

$$I = a(n-1), \quad (5.7)$$

де  $a$ - відстань між вертикальними заземлювачами, приймемо рівне 3 м.

$$I = 3 \cdot (4-1) = 9 \text{ м.}$$

Визначаємо опір сполучної смуги,

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot \ln \frac{2l^2}{d \cdot H}, \quad (5.8)$$

$$R_n = \frac{52}{2 \cdot 3,14 \cdot 9} \cdot \ln \frac{2 \cdot 9^2}{0,95 \cdot 0,06 \cdot 0,8} = 7,5 \text{ Ом.}$$

$$R_3 = \frac{R_0 \cdot R_n}{R_0 \eta_n + R_n n \eta}, \quad (5.9)$$

$$R_3 = \frac{13,97 \cdot 7,5}{13,97 \cdot 0,45 + 7,5 \cdot 4 \cdot 0,69} = 3,9 \text{ Ом.}$$

Виходячи з того що  $3,9 < 10$ , ( $R_3 < R_{\text{дон}}$ ) можна зробити вивід, що розрахунки правильні.

## ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі на основі комплексного підходу розроблено проєкт «Реконструкція будівлі дошкільного типу у місті Златопіль» із перепрофілюванням її під центр раннього дитячого дозвілля. За результатами виконання роботи можна зробити такі висновки:

В архітектурно-будівельному розділі детально проаналізовано природно-кліматичні та містобудівні умови майданчика будівництва у місті Златопіль. Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівлі розроблено з урахуванням сучасних функціональних вимог до дитячих закладів. Виконаний теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожувальної конструкції дозволив підібрати оптимальну товщину сучасного ефективного утеплювача, що забезпечує виконання чинних вимог щодо енергоефективності будівель в Україні.

У розрахунково-конструктивному розділі проведено збір постійних та тимчасових (корисних і кліматичних) навантажень на основі актуальних нормативних документів. Виконано повний комплекс розрахунків збірних залізобетонних елементів — багатопустотної плити перекриття ПК63-15 та перемички над дверним отвором, визначено необхідне робоче армування та підтверджено їхню триснутостійкість і міцність відповідно до вимог ДБН та Єврокодів.

У розділі «Основи і фундаменти» проведено детальний аналіз інженерно-геологічних умов ділянки реконструкції. На основі фізико-механічних характеристик ґрунтів та діючих навантажень запроєктовано надійну та економічно виправдану конструкцію збірного залізобетонного стрічкового фундаменту.

У технологічно-організаційній частині обґрунтовано вибір методів виконання будівельно-монтажних робіт, підібрано основні будівельні машини та механізми. Розроблено технологічну карту на монтаж збірних фундаментних плит та будівельний генеральний план із визначенням зон складування,

тимчасових доріг, мереж водо- та електропостачання. Календарний графік виконання робіт, відомість витрат та графік руху робочої сили дозволяють забезпечити планомірне, якісне та безпечне ведення робіт у встановлені терміни.

Окрему увагу в роботі приділено питанням охорони праці та техніки безпеки на будівельному майданчику під час виконання основних будівельних процесів.

Розроблені проєктні рішення є комплексними, технічно обґрунтованими, відповідають чинній нормативно-законодавчій базі України у галузі будівництва та цивільної інженерії та забезпечують надійну і безпечну експлуатацію будівлі центру раннього дитячого дозвілля.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.2-4:2018. Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018.
2. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011.
5. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021.
6. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018.
7. ДСТУ EN 1992-1-1:2010. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT). – Київ: Держспоживстандарт України, 2010.
8. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011.
9. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіон України, 2016.
10. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012.
11. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Київ: Мінрегіон України, 2016.
12. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018.

- 13.ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.
- 14.ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016. Настанова з виконання робіт із застосуванням сухих будівельних сумішей. – Київ: Мінрегіон України, 2017.
- 15.Савйовський В. В. Реконструкція будівель і споруд: підручник. – Київ: Ліра-К, 2019. 16.
- 16.Бліхарський З. Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. 17.
- 17.Ватаманюк В. П., Линда С. М. Архітектура будівель та споруд. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 18.
- 18.Бамбура А. М., Павліков А. М. Залізобетонні конструкції: підручник. – Київ: Основа, 2010. 19.
- 19.Бойко М. Д. Основи та фундаменти: навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 2005. 20.
- 20.Черненко В. К., Осипов О. Ф. Технологія будівельного виробництва: підручник. – Київ: Вища школа, 2002. 21.
- 21.Тугай О. А., Шишкін Е. А. Організація будівельного виробництва: підручник. – Київ: КНУБА, 2007. 22.
- 22.Кліменко Є. В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд. – Київ: Центр учбової літератури, 2012. 23.
- 23.Дорофєєв В. С., Мурашко О. В. Будівельне матеріалознавство: підручник. – Київ: Кондор, 2010. 24.
- 24.Ніколаєв В. П. Основи економіки будівництва: навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2005. 25.
- 25.Желудков Г. В. Охорона праці в будівництві: підручник. – Київ: Знання, 2012.

## ДОДАТКИ