

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну
(повне найменування факультету)

Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему ПРОЄКТ ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ
КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ В М. ГАДЯЧ.
PROJECT FOR PREDICTING THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE
BUILDING STRUCTURES IN HADYACH

Виконала: студентка IV курсу, гр. БАДз-113сп

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

НЕСТЕРЕНКО В.І.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ЯКІМЦОВ Ю.В

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент _____

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну

Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами

Ступінь вищої освіти перший (бакалавр)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Промислове та цивільне будівництво

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри БВУП

к.т.н., доцент Олексій НАЗАРЕНКО

«_____» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

НЕСТЕРЕНКО Васи́лина Іванівна

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект прогнозування довговічності залізобетонних конструкцій будівель в м. Гадяч. Project for predicting the durability of reinforced concrete building structures in Hadyach

керівник проекту (роботи) к.т.н., доцент ЯКІМЦОВ Юрій Вячеславович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «_____» квітня 2026 року №_____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) рекомендована література, технічне завдання, інженерно-геологічні умови

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

1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Економіка будівництва. 5. Охорона праці та цивільна безпека

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) Слайди презентації, графічний матеріал 6 аркушів А1 роздруковані на А3 з титульним аркушем та зброшуровані

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|------------------------------------|---|----------------|---------------------------|
| | | завдання видав | прийняв виконане завдання |
| Архітектурно-будівельний розділ | ЯКІМЦОВ Ю.В., доцент | | |
| Розрахунково-конструктивний розділ | ЯКІМЦОВ Ю.В., доцент | | |
| Організаційно-технологічний розділ | ЯКІМЦОВ Ю.В., доцент | | |
| Економіка будівництва | ЯКІМЦОВ Ю.В., доцент | | |
| Охорона праці та цивільна безпека | ЯКІМЦОВ Ю.В., доцент | | |
| Нормоконтролер | БОБРАКОВ А.А., доцент | | |

7. Дата видачі завдання «08» травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|--|---|-------------|
| 1 | Постановка завдань по роботі | 1 тиждень | Завдання |
| 2 | Розробка архітектурно-будівельних рішень. | 1-2 тижні | Розділ 1 |
| 3 | Розробка розрахунково-конструктивної частини. | 3-5 тижні | Розділ 2 |
| 4 | Прийняття організаційно-технологічних рішень | 4-5 тижні | Розділ 3 |
| 5 | Розробка економічної частини роботи | 5 тиждень | Розділ 4 |
| 6 | Розробка заходів з охорони праці та цивільної безпеки. | 5-6 тиждень | Розділ 5 |
| 7 | Оформлення пояснювальної записки та документів до неї | 6 тиждень | |
| 8 | Оформлення графічної частини | 1-7 тиждень | Розділи 1-5 |
| 9 | Нормоконтроль та рецензування | 7 тиждень | |
| 10 | Перевірка на плагіат | 7 тиждень | |
| 11 | Захист роботи. | 8 тиждень | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студентка

_____ (підпис)

Василина НЕСТЕРЕНКО

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Юрій ЯКІМЦОВ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра: 87 с., 11 табл., 10 рис., 30 джерел, 1 додаток.

ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ, ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ, ТЕХНІЧНИЙ СТАН БУДІВЕЛЬ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНА НАДІЙНІСТЬ

Дипломний проєкт присвячений розробці проєкту прогнозування довговічності залізобетонних конструкцій будівель у м. Гадяч.

Основною метою роботи є проєктування житлової будівлі з аналізом технічного стану конструктивних елементів, визначення факторів, що впливають на їх зношення.

Архітектурно-будівельний розділ містить вихідні дані щодо об'єкта, аналіз об'ємно-планувальних характеристик будівлі, опис конструктивної схеми та основних техніко-економічних показників.

Розрахунково-конструктивна частина включає дослідження роботи залізобетонних елементів, перевірочні розрахунки плит перекриття, армування конструкцій, аналіз несучої здатності та оцінювання впливу експлуатаційних навантажень на довговічність будівлі.

Організаційно-технологічний розділ охоплює визначення обсягів робіт, підбір будівельних машин і механізмів, розроблення календарного плану виконання робіт, технологічних карт та будівельного генерального плану.

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності передбачено заходи щодо безпечного виконання монтажних процесів, забезпечення пожежної безпеки, а також захисту працівників під час роботи в умовах діючої забудови.

Економічна частина містить розрахунок кошторисної вартості

Пояснювальна записка складається з основних розділів: архітектурно-будівельного, розрахунково-конструктивного, організаційно-технологічного, економічного та розділу з охорони праці.

ЗМІСТ

| | С. |
|--|----|
| ВСТУП | 7 |
| РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ | 8 |
| 1.1 Генплан ділянки будівництва | 8 |
| 1.2 Об'ємно-планувальні рішення | 9 |
| 1.3 Конструктивні рішення | 12 |
| 1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції | 15 |
| 1.5 Розрахунок класу наслідків (відповідальності) будівлі | 19 |
| РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ | 23 |
| 2.1 Розрахунок монолітної плити перекриття | 23 |
| 2.1.1 Інформація до розрахунку | 23 |
| 2.1.2 Збір навантажень | 26 |
| 2.1.3 Характеристики прийнятих матеріалів | 28 |
| 2.1.4 Розрахунок плити на продавлювання | 30 |
| 2.1.5 Визначення згинальних моментів у плиті перекриття | 32 |
| 2.1.6 Визначення площі верхньої арматури, паралельної осі x | 35 |
| 2.2 Математична модель прогнозування довговічності залізобетонних конструкцій | 37 |
| 2.2.1 Врахування впливів середовища | 41 |
| 2.2.2 Оцінка залишкового ресурсу | 42 |
| РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ | 44 |
| 3.1 Загальні відомості щодо технології та організації БМР | 44 |
| 3.2 Розрахунок крану для виконання БМР | 46 |
| 3.3 Календарне планування будівництва | 50 |
| 3.3.1 Визначення обсягів БМР | 52 |
| 3.4 Проектування будівельного генерального плану | 55 |
| 3.4.1 Розрахунок складського господарства | 55 |
| 3.4.2 Розрахунок площі тимчасових приміщень | 59 |
| 3.4.3 Розрахунок потреби будівництва у воді | 60 |

| | |
|--|----|
| | 6 |
| 3.4.4 Визначення потреби у електропостачанні | 64 |
| РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА | 68 |
| 4.1 Розробка локального кошторису | 68 |
| РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ | 69 |
| 5.1 Загальні принципи охорони праці на будмайданчику | 69 |
| 5.2 Вказівки щодо техніки безпеки при виконанні БМР | 70 |
| 5.3 Цивільний захист у будівництві | 72 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ | 76 |
| Додаток А | 79 |

ВСТУП

Будівельна галузь є однією з базових складових економіки, оскільки поєднує значні обсяги матеріальних ресурсів, трудових витрат, капіталовкладень, енергоспоживання та сучасних інженерних рішень. Реалізація будівельних проєктів сприяє розвитку територій, створенню нових робочих місць і покращенню умов проживання населення.

Для будівельних підприємств важливим завданням є ефективна організація будівельно-монтажних робіт із залученням кваліфікованих трудових ресурсів, сучасної техніки та прогресивних технологій виконання робіт.

З огляду на сучасні екологічні вимоги особливого значення набуває раціональне використання природних умов земельної ділянки, мінімізація впливу будівництва на довкілля та впровадження енергоефективних рішень.

Дипломний проєкт з тематики зведення приватного котеджу сучасного планування розкриває можливості проєктування комфортного житлового будинку, який гармонійно поєднує архітектурну виразність, функціональність внутрішнього простору та відповідність сучасним будівельним нормам.

Запропоновані конструктивні рішення передбачають надійність несучих елементів, довговічність будівлі, ефективне використання матеріалів і адаптацію споруди до інженерно-геологічних умов майданчика.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Генплан ділянки будівництва

Будівництво будівлі передбачено в м. Гадяч Полтавської області. Ділянка будівництва розташована в межах населеного пункту, має зручний транспортний зв'язок з існуючою вулично-дорожньою мережею та забезпечує можливість під'їзду пожежної, обслуговуючої і будівельної техніки.

Генеральний план ділянки розроблено з урахуванням вимог ДБН Б.2.2-12:2019 щодо планування та забудови територій, організації під'їздів, пішохідних зв'язків, благоустрою, озеленення та раціонального використання земельної ділянки.

Розміщення будівлі на ділянці прийнято з урахуванням існуючого рельєфу місцевості, протипожежних розривів, санітарно-планувальних вимог, орієнтації будівлі відносно сторін світу, а також умов підключення до інженерних мереж. Вертикальне планування території передбачає організоване відведення поверхневих вод від будівлі по спланованій поверхні ділянки.

Кліматичні параметри району будівництва приймаються відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Навантаження і впливи на будівельні конструкції приймаються згідно з ДБН В.1.2-2:2006.

На території ділянки передбачається влаштування під'їздів, пішохідних доріжок, майданчиків, зон озеленення та елементів благоустрою. Проїзди і майданчики виконуються з твердим покриттям. Вільна від забудови та покриттів територія використовується під озеленення з улаштуванням газонів, посадкою дерев і кущів.

Для забезпечення нормальної експлуатації будівлі передбачається благоустрій прилеглої території, зовнішнє освітлення, організація безпечного руху пішоходів і транспорту, а також створення умов для обслуговування будівлі в період експлуатації.

ТЕП генплану наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники генерального плану

| № з/п | Найменування показника | Одиниця виміру | Значення |
|-------|---------------------------------------|----------------|----------|
| 1 | Площа земельної ділянки | м ² | 11070 |
| 2 | Площа забудови | м ² | 796 |
| 3 | Площа озеленення | м ² | 2482 |
| 4 | Площа проїздів, доріжок і майданчиків | м ² | 7792 |
| 5 | Відсоток забудови | % | 7,2 |
| 6 | Відсоток озеленення | % | 22,4 |
| 7 | Відсоток твердого покриття | % | 70,4 |

Площа проїздів, доріжок і майданчиків:

$$7792 = 11070 - 796 - 2482 \text{ м}^2$$

Відсоток забудови:

$$\frac{796}{11070} \cdot 100 = 7,2 \%$$

Відсоток озеленення:

$$2482/11070 \cdot 100 = 22,4 \%$$

Відсоток твердого покриття:

$$7792/11070 \cdot 100 = 70,4 \%$$

1.2 Об'ємно-планувальні рішення

Проектована будівля є 9-поверховою монолітною житловою будівлею.

У плані будівля має прямокутну форму з розмірами в крайніх осях 47,8 × 15,3 м. Будівля передбачена з підвальним поверхом.

Висота типового поверху прийнята 2,8 м, загальна висота будівлі становить 33,45 м.

Об'ємно-планувальне рішення будівлі прийнято з урахуванням функціонального призначення приміщень, зручності експлуатації, нормативних вимог до житлових будинків, евакуації людей, інсоляції житлових приміщень та забезпечення інженерного обладнання. Основні вимоги до проєктування визначені ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення».

Будівля має двосекційну планувальну схему. Передбачено 4 входи до будівлі: два входи розташовані з північного боку, два – з південного боку.

На першому поверсі запроєктовані нежитлові приміщення громадського призначення.

Планувальне рішення першого поверху передбачає розміщення приміщень для обслуговування мешканців та забезпечення нормальної експлуатації будівлі.

Поверхи з другого по дев'ятий відведені під житлові приміщення.

На типовому житловому поверсі в одній секції передбачено розміщення 6 квартир, з яких:

одна 3-кімнатна квартира житловою площею 25,8 м² і загальною площею 64,8 м²;

дві 2-кімнатні квартири житловою площею 24,3 м² та 28,1 м², загальною площею 54,9 м² та 68,2 м²;

три 1-кімнатні квартири житловою площею 10,5 м², 10,5 м² і 22,2 м², загальною площею 30,8 м², 30,8 м² і 39,3 м² відповідно.

Квартирні двері передбачаються у протипожежному виконанні, стійкими до злому, із можливістю передавання сигналу до приміщення чергового персоналу. Рішення спрямоване на підвищення рівня безпеки мешканців та захист приміщень під час експлуатації.

Ліфтові шахти та сходові клітки обладнуються системою підпору повітря на випадок виникнення пожежі. Вимоги пожежної безпеки для будинків і споруд в Україні встановлюються ДБН В.1.1-7:2016.

На першому поверсі передбачається розміщення сміттекамери з можливістю вивезення сміття назовні через дверний проріз. Двері сміттекамери відокремлюються від входу до житлової секції глухою стіною, що забезпечує санітарне та функціональне розмежування приміщень.

Під усією будівлею запроєктовано технічне підпілля. У технічному підпіллі передбачається встановлення протипожежних дверей з межею вогнестійкості EI 45. Будівля обладнується основними видами інженерного забезпечення: холодним і гарячим водопостачанням, водовідведенням, центральним опаленням, електропостачанням та газопостачанням.

Техніко-економічні показники будівлі наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Техніко-економічні показники будівлі

| № з/п | Найменування показника | Одиниця виміру | Значення |
|-------|---|----------------|----------|
| 1 | Площа забудови самої будівлі | м ² | 796 |
| 2 | Загальна площа будівлі | м ² | 5776 |
| 3 | Житлова площа | м ² | 2428 |
| 4 | Будівельний об'єм | м ³ | 27031,7 |
| 5 | Коефіцієнт планувальної ефективності К | — | 0,42 |

Коефіцієнт планувальної ефективності визначено як відношення житлової площі до загальної площі будівлі (1.1):

$$K = \frac{S_{\text{ж}}}{S_{\text{зар}}} = \frac{2428}{5776} = 0,42 \quad (1.1)$$

де $S_{\text{ж}}$ – житлова площа будівлі, м²;

$S_{\text{заг}}$ – загальна площа будівлі, м².

1.3 Конструктивні рішення

Проектована будівля за конструктивною схемою вирішена як монолітний залізобетонний каркас із ядром жорсткості.

Просторова жорсткість і стійкість будівлі забезпечуються сумісною роботою фундаментів, монолітних залізобетонних пілонів, стін ядра жорсткості, дисків перекриття та покриття.

Конструктивні рішення залізобетонних елементів приймаються з урахуванням вимог ДБН В.2.6-98:2009. Вимоги щодо пожежної безпеки будівлі, евакуації людей і обмеження поширення пожежі враховуються згідно ДБН В.1.1-7:2016.

Фундаменти будівлі запроєктовані пальовими.

Кількість паль становить 152 шт.

Палі прийняті буронабивними, поперечним перерізом 400×400 мм.

Об'єднання паль у єдину конструктивну систему виконується за допомогою монолітної залізобетонної фундаментної плити з бетону класу С25/30, товщиною 600 мм.

Відмітка подошви фундаментної плити становить -3,250 м.

Перед улаштуванням фундаментної плити передбачається підготовка основи. На дно котловану укладається шар щебеню фракції 40 мм, після чого виконується бетонна підготовка товщиною 100 мм.

Далі передбачається горизонтальна рулонна гідроізоляція у 2 шари загальною товщиною 10 мм та цементно-піщана стяжка з розчину М150 товщиною 40 мм.

У верхній частині фундаментної конструкції також виконується горизонтальна рулонна гідроізоляція у 2 шари товщиною 10 мм і цементно-піщана стяжка М150 товщиною 40 мм.

Стіни підвалу запроектовані монолітними залізобетонними товщиною 200 мм. Армування виконується арматурою класу А500С діаметром 16 мм, 20 мм і 25 мм з кроком 100 мм та 200 мм. Бетон стін підвалу прийнято класу С25/30.

Поверхні стін, що контактують із ґрунтом, захищаються вертикальною обмазувальною гідроізоляцією у 2 шари.

Додатково передбачається теплоізоляційний шар товщиною 100 мм, захисна цементно-піщана штукатурка по сітці та повторне нанесення вертикальної гідроізоляції гарячим бітумом у 2 шари.

Пілони будівлі виконуються монолітними залізобетонними. Для армування пілонів передбачено арматуру класу А500С діаметром 26 мм з кроком 100 мм. Бетон пілонів прийнято класу С25/30. Основні розміри пілонів становлять 900×200 мм та 1200×200 мм.

Стіни ліфтової шахти і сходової клітки товщиною 200 мм виконуються з монолітного залізобетону та разом із пілонами формують ядро жорсткості будівлі. Армування стін ядра жорсткості передбачено арматурою класу А500С діаметром 24 мм з кроком 100 мм. Бетон прийнято класу С25/30.

Зовнішні та внутрішні стіни, а також стінки балконів виконуються з газосилікатних блоків. Товщина стін прийнята 200 мм.

Для зовнішніх стін застосовуються блоки з пазогребеневою системою з розміром 300×600×200 мм.

Для внутрішніх стін використовуються прямокутні блоки товщиною 200 мм.

Кладка блоків виконується на цементно-вапняному розчині з портландцементу марки М400, піску та гідратного вапна.

Міжкімнатні перегородки передбачено з повнотілих пазогребневих гіпсових плит. Товщина перегородок становить 100 мм. Розмір плит прийнято 667×500×100 мм. Для монтажу перегородок використовується клейова суміш.

Стінки комунікаційних шахт виконуються з пазогребневих гіпсових плит товщиною 100 мм та глиняної цегли. Цегляні ділянки виконуються

товщиною 120 мм, тобто в 1/2 цегли. Для кладки використовується цегла щільністю 1200 кг/м³ на цементно-піщаному розчині марки М100.

Комунікаційні шахти призначені для прокладання інженерних мереж будівлі та забезпечення доступу до них під час експлуатації.

Перекриття будівлі запроектовані монолітними залізобетонними безбалковими. Армування виконується сітками з арматури класу А500С. У верхній та нижній зонах застосовується арматура діаметром 12 мм з кроком 200 мм.

Над пілонами передбачено додаткове армування арматурою діаметром 16 мм з кроком 150 мм. Для поперечних стрижнів каркасів використовується арматура діаметром 8 мм з кроком 100 мм і 200 мм.

Бетон перекриття прийнято класу С20/25.

Максимальний проліт перекриття становить 5400 мм. Товщина перекриття над технічним підпіллям прийнята 250 мм, міжповерхові перекриття – 200 мм.

У місцях прорізів запроектовані монолітні балки-блоки перерізом 200×800 мм на першому поверсі та 200×550 мм на інших поверхах, які виконують роль перемичок.

Покриття будівлі прийнято безгорищним, невентильованим, суміщеним, із внутрішнім водовідведенням. Утеплення покриття виконується плитним теплоізоляційним матеріалом товщиною 170 мм.

Покриття над балконами та козирками виконується з пофарбованої оцинкованої сталі з кріпленням на металевих клямерах.

Покрівля будівлі запроектована плоскою.

Конструкція покрівлі включає такі основні шари: ухилоутворюючий шар із керамзиту фракції 40–200 мм, поліетиленову плівку товщиною 200 мкм, цементно-піщану стяжку М100, армовану сіткою 50×50 мм діаметром 4 мм, праймер бітумний, гідроізоляційний шар, геотекстиль щільністю 300 г/м², екструдований пінополістирол, дренажну мембрану та баластний шар із гранітного щебеню фракції 15–20 мм товщиною 50 мм.

Водовідведення з покрівлі передбачено внутрішнє. Вихід на покрівлю здійснюється зі сходової клітки.

Сходові площадки виконуються монолітними залізобетонними з бетону класу С20/25. Площадки спираються на стіни сходових кліток через арматурні випуски, які приховані в тілі плити площадки.

Сходові марші прийнято збірними.

Розмір сходинок становить 150×300 мм, ширина сходового маршу – 1200 мм. Стіни сходових кліток виконуються монолітними залізобетонними з бетону класу С20/25, товщиною 200 мм на всю висоту будівлі. Огородження сходів передбачено з металевих елементів.

Вікна будівлі передбачено пластиковими, зі світлопрозорим заповненням у вигляді двокамерного склопакета.

На першому поверсі вітражі виконуються з алюмінієвого профілю з двокамерним склопакетом і захисним ударостійким зовнішнім склом.

Двері лоджій і балконів приймаються з однокамерним склопакетом у пластикових розсувних профілях.

Вхідні двері до будівлі – металеві, у системі вітражного заповнення.

Міжкімнатні двері – дерев'яні, двері до технічних і допоміжних приміщень – металеві. Квартирні двері приймаються металевими. Балконні двері та двері лоджій виконуються у єдиній системі з віконними блоками.

1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожувальної конструкції виконано для району будівництва – м. Полтава / Полтавська область. Розрахунок проводиться для перевірки відповідності зовнішньої стіни вимогам з енергоефективності та теплового захисту будівлі.

Як основний нормативний документ для перевірки опору теплопередачі приймається ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та

енергоефективність будівель». Кліматичні параметри району будівництва приймаються за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».

Для Полтавської області приймається І температурна зона України. Для зовнішніх стін житлових будинків мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі приймається (1.2):

$$R_{qmin} = 4,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.2)$$

Розрахункова температура внутрішнього повітря для житлових приміщень приймається $t_b = 20^\circ\text{C}$.

Розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду року приймається $t_3 = -23^\circ\text{C}$.

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні: $h_{int} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$

Опір тепловіддачі внутрішньої поверхні (1.3):

$$R_{int} = \frac{1}{h_{int}} = \frac{1}{8,7} = 0,13 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.3)$$

Опір тепловіддачі зовнішньої поверхні $R_{зовн} = 0,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Допустимий температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні зовнішньої стіни приймається: $\Delta t_n = 4^\circ\text{C}$

Зовнішня стіна приймається багатошаровою. До складу огорожувальної конструкції входять внутрішній опоряджувальний шар, повітряний прошарок, теплоізоляційні плити, газосилікатні блоки та зовнішній штукатурний шар.

Для зручності конструкція зовнішньої стіни наведена на рис. 1.1., а її характеристики систематизовані у табл. 1.3.

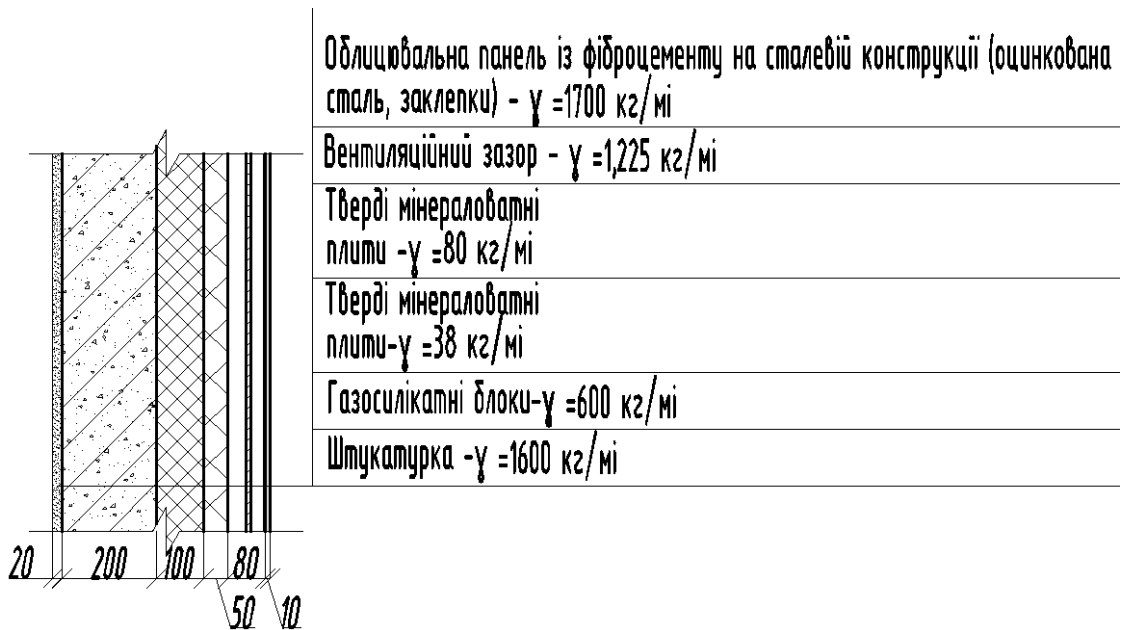


Рисунок 1.1 – До теплотехнічного розрахунку

Таблиця 1.3 – Теплотехнічні характеристики шарів зовнішньої стіни

| № | Найменування | δ , м | γ , кг/м ³ | λ , $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ | R, $\frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$ | S | D |
|---|---|--------------|---------------------------------|--|--|------|------|
| 1 | Цементно-піщаний опоряджувальний шар | 0,02 | 1600 | 0,70 | 0,03 | 8,69 | 0,26 |
| 2 | Вентильований повітряний прошарок | 0,20 | 600 | 0,33 | 0,60 | 4,92 | 2,95 |
| 3 | Жорсткі теплоізоляційні плити | 0,10 | 35 | 0,042 | 2,38 | 0,31 | 0,74 |
| 4 | Жорсткі теплоізоляційні плити | 0,05 | 80 | 0,042 | 1,19 | 0,53 | 0,63 |
| 5 | Повітряний прошарок | 0,08 | 1,225 | 2,40 | 0,03 | 0 | 0 |
| 6 | Газосилікатні блоки | 0,01 | 1800 | 0,32 | 0,03 | 8,11 | 0,24 |

де δ – товщина шару, м;

γ – густина матеріалу, кг/м³;

λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м·К);

R – термічний опір шару, м²·К/Вт;

S – коефіцієнт теплотозасвоєння матеріалу;

D – теплова інерція шару.

Термічний опір кожного шару визначається за формулою (1.4):

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.4)$$

Для прийнятих шарів зовнішньої стіни:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,70} = 0,03 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,20}{0,33} = 0,60 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,10}{0,042} = 2,38 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,05}{0,042} = 1,19 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = \frac{0,08}{2,40} = 0,03 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_6 = \frac{\delta_6}{\lambda_6} = \frac{0,01}{0,32} = \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Сумарний термічний опір шарів конструкції становить:

$$\begin{aligned} \Sigma R_i &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 = \\ &= 0,03 + 0,60 + 2,38 + 1,19 + 0,03 + 0,03 = 4,26 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \end{aligned}$$

Загальний опір теплопередачі зовнішньої стіни з урахуванням опорів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь:

$$R_{\text{пр}} = R_{\text{в}} + \Sigma R_i + R_3 = 0,13 + 4,26 + 0,05 = 4,44 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Перевірка за мінімально допустимим опором теплопередачі

Для I температурної зони України мінімально допустимий опір теплопередачі зовнішніх стін житлових будівель приймається (1.5):

$$R_{qmin} = 4,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.5)$$

Перевіряємо умову:

$$R_0 \geq R_{qmin}$$

$$4,44 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \geq 4,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Умова виконується.

Отже, прийнята конструкція зовнішньої стіни відповідає вимогам теплового захисту для району будівництва.

1.5 Розрахунок класу наслідків (відповідальності) будівлі

Розрахунок № КН - 09/04 класу наслідків (відповідальності) для об'єкта будівництва:

«Дев'ятиповерхова монолітна житлова будівля в м. Гадяч Полтавської області»

При визначенні класу наслідків (відповідальності) об'єкта використовувались наступні документи:

1. Закон України від 17.02.2011 №3038-VI «Про регулювання містобудівної діяльності» (з урахуванням змін та доповнень).

2. ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)».

3. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд», «Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», що

затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р. №175.

Відповідно до п.4.4 ДСТУ 8855:2019 клас наслідків (відповідальності) визначається за кожною характеристикою таблиці 1, додатково враховується стаття 32 Закону України від 17.02.2011 №3038-VI «Про регулювання містобудівної діяльності» (з урахуванням змін та доповнень), а також розділ 5 ДБН В.1.2-14:2018 та додаткові умови за п.4.15 ДСТУ 8855:2019.

Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єкта

4 Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які постійно знаходяться на об'єкті (кількість людей) – 147.

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків – СС2.

5 Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які періодично знаходяться на об'єкті (кількість людей) - 279.

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків – СС2.

6 Можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта (кількість людей) - 140.

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків - СС2.

7 Можливі матеріальні збитки оцінюються витратами, пов'язаними як з необхідністю відновлення об'єкта, що відмовив, так і з побічними збитками (збитки від зупинки виробництва, втрачена вигода).

Прогнозований обсяг збитку від можливого руйнування чи пошкодження об'єкту згідно з ДСТУ 8855:2019 п.4.12 розраховується за формулою:

$$\Phi = c \times P \left(1 - \frac{1}{2} T_{ef} \times K_{a,i} \right)$$

де Φ – прогнозовані збитки, грн.: ;

c – коефіцієнт, що враховує відносну долю вартості об'єкта, повністю втраченої під час аварії. Значення c можна оцінювати при аналізі сценарію розвитку аварії: (0,45);

P – вартість об'єкта, визначена на підставі КНУ «Настанова з визначення вартості будівництва» або за об'єктом-аналогом;

T_{ef} – середнє значення розрахункового строку експлуатації, років: (100);

$K_{a,i}$ – коефіцієнт амортизаційних відрахувань: (0,01).

Прогнозований обсяг збитку від можливого руйнування об'єкта дорівнює:

$$\begin{aligned}\Phi &= 0,45 * 59\,177\,000 * (1 - 1/2 * 100 * 0,01) \\ &= 21\,414\,825 \text{ грн.}\end{aligned}$$

Можливі матеріальні збитки та/чи соціальні втрати від відмови об'єкта оцінюють, керуючись «*Методикою оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру*» та розраховують за формулою (1) цієї Методики. Ці збитки складають:

$$\Phi = 0 \text{ грн}$$

Загальний обсяг збитків дорівнює:

$$\Phi = 21\,414\,825 \text{ грн.}$$

обсяг можливого економічного збитку у м.р.з.п. складає:

$$21\,414\,825 / 8647 = 2\,477 \text{ м.р.з.п.}$$

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків – СС2.

- 8 Спорудження об'єкта не загрожує призупиненням функціонування лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, об'єктів комунікації, зв'язку, енергетики та інженерних мереж .
- 9 Додаткові умови згідно з пунктом 4.15 ДСТУ 8855:2019:

- СС2 - для житлових будинків понад чотири поверхи;

Висновок. Відповідно до п.6 статті 32 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» (з урахуванням змін та доповнень), а також п.4.4 ДСТУ 8855:2019 клас наслідків (відповідальності) для даного об'єкту встановлюється за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків, тобто «9-поверхова монолітна житлова будівля в м. Гадяч Полтавської області належить» відноситься до класу наслідків (відповідальності) – СС2.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1 Розрахунок монолітної плити перекриття

2.1.1 Інформація до розрахунку

У даному розділі виконується розрахунок характерної ділянки монолітної залізобетонної плити перекриття типового поверху. Розрахункова ділянка прийнята в межах координаційних осей 13–14 та А–В.

У плані вона має прямокутну форму з розмірами 4,80×5,65 м.

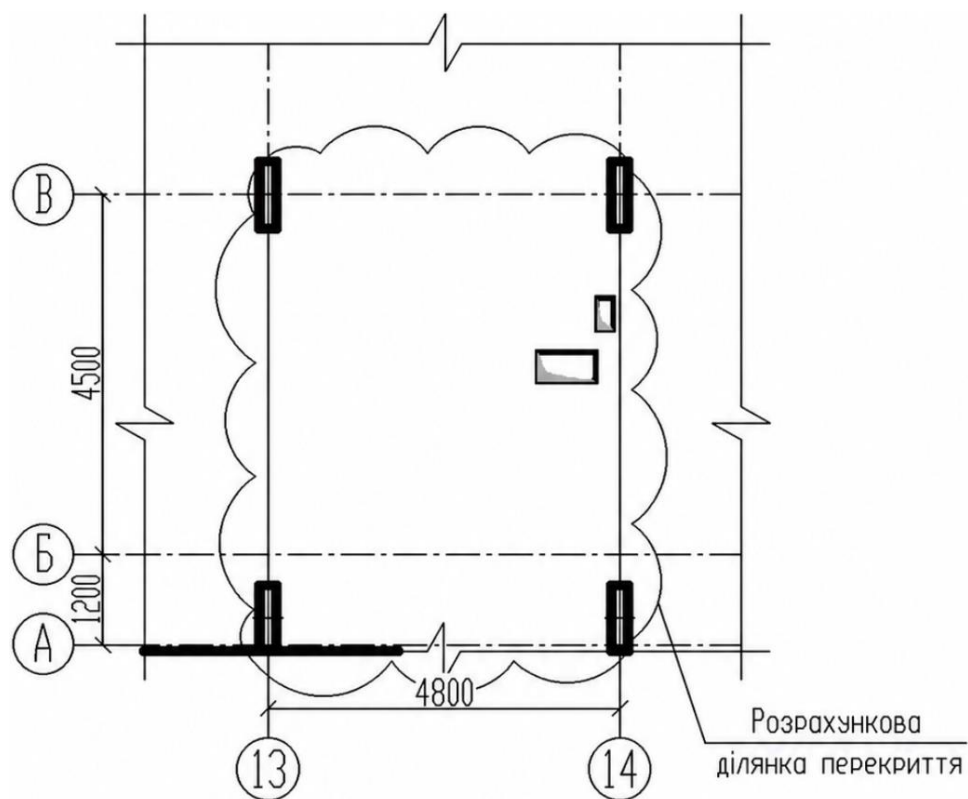


Рисунок 2.1 – Ділянка перекриття

Плита перекриття працює як елемент просторової несучої системи будівлі та сприймає постійні і тимчасові навантаження від конструкції підлоги, власної ваги залізобетонної плити, перегородок, експлуатаційного навантаження та інших впливів.

Навантаження від плити передається на вертикальні несучі елементи каркаса – пілони та монолітні залізобетонні стіни.

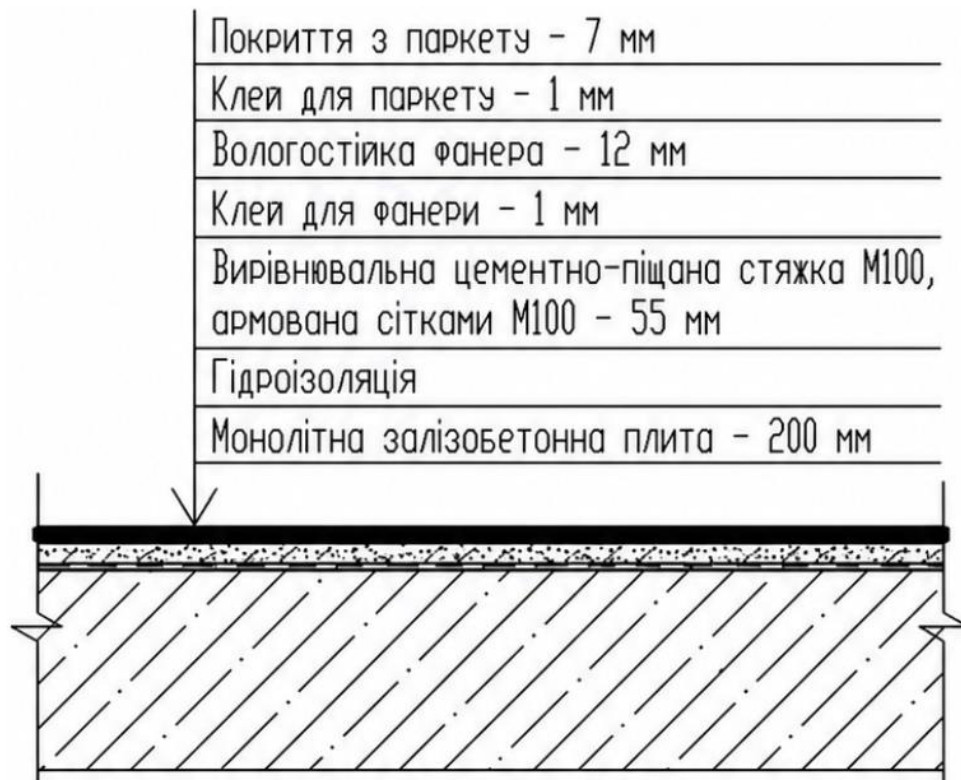


Рисунок 2.2 – Конструкція перекриття

Товщина суцільної монолітної плити перекриття прийнята $h_f = 200$ мм.

Поперечний переріз вертикальних несучих елементів у межах розрахункової ділянки становить $b \times h = 200 \times 900$ мм.

Розрахунок виконується для визначення навантажень на 1 м^2 перекриття, подальшого встановлення згинальних моментів у плиті та підбору необхідної площі робочої арматури.

При цьому враховується робота плити у двох напрямках, оскільки співвідношення прольотів не дає підстав розглядати її як однопролітну балкову систему.

Розрахункові прольоти ділянки плити приймаються:

$$l_x = 4,80 \text{ м}$$

$$l_y = 5,65 \text{ м}$$

Співвідношення сторін розрахункової ділянки становить:

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{5,65}{4,80} = 1,18$$

Оскільки співвідношення сторін менше 2, плита працює у двох напрямках. Тому підбір робочої арматури необхідно виконувати як у напрямку осі x , так і в напрямку осі y .

Поздовжня арматура визначається за розрахунковими згинальними моментами M_x і M_y . Ці моменти діють у взаємно перпендикулярних напрямках і залежать від схеми опирання плити, величини навантаження, розмірів прольотів та розташування вертикальних несучих елементів.

У межах плити виділяються характерні зони армування.

Поділ на зони пов'язаний з нерівномірним розподілом згинальних моментів: над опорами виникають від'ємні моменти, а в прольотній частині – додатні. Для кожної зони приймається своя інтенсивність армування залежно від величини розрахункового моменту.

За характером роботи плити прийнято такі зони:

зона 1 – надколонна ділянка з тах від'ємними моментами M_x і M_y ;

зона 2 – міжколонна ділянка з від'ємними моментами M_x ;

зона 3 – міжколонна ділянка з від'ємними моментами M_y ;

зона 4 – міжколонна ділянка з тах додатними моментами M_x ;

зона 5 – міжколонна ділянка з тах додатними моментами M_y ;

зона 6 – пролітна ділянка з +моментами M_x і M_y меншої величини.

Розміри окремих зон визначаються залежно від прольотів плити. Для конструктивної комірки, розташованої всередині плану будівлі, приймаємо:

$$c_x = 0,25l_x = 0,25 \cdot 4,80 = 1,20 \text{ м}$$

$$c_y = 0,25l_y = 0,25 \cdot 5,65 = 1,41 \text{ м}$$

Підбір арматури виконується для умовної смуги плити шириною 1,0 м.

За отриманою площею арматури надалі приймається діаметр робочих стержнів і крок їх розташування в кожній розрахунковій зоні.

2.1.2 Збір навантажень

Навантаження на плиту перекриття складаються з постійних і тимчасових.

До постійних навантажень належать власна вага монолітної залізобетонної плити та вага шарів конструкції підлоги.

До тимчасових навантажень відносяться експлуатаційне навантаження, навантаження від перегородок, а також короткочасна та тривало діюча частина навантаження.

Для визначення навантажень приймаються такі позначення:

ρ – густина матеріалу, кг/м^3 ;

δ – товщина шару, м;

q_n – нормативне навантаження, кН/м^2 ;

γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням;

q – розрахункове навантаження, кН/м^2 .

Нормативне навантаження від окремого шару конструкції визначається за його товщиною та густиною матеріалу. Розрахункове значення отримується множенням нормативного навантаження на коефіцієнт надійності за навантаженням.

Розрахунок навантажень наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Навантаження на 1 м² перекриття

| Вид навантаження | Q _п , кН/м ² | γ _f | Q, кН/м ² |
|--|---------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 1 Постійне навантаження | | | |
| 1.1 Набірний паркет, δ = 7 мм, ρ = 550 кг/м ³ | 0,04 | 1,1 | 0,044 |
| 1.2 Клей для паркету, δ = 1 мм, ρ = 700 кг/м ³ | 0,007 | 1,2 | 0,008 |
| 1.3 Вологостійка фанера, δ = 12 мм, ρ = 700 кг/м ³ | 0,084 | 1,1 | 0,092 |
| 1.4 Клей для фанери, δ = 1 мм, ρ = 700 кг/м ³ | 0,007 | 1,2 | 0,008 |
| 1.5 Цементно-піщана стяжка армована, δ = 55 мм, ρ = 2400 кг/м ³ | 1,32 | 1,3 | 1,72 |
| 1.6 Гідроізоляція | 0,34 | 1,2 | 0,41 |
| 1.7 Монолітна залізобетонна плита, δ = 200 мм, ρ = 2600 кг/м ³ | 5,20 | 1,1 | 5,72 |
| Разом постійне навантаження g | 6,998 | | 7,985 |
| 2 Тимчасове навантаження | | | |
| 2.1 Перегородки | 0,50 | 1,2 | 0,60 |
| 2.2 Корисне навантаження | 1,50 | 1,3 | 1,95 |
| 2.3 Короткочасне навантаження | 0,30 | 1,3 | 0,39 |
| 2.4 Тривало діюча частина тимчасового навантаження V ₀ | 0,45 | | 0,76 |
| Разом тимчасове навантаження V | 2,00 | | 2,55 |
| Разом тривало діюче тимчасове навантаження V | 0,95 | | 1,36 |
| Повне нормативне навантаження g+V | 8,998 | | |
| Повне розрахункове навантаження q = g+V | | | 10,535 |
| Повне нормативне тривало діюче навантаження g+V | 7,948 | | |
| Розрахункове тривалодіюче навантаження q = g+V | | | 9,345 |

Сумарне розрахункове постійне навантаження становить $g = 7,985$ кН/м². Площа вантажної ділянки перекриття (2.1):

$$A = l_x \cdot l_y, \text{ м}^2$$

$$A = 4,80 \cdot 5,65 = 27,12 \text{ м}^2 \quad (2.1)$$

З урахуванням площі вантажної ділянки для тимчасового навантаження приймається коефіцієнт зниження $\varphi = 0,85$.

Розрахункове тимчасове навантаження з урахуванням коефіцієнта зниження (2.2)::

$$V_1 = (0,6 + 1,95) \cdot 0,85 = 2,16 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.2)$$

Повне розрахункове навантаження на плиту перекриття:

$$q = g + V_1, \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$$q = 7,985 + 2,16 = 10,145 \approx 10,15 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.3)$$

Для перевірки за тривалою дією навантаження приймається тривало діюча частина тимчасового навантаження $V_{\text{довг}} = 1,01 \text{ кН/м}^2$

Тоді повне тривало діюче навантаження становить:

$$g + V_{\text{довг}} = 7,985 + 1,01 = 8,995 \approx 9,00 \text{ кН/м}^2$$

Отримані значення навантажень використовуються для подальшого визначення згинальних моментів у плиті та підбору робочого армування.

2.1.3 Характеристики прийнятих матеріалів

Для розрахунку монолітної залізобетонної плити перекриття приймається важкий бетон класу C20/25. Розрахункові характеристики бетону

і арматури приймаються відповідно до вимог українських нормативних документів для бетонних та залізобетонних конструкцій.

Для бетону класу С20/25 приймаємо:

$f_{ck} = 25$ МПа – характеристична міцність бетону на стиск;

$f_{cd} = 14,5$ МПа – розрахункова міцність бетону на стиск;

$f_{ctk} = 1,55$ МПа – характеристична міцність бетону на осьовий розтяг;

$f_{ctd} = 1,05$ МПа – розрахункова міцність бетону на осьовий розтяг;

$E_{cd} = 30 \cdot 10^3$ МПа – розрахунковий модуль пружності бетону.

Для врахування тривалої дії навантаження модуль деформації бетону визначається з урахуванням повзучості (2.4):

$$E_{cd,\tau} = \frac{E_{cd}}{1 + \varphi_{cr}}, \text{ МПа} \quad (2.4)$$

$$E_{cd,\tau} = \frac{30 \cdot 10^3}{1 + 2,5} = 8,57 \cdot 10^3 \text{ МПа}$$

де $\varphi_{cr} = 2,5$ – коефіцієнт повзучості бетону.

Для армування монолітної плити приймається арматура класу А500С. Робоча арматура встановлюється у нижній та верхній зонах плити відповідно до характеру згинальних моментів у розрахункових зонах.

Для арматури класу А500С приймаємо:

$f_{yk} = 500$ МПа – характеристична міцність арматури на межі текучості;

$f_{yd} = 435$ МПа – розрахункова міцність арматури на розтяг;

$f_{ycd} = 300$ МПа – розрахункова міцність арматури на стиск;

$E_s = 2,0 \cdot 10^5$ МПа – модуль пружності арматури.

Прийняті характеристики матеріалів використовуються для подальшого визначення необхідної площі робочої арматури A_s у розрахункових перерізах плити перекриття.

2.1.4 Розрахунок плити на продавлювання

Перевірку монолітної плити перекриття на продавлювання виконуємо для ділянки в місці спирання плити на вертикальний несучий елемент. Розрахункова схема враховує дію зосередженого продавлювального зусилля від колони або пілона на плиту перекриття (рис. 2.3).

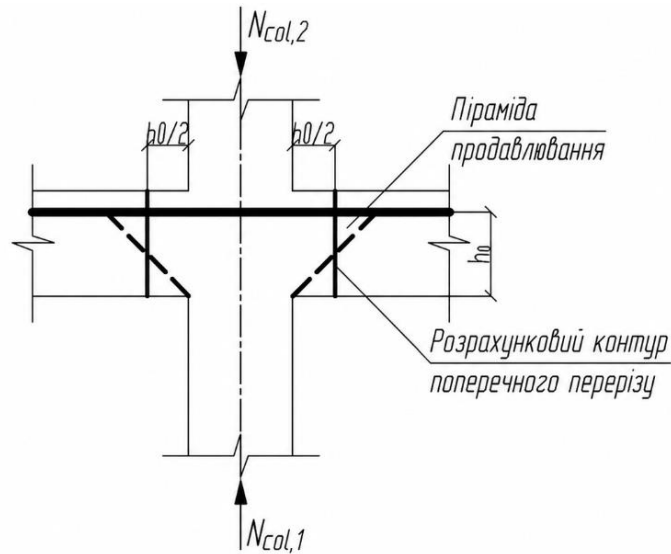


Рисунок 2.3 – Схема зусиль при розрахунку на продавлювання

Зосереджене продавлювальне зусилля від навантаження перекриття визначаємо за формулою (2.5):

$$F = \gamma_n \cdot q \cdot A_q \cdot \gamma_{\text{кол}}, \text{ кН} \quad (2.5)$$

де γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю будівлі;

q – повне розрахункове навантаження на плиту перекриття, кН/м²;

A_q – вантажна площа, м²;

$\gamma_{\text{кол}}$ – коефіцієнт, що враховує збільшення зусиль у колоні залежно від її розташування = 1,15.

Для розрахунку приймаємо:

$$F = 1,0 \cdot 10,15 \cdot 4,8 \cdot 5,65 \cdot 1,15 = 316,56 \text{ кН}$$

Коефіцієнт $\gamma_{\text{кол}} = 1,15$ прийнято для колони, розташованої першою від фасадної осі. Для внутрішніх колон регулярної частини каркаса може прийматися $\gamma_{\text{кол}} = 1,0$.

За результатами розрахунку фрагмента встановлено, що згинальні моменти в розглянутій колоні мають незначні значення. Тому при перевірці плити на продавлювання враховується дія зосередженої сили без додаткового впливу моментів.

Граничне зусилля, яке може бути сприйняте бетоном при продавлюванні, визначаємо за формулою (2.6):

$$F_{cd,ult} = \gamma_{c1} \times f_{ctd} \cdot A_{cd}, \text{кН} \quad (2.6)$$

де γ_{c1} – коефіцієнт умов роботи бетону;

f_{ctd} – розрахункова міцність бетону на осьовий розтяг;

A_{cd} – площа розрахункового поперечного перерізу, м^2 .

Площа розрахункового поперечного перерізу визначається за формулою (2.7):

$$A_{cd} = u \cdot h_0, \text{м}^2 \quad (2.7)$$

де u – периметр розрахункового контуру продавлювання;

h_0 – приведена робоча висота перерізу плити.

Робочу висоту перерізу приймаємо (2.8):

$$h_0 = \frac{h_{01} + h_{02}}{2}, \text{м} \quad (2.8)$$

$$h_0 = \frac{15 + 17}{2} = 16 \text{ см} = 0,16 \text{ м}$$

Для пілона розміром $0,20 \times 0,90$ м периметр розрахункового контуру становить (2.9):

$$u = 2 \left(\frac{h_0}{2} + a \right) + 2 \left(\frac{h_0}{2} + b \right), \text{ м} \quad (2.9)$$

$$u = 2 \left(\frac{0,16}{2} + 0,90 \right) + 2 \left(\frac{0,16}{2} + 0,20 \right) = 2,68 \text{ м}$$

Тоді:

$$A_{cd} = 2,68 \cdot 0,16 = 0,43 \text{ м}^2$$

Граничне зусилля продавлювання згідно формули (2.6)

$$F_{cd,ult} = 0,9 \cdot 1050 \cdot 0,43 = 406,4 \text{ кН}$$

Перевіряємо умову міцності плити на продавлювання:

$$F \leq F_{cd,ult}$$

$$316,56 \text{ кН} < 406,4 \text{ кН}$$

Умова виконується. Несуча здатність монолітної плити перекриття на продавлювання забезпечена. Додаткове поперечне армування в зоні продавлювання не потрібне.

2.1.5 Визначення згинальних моментів у плиті перекриття

Згинальні моменти для конструктивної комірки в осях А–В/13–14 визначаються за наближеними залежностями з урахуванням результатів розрахунку одноповерхового фрагмента.

Розрахунок виконується окремо для напрямків x та y .

Поправочні коефіцієнти визначаються за формулами:

$$k_x = q \cdot l_x^2 \cdot \frac{l_y^2}{216}$$

$$k_y = q \cdot l_x^2 \cdot \frac{l_y^2}{216}$$

Підставляємо значення:

$$k_x = 10,15 \cdot 4,8^2 \cdot \frac{5,65^2}{216} = 34,56$$

$$k_y = 10,15 \cdot 4,8^2 \cdot \frac{5,65^2}{216} = 34,56$$

Розрахункові моменти в плиті визначаються за залежностями:

$$M_x = k_x \cdot m_x$$

$$M_y = k_y \cdot m_y$$

де m_x і m_y – табличні коефіцієнти моментів для відповідних ділянок плити.

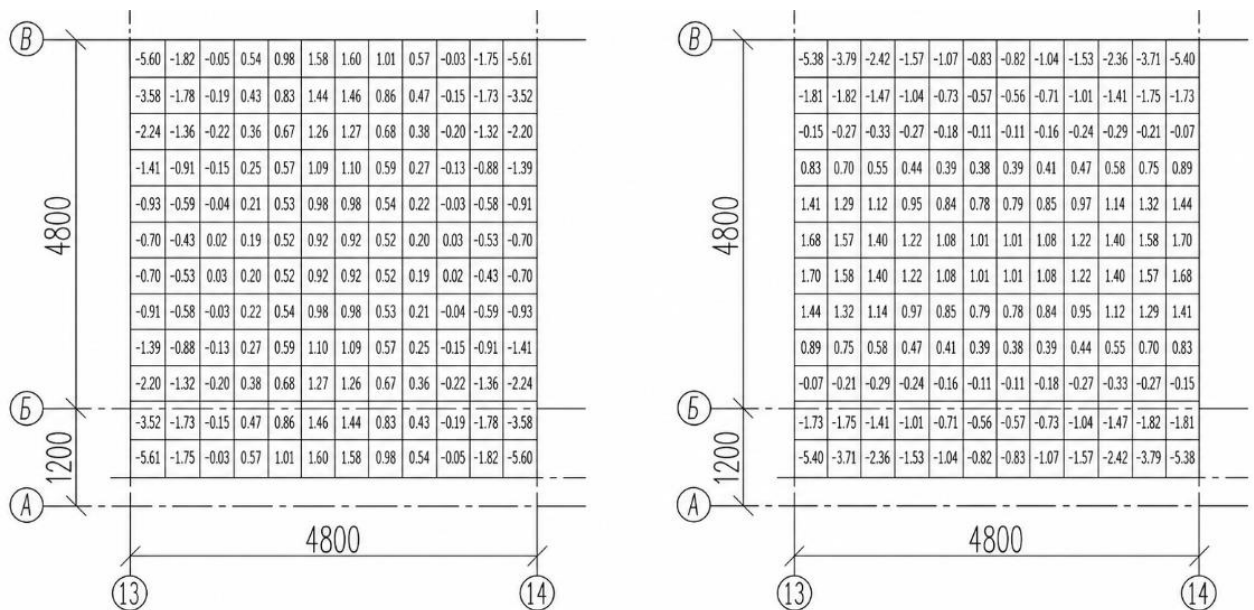


Рисунок 2.3 – Ділянка перекриття типового поверху, моменти M_x та M_y

За отриманими значеннями згинальних моментів виконується подальший підбір робочої арматури в характерних зонах плити.

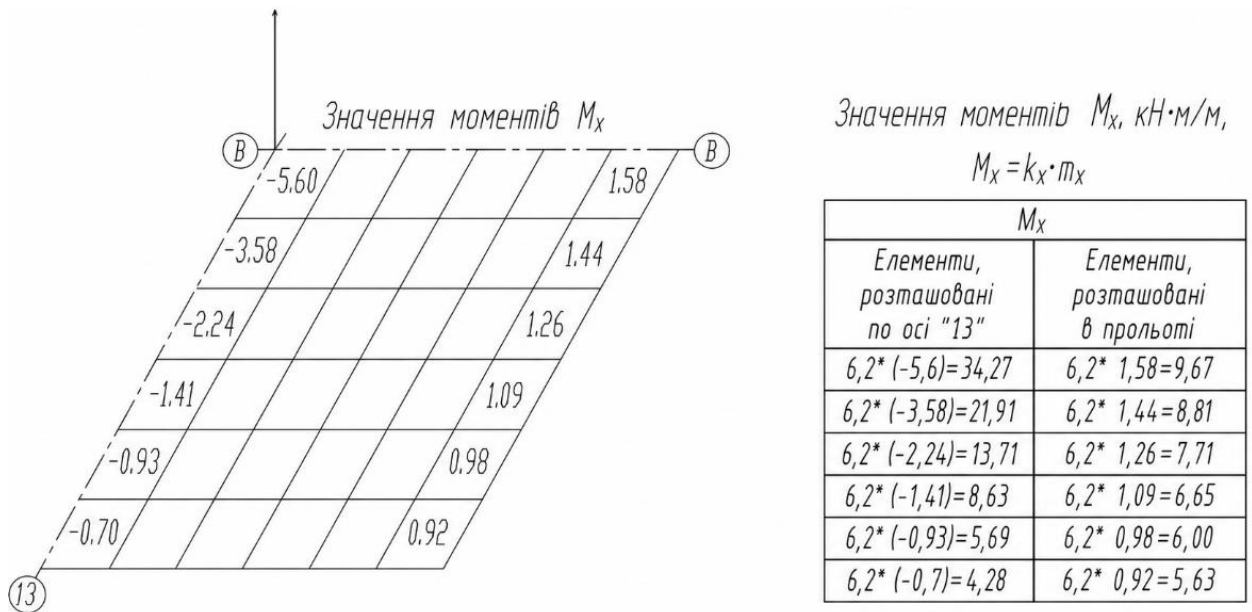


Рисунок 2.4 – Розрахунок моментів M_x в плиті



Рисунок 2.5 – Розрахунок моментів M_y в плиті

У верхній зоні плити армування підбирається для ділянок з від'ємними моментами, у нижній зоні – для прольотних ділянок з додатними моментами.

Арматуру діаметром менше 12 мм застосовувати не рекомендується виходячи із досвіду проектування.

2.1.6 Визначення площі верхньої арматури, паралельної осі x

Для зони 2 розглядається міжколонна ділянка плити, у межах якої діють від'ємні згинальні моменти відносно осі y. Найбільше значення розрахункового моменту для цієї зони приймаємо:

$$M_{Ed,x2,max} = 8,63 \text{ кН} \cdot \text{м/м}$$

Розрахунок виконуємо для смуги плити шириною $b = 100 \text{ см}$.

Робоча висота перерізу:

$$h_{0x} = 15 \text{ см}$$

Для бетону класу C20/25 приймаємо:

$$f_{cd} = 14,5 \text{ МПа} = 1,45 \text{ кН/см}^2$$

Для арматури класу A500C:

$$f = 435 \text{ МПа} = 43,5 \text{ кН/см}^2$$

Переводимо момент у $\text{кН} \cdot \text{см}$:

$$M_{Ed} = 8,63 \text{ кН} \cdot \text{м} = 863 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Визначаємо коефіцієнт α_m (2.10), це безрозмірний коефіцієнт, який показує відносний рівень згинального моменту в залізобетонному перерізі:

$$\alpha_m = \frac{M_{Ed}}{f_{cd,rd} \cdot b \cdot h_{0x}^2} \quad (2.10)$$

$$\alpha_m = \frac{863}{1,305 \cdot 100 \cdot 15^2} = 0,0294$$

Визначаємо відносну висоту стиснутої зони (2.11):

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0294} = 0,0298 \quad (2.11)$$

Площа необхідної робочої арматури на 1 м ширини плити (2.12):

$$A_{sx} = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot h_{0x} \cdot \xi}{f_{yd}}$$

$$A_{sx} = \frac{1,305 \cdot 100 \cdot 15 \cdot 0,0298}{43,5} = 1,34 \text{ см}^2/\text{м} \quad (2.12)$$

Довжина зони 2 відносно осі у приймається $l_2 = 2,825$ м

Необхідна площа арматури на довжину зони:

$$A_{sx,req} = 1,34 \cdot 2,825 = 3,79 \text{ см}^2$$

За конструктивними вимогами приймаємо арматурні стержні діаметром не менше 12 мм. Для арматури $\emptyset 12$ площа одного стержня становить: $A_{s,1} = 1,13 \text{ см}^2$

При кроці стержнів 200 мм у межах зони приймаємо 13 стержнів $\emptyset 12$ А500С, площа $A_{sx,ef} = 13 \cdot 1,13 = 14,69 \text{ см}^2$

Оскільки:

$$A_{sx,ef} = 14,69 \text{ см}^2 > A_{sx,req} = 3,79 \text{ см}^2$$

прийнятого армування достатньо.

Коефіцієнт армування визначається за формулою (2.13):

$$\mu = \frac{A_{sx,ef}}{b \cdot l_2}$$

$$\mu = \frac{14,69}{100 \cdot 28,25} = 0,0052 \quad (2.13)$$

Аналогічно проводимо розрахунок для подальших зон та заносимо дані в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок арматури, що паралельна осі X

| Розрахункова зона | $M_{Ed,x}$, кН·м/м | α_m | ξ | $A_{sx,req}$, см ² | Прийняте армування |
|-------------------|------------------------|------------|--------|-----------------------------------|--|
| Зона 1 | -34,27 | 0,1167 | 0,1244 | 7,96 | 15Ø12A500C, крок 100 мм, $A_{sx,ef} = 16,97$ см ² |
| Зона 2 | -8,63 | 0,0294 | 0,0298 | 3,79 | 13Ø12A500C, крок 200 мм, $A_{sx,ef} = 14,70$ см ² |
| Зона 4 | 9,67 | 0,0329 | 0,0334 | 2,15 | 7Ø12 A500C, крок 200 мм, $A_{sx,ef} = 7,92$ см ² |
| Зона 6 | 6,65 | 0,0226 | 0,0229 | 2,91 | 15Ø12A500C, крок 200 мм, $A_{sx,ef} = 16,97$ см ² |

Отже, для зони 2 приймається верхня робоча арматура, паралельна осі x: Ø12 A500C з кроком 200 мм. Арматура для інших зон підібрана згідно табл. 2.2.

Прийняте армування забезпечує несучу здатність плити на ділянці дії від'ємного згинального моменту.

Конструювання плити здійснене у графічній частині дипломного проєкту.

2.2 Математична модель прогнозування довговічності залізобетонних конструкцій

Довговічність залізобетонних конструкцій є однією з основних характеристик надійності будівлі протягом усього строку її експлуатації. Для житлових будівель це особливо важливо, оскільки несучі елементи –

фундаменти, пілони, стіни жорсткості, плити перекриття та покриття – працюють під дією постійних, тимчасових і кліматичних впливів.

ДБН В.2.6-98:2009 поширюється на бетонні та залізобетонні конструкції, що застосовуються у промисловому, цивільному, транспортному та інших видах будівництва, при дії різних навантажень і впливів.

Для умов м. Гадяч Полтавської області на довговічність залізобетонних конструкцій можуть впливати сезонні коливання температури, зволоження, заморожування і відтавання, карбонізація бетону, корозія арматури, а також якість виконання бетонних робіт.

Основна проблема полягає в тому, що руйнування залізобетонних конструкцій зазвичай не відбувається миттєво. Спочатку змінюються фізико-механічні властивості бетону, зменшується захисна здатність бетонного шару, поступово розвивається корозія арматури, з'являються тріщини, а вже потім може знижуватися несуча здатність конструкції. Тому для оцінювання довговічності доцільно використовувати не лише фактичний технічний стан конструкції, а й прогнозу математичну модель, яка дозволяє оцінити зміну її параметрів у часі.

У межах даного проекту математична модель розглядається як спрощений інженерний інструмент для орієнтовного прогнозування залишкового ресурсу залізобетонних конструкцій. Вона не замінює повне технічне обстеження, лабораторні випробування або детальне числове моделювання, але може бути використана для попередньої оцінки довговічності та визначення найбільш уразливих конструктивних елементів.

Довговічність залізобетонної конструкції залежить від сукупної дії конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів.

До конструктивних факторів належать клас бетону, товщина захисного шару, діаметр і клас арматури, схема армування, тріщиностійкість та рівень напружень у перерізі.

До технологічних факторів належать якість укладання бетонної суміші, ущільнення, догляд за бетоном у ранньому віці та дотримання проєктних

параметрів армування. До експлуатаційних факторів належать вологість, температура, наявність агресивних речовин, цикли заморожування-відтавання та інтенсивність навантаження.

Для прийнятої монолітної залізобетонної будівлі основними конструкціями, довговічність яких потребує оцінювання, є:

- монолітна фундаментна плита;
- стіни підвалу;
- пілони та стіни ядра жорсткості;
- монолітні плити перекриття;
- покриття та вузли примикання зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Найбільш уразливими з точки зору довговічності є конструкції, що контактують із ґрунтом, атмосферною вологою або працюють в умовах змінного температурно-вологісного режиму.

Для них можливе прискорене зниження захисних властивостей бетону та підвищення ризику корозії арматури. Міжнародний стандарт ISO 16204:2012 присвячений принципам і процедурам перевірки довговічності бетонних конструкцій з урахуванням прогнозованих впливів середовища, які можуть спричиняти погіршення властивостей матеріалу.

Для спрощеного прогнозування довговічності приймається, що технічний стан залізобетонної конструкції може бути описаний інтегральним показником довговічності $D(t)$. Цей показник змінюється в межах від 1 до 0:

$D(t) = 1$ – конструкція знаходиться у справному або близькому до проєктного стані;

$D(t) = 0$ – конструкція втратила необхідну експлуатаційну придатність або потребує невідкладного підсилення чи заміни.

Для інженерної оцінки приймаємо, що зниження довговічності відбувається поступово і залежить від трьох основних груп факторів (2.14):

$$D(t) = 1 - \left[K_{\text{експ}} \cdot K_{\text{сер}} \cdot K_{\text{тех}} \cdot \frac{t}{T_{\text{н}}} \right] \quad (2.14)$$

де $D(t)$ – прогнозний показник довговічності конструкції на момент часу t ;

$K_{\text{експ}}$ – коефіцієнт експлуатаційного навантаження;

$K_{\text{сер}}$ – коефіцієнт впливу середовища;

$K_{\text{тех}}$ – коефіцієнт якості виконання робіт і технічного стану;

t – фактичний або прогнозний строк експлуатації, років;

$T_{\text{н}}$ – нормативний або прийнятий проектний строк служби конструкції, років.

Для житлової будівлі приймаємо: $T_{\text{н}} = 100$ років

Коефіцієнти моделі приймаються в таких межах: $K_{\text{експ}} = 0,8 \dots 1,2$; $K_{\text{сер}} = 0,8 \dots 1,3$; $K_{\text{тех}} = 0,8 \dots 1,2$.

Якщо конструкція працює у звичайних умовах, без ознак перевантаження, значного зволоження або дефектів виконання робіт, коефіцієнти приймаються близькими до 1,0. Якщо умови експлуатації ускладнені, наприклад є підвищена вологість, порушення гідроізоляції, тріщини або недостатній захисний шар бетону, відповідні коефіцієнти збільшуються. Це означає, що прогнозне зниження довговічності відбувається швидше.

Для нормальних умов експлуатації приймаємо всі коефіцієнти $K = 1$. Тоді модель має вигляд (2.15):

$$D(t) = 1 - \frac{t}{T_{\text{н}}}$$

Наприклад, для строку експлуатації 25 років:

$$D(25) = 1 - 25/100 = 0,75$$

Для строку експлуатації 75 років:

$$D(75) = 1 - 75/100 = 0,25$$

Отримані значення показують загальну тенденцію зниження ресурсу конструкції в часі.

Така модель є спрощеною, тому її слід розглядати як попередній прогноз.

2.2.1 Врахування впливів середовища

Для більш реалістичного прогнозування в модель вводиться коефіцієнт середовища $K_{\text{сер}}$. Він враховує дію вологи, температурних змін, агресивності середовища та можливого порушення захисного шару бетону.

Для різних умов експлуатації можна приймати такі орієнтовні значення:

Таблиця 2.3 – Врахування впливу середовища

| Умови експлуатації конструкції | $K_{\text{сер}}$ |
|---|------------------|
| Сухі або нормальні внутрішні умови | 0,8–1,0 |
| Звичайні зовнішні умови без постійного зволоження | 1,0 |
| Періодичне зволоження, температурні коливання | 1,1–1,2 |
| Підвищена вологість або контакт із ґрунтом | 1,2–1,3 |

Для конструкцій надземної частини будівлі в м. Гадяч можна прийняти $K_{\text{сер}} = 1,0 \dots 1,1$. Для підземної частини, фундаментної плити та стін підвалу доцільно прийняти: $K_{\text{сер}} = 1,2$.

Тоді для підземних конструкцій при $t = 50$ років, $K_{\text{експ}} = 1,0$, $K_{\text{тех}} = 1,0$:

$$D(50) = 1 - (1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 50/100) = 1 - 0,60 = 0,40$$

Для надземних конструкцій при $K_{сер} = 1,0$:

$$D(50) = 1 - \left(1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{50}{100} \right) = 1 - 0,50 = 0,50$$

З цього видно, що за однакового строку експлуатації конструкції, які працюють у складніших умовах, мають менший прогностний залишковий ресурс.

2.2.2 Оцінка залишкового ресурсу

Залишковий ресурс конструкції можна визначити з рівняння моделі. Якщо мінімально допустимий показник довговічності прийняти як D_{min} , то граничний строк експлуатації до досягнення цього рівня можна визначити за формулою:

$$T_{зал} = T_n \cdot \frac{D_{\phi} - D_{min}}{K_{експ} \cdot K_{сер} \cdot K_{тех}}$$

де $T_{зал}$ – прогностний залишковий строк експлуатації конструкції, років;

D_{ϕ} – фактичний показник довговічності на момент оцінювання;

D_{min} – мінімально допустимий показник довговічності.

Для попередньої оцінки можна прийняти: $D_{min} = 0,20$

Якщо за результатами огляду та аналізу конструкції її фактичний показник довговічності становить: $D_{\phi} = 0,50$, а умови експлуатації звичайні, тоді:

$$T_{зал} = 100 \cdot \frac{0,50 - 0,20}{1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 30 \text{ років}$$

Для конструкції, що працює у вологих умовах, при $K_{сер} = 1,2$:

$$T_{\text{зал}} = 100 \cdot \frac{0,50 - 0,20}{1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0} = 25 \text{ років}$$

Отже, погіршення умов експлуатації зменшує прогнозований залишковий ресурс конструкції.

Запропонована модель може бути використана для порівняння довговічності різних конструктивних елементів будівлі. Наприклад, для монолітної плити перекриття, яка працює у внутрішніх умовах, коефіцієнт середовища може бути прийнятий нижчим. Для фундаментної плити, стін підвалу або елементів, що мають контакт із вологим середовищем, коефіцієнт середовища приймається більшим.

У результаті розроблення спрощеної математичної моделі встановлено, що довговічність залізобетонних конструкцій доцільно оцінювати як змінну величину, яка залежить від строку експлуатації, умов середовища, рівня навантаження та якості виконання будівельних робіт.

Запропонована модель дозволяє:

- виконати попередню оцінку зниження довговічності конструкцій у часі;
- порівняти між собою різні групи залізобетонних елементів;
- визначити конструкції з підвищеним ризиком втрати експлуатаційної придатності;
- орієнтовно оцінити залишковий ресурс будівлі.

Для проєктованої будівлі в м. Гадяч найбільш уразливими з точки зору довговічності є конструкції підземної частини та елементи, що працюють в умовах періодичного зволоження. Внутрішні монолітні конструкції перекриттів, пілонів і ядра жорсткості за нормальних умов експлуатації мають нижчий ризик прискореного зниження довговічності.

Остаточне оцінювання фактичного технічного стану залізобетонних конструкцій повинно виконуватися за результатами обстеження, інструментального контролю, аналізу дефектів і перевірочних розрахунків несучої здатності.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Загальні відомості щодо технології та організації БМР

Організаційно-технологічний розділ розроблено з метою встановлення раціональної послідовності виконання основних будівельно-монтажних робіт під час зведення 9-поверхової монолітної житлової будівлі в м. Гадяч.

У розділі передбачено порядок виконання робіт, підбір основних машин і механізмів, організацію будівельного майданчика, а також загальні вимоги до безпечного ведення будівельного виробництва.

До складу організаційно-технологічних рішень входять роботи підготовчого періоду, нульового циклу, зведення надземної частини будівлі, улаштування покрівлі, виконання інженерних, опоряджувальних і благоустроювальних робіт. Послідовність процесів приймається так, щоб забезпечити безперервність будівництва, своєчасне постачання матеріалів, ефективне використання будівельної техніки та дотримання технологічних перерв.

На підготовчому етапі виконуються геодезична розбивка будівельного майданчика, планування території, улаштування тимчасових під'їзних доріг, підключення тимчасового електропостачання і водопостачання, розміщення побутових приміщень, складів та майданчиків для зберігання матеріалів. Також передбачається огороження будівельного майданчика та організація безпечного руху транспорту і працівників.

До робіт нульового циклу належать розроблення ґрунту в котловані, улаштування пальового поля, підготовка основи, виконання бетонної підготовки, гідроізоляційних шарів і монолітної фундаментної плити. Після завершення фундаментних робіт виконуються стіни підвалу, вертикальна гідроізоляція, теплоізоляція підземної частини та зворотна засипка пазух котловану.

Зведення надземної частини будівлі передбачається потоковим методом. Основними конструктивними роботами є монтаж опалубки,

встановлення арматурних каркасів і сіток, бетонування пілонів, стін, сходово-ліфтового вузла та монолітних плит перекриття. Після набору бетоном необхідної міцності виконується розпалублення конструкцій і перехід до наступного поверху. Така організація робіт забезпечує ритмічне повторення технологічних операцій на типових поверхах.

Після завершення основного монолітного каркаса виконуються покрівельні роботи, монтаж зовнішніх і внутрішніх стін, улаштування перегородок, встановлення віконних і дверних блоків, прокладання інженерних мереж, сантехнічні та електромонтажні роботи. Опоряджувальні процеси виконуються після завершення основних будівельних робіт і поділяються на внутрішнє та зовнішнє оздоблення.

Для виконання робіт застосовуються будівельні машини і механізми відповідно до характеру процесів: екскаватор для земляних робіт, кран для подавання арматури, опалубки та матеріалів, автобетонозмішувачі й бетононасос для бетонування монолітних конструкцій, а також засоби малої механізації для опоряджувальних і монтажних робіт.

Будівельний генеральний план передбачає розміщення основних зон будівельного майданчика: робочої зони крана, складів матеріалів, місць тимчасового зберігання арматури та опалубки, побутових приміщень, тимчасових доріг, інженерних мереж і протипожежних засобів. Розташування тимчасових споруд і складів приймається з урахуванням зручності виконання робіт, мінімізації переміщення матеріалів і забезпечення безпечних умов праці.

Організація будівництва виконується з урахуванням вимог чинних українських нормативних документів щодо виконання будівельних робіт, охорони праці, пожежної безпеки та безпечної експлуатації будівельних машин.

Прийняті рішення спрямовані на забезпечення технологічної послідовності процесів, раціонального використання трудових і технічних ресурсів, а також своєчасного завершення будівництва об'єкта.

3.2 Розрахунок крану для виконання БМР

Для виконання монтажних і вантажно-розвантажувальних робіт під час зведення будівлі приймається баштовий кран на рейковому ході. Вибір крана виконується за основними технічними параметрами: необхідною вантажопідйомністю, вильотом стріли та висотою підйому гака.

Необхідна вантажопідйомність крана визначається з урахуванням маси найбільш важкого елемента, який необхідно переміщувати під час виконання робіт, а також маси такелажного оснащення.

$$Q_{\text{тр}} = Q_3 + Q_{\text{т}}, \text{ т} \quad (3.1)$$

де $Q_{\text{тр}}$ – необхідна вантажопідйомність крана, т;

Q_3 – маса найбільш важкого елемента, т;

$Q_{\text{т}}$ – маса такелажного пристрою, т.

$$Q_{\text{тр}} = 1 + 0,588 = 1,588 \text{ т}$$

Отже, за вантажопідйомністю кран повинен забезпечувати підймання вантажу масою не менше 1,588 т.

Виліт гака крана приймається з урахуванням ширини будівлі, відстані від осі крана до краю поворотної платформи, розміру робочої зони та додаткового запасу для безпечного виконання робіт.

Необхідний виліт гака визначається за формулою (3.2):

$$L_{\text{тр}} = a + c, \text{ м} \quad (3.2)$$

де $L_{\text{тр}}$ – необхідний виліт гака крана, м;

a – відстань від осі крана до найбільш віддаленої частини будівлі, м;

c – ширина будівлі по найбільш виступаючій частині, м.

Відстань a визначається за формулою (3.3):

$$a = R_{\text{пов}} + L_{\text{тех}} + L_{\text{без}}, \text{ м} \quad (3.3)$$

де $R_{\text{пов}}$ – відстань від осі крана до краю його поворотної платформи, м;

$L_{\text{тех}}$ – розмір робочої зони, необхідний для виконання робіт із зовнішнього боку будівлі, м;

$L_{\text{без}}$ – додаткова відстань для безпечного виконання робіт, м.

Приймаємо:

$$R_{\text{пов}} = 4 \text{ м}; L_{\text{тех}} = 0,8 \text{ м}; L_{\text{без}} = 0,7 \text{ м}; c = 19,7 \text{ м}$$

$$a = 4 + 0,8 + 0,7 = 5,5 \text{ м}$$

Необхідний виліт гака згідно формули (3.2):

$$L_{\text{тр}} = 5,5 + 18,7 = 24,2 \text{ м}$$

Отже, баштовий кран повинен мати виліт стріли не менше 24 м.

Необхідна висота підйому гака визначається з урахуванням висоти будівлі, запасу безпеки між змонтованою конструкцією і вантажем, висоти елемента, що підіймається, довжини вантажозахватного пристрою та гальмівного шляху вантажу.

Висота підйому гака визначається за формулою (3.4):

$$H_{\text{тр}} = h_0 + h_3 + h_e + h_c + h_t, \text{ м} \quad (3.4)$$

де $H_{\text{тр}}$ – необхідна висота підйому гака, м;

h_0 – висота монтажного горизонту, 34,3 м;

h_3 – мінімальний запас між верхом змонтованої конструкції та низом вантажу, 2,5 м;

h_e – висота елемента, що монтується, 3,0 м;

h_c – висота від гака до верху елемента з урахуванням вантажозахватних пристроїв, 4,5 м;

h_T – гальмівний шлях вантажу, 1,5 м.

$$H_{\text{тр}} = 34,3 + 2,5 + 3,0 + 4,5 + 1,5 = 45,8 \text{ м}$$

За результатами розрахунку встановлено такі мінімально необхідні параметри баштового крана:

$$Q_{\text{тр}} = 1,588 \text{ т};$$

$$L_{\text{тр}} = 25 \text{ м};$$

$$H_{\text{тр}} = 46 \text{ м}$$

Для виконання робіт приймається баштовий кран КБ-402 на рейковому ході. Технічні характеристики прийнятого крана:

вантажопідйомність – $Q_{\text{max}} = 3 \text{ т};$

максимальна висота підйому – $H_{\text{max}} = 66,5 \text{ м};$

максимальний виліт стріли – $L_m = 25 \text{ м};$

задній габарит – 4 м.

Прийнятий баштовий кран КБ-402 відповідає розрахунковим вимогам за вантажопідйомністю, вильотом стріли та висотою підйому гака. Отже, його можна використовувати для подавання матеріалів, арматури, елементів опалубки та інших вантажів під час зведення монолітної житлової будівлі.

Схема обраного крану наведена на рис. 3.1.

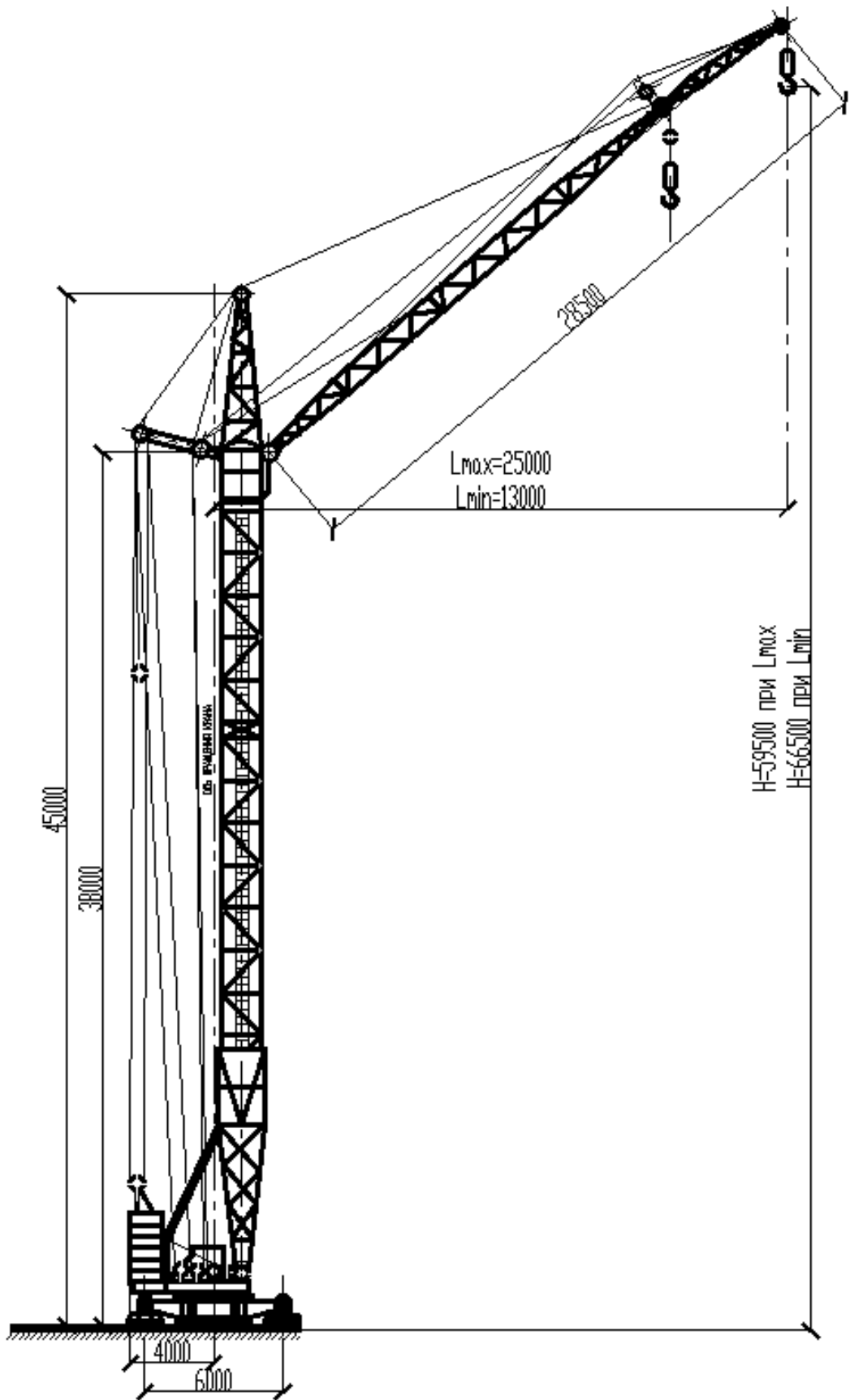


Рисунок 3.1 – Графічне зображення крану баштового

3.3 Календарне планування будівництва

Календарне планування будівництва розроблено для визначення послідовності, тривалості та взаємної ув'язки основних будівельно-монтажних процесів під час зведення 9-поверхової монолітної житлової будівлі. Календарний план дає змогу встановити строки виконання окремих робіт, потребу в трудових ресурсах, будівельних машинах і механізмах, а також забезпечити ритмічну організацію будівельного виробництва.

Основою для складання календарного плану є обсяги будівельно-монтажних робіт, прийняті технологічні рішення, відомість витрат праці та машинного часу, склад бригад, змінність виконання робіт і продуктивність основних будівельних машин. Роботи групуються за основними етапами будівництва: підготовчий період, нульовий цикл, зведення надземної частини, улаштування покрівлі, монтаж інженерних мереж, опоряджувальні роботи та благоустрій території.

У підготовчий період передбачаються роботи з організації будівельного майданчика: геодезична розбивка, підготовка території, улаштування тимчасових доріг, підключення тимчасових інженерних мереж, розміщення побутових приміщень, складів і майданчиків для зберігання матеріалів. Після завершення підготовчих робіт виконуються процеси нульового циклу: розроблення ґрунту, улаштування паль, зрізання голів паль, підготовка основи, піщана підсипка, бетонна підготовка, гідроізоляція, захисна стяжка, улаштування монолітної фундаментної плити, стін підвалу та пілонів.

Зведення надземної частини будівлі планується потоковим методом із послідовним переходом бригад з одного поверху на інший. Основні роботи цього етапу включають монтаж опалубки, встановлення арматури, бетонування вертикальних конструкцій і плит перекриття, а також розпалублення після досягнення бетоном необхідної міцності.

Після завершення монолітних робіт передбачаються покрівельні роботи, мурування зовнішніх і внутрішніх стін, монтаж віконних і дверних блоків, улаштування перегородок, прокладання інженерних мереж, сантехнічні та електромонтажні роботи. Опоряджувальні процеси виконуються після створення необхідного фронту робіт і поділяються на внутрішнє та зовнішнє оздоблення.

Тривалість окремих процесів визначається за трудомісткістю робіт і складом прийнятих бригад. Для механізованих процесів додатково враховуються витрати машинного часу та режим роботи будівельних машин. Розрахунок тривалості робіт виконується за формулою (3.5):

$$T = \frac{Q_{\text{п}}}{n \cdot N_{\text{зм}}}, \text{ люд} - \text{дні} \quad (3.5)$$

де T – тривалість виконання роботи, дні;

$Q_{\text{п}}$ – витрати праці, люд.-дні;

n – кількість робітників у бригаді, осіб;

$N_{\text{зм}}$ – кількість змін на добу.

Для робіт, що виконуються з використанням будівельних машин, тривалість може визначатися за витратами машинного часу (3.6):

$$T = \frac{Q_{\text{м}}}{m \cdot N_{\text{зм}}}, \text{ маш} - \text{дні} \quad (3.6)$$

де $Q_{\text{м}}$ – витрати машинного часу, маш.-зм.;

m – кількість машин, прийнятих для виконання процесу;

$N_{\text{зм}}$ – кількість змін на добу.

Під час складання календарного плану враховується технологічна послідовність робіт, недопущення одночасного виконання несумісних процесів в одній зоні, забезпечення безпечних умов праці та рівномірне завантаження робітників. Роботи, які можуть виконуватися паралельно без порушення технології, поєднуються в часі.

За результатами календарного планування визначаються загальна тривалість будівництва, потреба в робітниках за періодами, тривалість використання основних машин і механізмів, а також черговість виконання будівельно-монтажних процесів.

Отримані дані використовуються для побудови календарного графіка, який наведено у графічній частині дипломного проєкту.

3.3.1 Визначення обсягів БМР

Обсяги будівельних робіт розраховані у табличному вигляді та наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Визначення обсягів БМР

| Підземний цикл | | | |
|----------------|---|---|--------|
| 1 | Планування площ бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) за 1 прохід | 1000м ² спланованої поверхні за 1 прохід бульдозеру | 3,849 |
| 2 | Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами 'драглайн' одноковшовими електричними крокуючими з ковшом місткістю 15 м ³ , група ґрунтів 2 | 1000 м ³ ґрунту | 3,736 |
| 3 | Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 2 | 1000 м ³ ґрунту | 1,482 |
| 4 | Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях шириною до 2 м, глибиною до 2 м, група ґрунтів 2 | 100м ³ ґрунту | 1,48 |
| 5 | Заглиблення дизель-молотом на тракторі залізобетонних паль довжиною до 6 м у ґрунти групи 2 | 1м ³ паль | 340,49 |
| 6 | Зрубування голів залізобетонних паль площею поперечного перерізу до 0,16 м ² | 1 паля | 152,0 |

| | | | |
|----------------|--|--|--------|
| 7 | Улаштування фундаментних плит бетонних плоских | 100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі | 0,85 |
| 8 | Улаштування фундаментних плит залізобетонних з пазами, стаканами і підколонниками висотою до 2 м при товщині плити понад 1000 мм | 100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі | 0,85 |
| 9 | Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2 | 100 м3 ущільненого ґрунту | 3,4049 |
| 10 | Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2 | 1000 м3 ґрунту | 0,548 |
| 11 | Улаштування стін підвалів і підпірних стін бетонних | 100 м3 бетону в ділі | 1,54 |
| 12 | Ізоляція плоских поверхонь матами мінераловатними прошивними на склотканині або металевій сітці | 10м2 поверхні ізоляції | 154,0 |
| 13 | Влаштування захисної цегляної кладки зовнішньої | 1 м3 мурування | 48,0 |
| 14 | Влаштування внутрішніх стін підвалу із керамзитобетону | 1 м3 мурування | 52,0 |
| 15 | Улаштування бетонної підготовки під підлогу | 100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі | 0,75 |
| 16 | Влаштування монолітного сходового майданчику | 1 м3 збірних залізобетонних конструкцій | 11,0 |
| 17 | Установлення сходових маршів при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т | 100 шт збірних конструкцій | 0,03 |
| 18 | Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям, група ґрунтів 2 | 100м3 ґрунту | 4,85 |
| 19 | Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 3, 4 | 100 м3 ущільненого ґрунту | 11,64 |
| Надземний цикл | | | |
| 20 | Улаштування стін і перегородок бетонних висотою понад 3 м до 6 м, товщиною понад 300 мм до 500 мм | 100 м3 бетону в ділі | 5,46 |
| 21 | Улаштування балок для перекриттів, підкранових і обв'язувальних на висоті від опорної площадки до 6 м при висоті балок до 500 мм | 100 м3 залізобетону в ділі | 0,87 |
| 22 | Улаштування стін і перегородок бетонних висотою понад 3 м до 6 м, товщиною понад 200 мм до 300 мм | 100 м3 бетону в ділі | 6,5913 |
| 23 | Монтаж сміттєпроводу зі стволем з азбестоцементних труб у 9-поверхових будинках з п'ятьма клапанами загальною висотою 25 м | 1 сміттєпровід | 2,0 |
| 24 | Улаштування перекриттів монолітних | 100 м3 залізобетону в ділі | 11,85 |
| 25 | Установлення сходових маршів при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т | 100 шт збірних конструкцій | 0,38 |

| | | | |
|----|---|---|--------|
| 26 | Конструкції з цегли. Мурування стін балконів середньої складності при висоті поверху до 4 м | 1 м3 мурування | 18,368 |
| 27 | Улаштування гідроізоляції обмазувальної в один шар, товщиною 2 мм | 100 м2 поверхні ізоляції | 2,97 |
| 28 | Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм | 100 м2 стяжок | 2,97 |
| 29 | Улаштування ц-п стяжки армованої сіткою 50x50 | 100 м2 покриття | 2,97 |
| 30 | Влаштування утеплення із пінополістирола | 100 м2 покриття, що утеплюється | 2,97 |
| 31 | Улаштування шару із гранітного щербня фракції | 100 м2 покрівлі | 2,97 |
| 32 | Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею до 2 м2 з металопластику в кам'яних стінах житлових і громадських будівель | 100 м2 прорізів | 5,76 |
| 33 | Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею до 3 м2 з металопластику в кам'яних стінах житлових і громадських будівель | 100 м2 прорізів | 0,54 |
| 34 | Установлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах кам'яних стін, площа прорізу до 3 м2 | 100 м2 прорізів | 7,84 |
| 35 | Улаштування стяжок цементних з розчину товщиною 20 мм | 100 м2 стяжки | 62,26 |
| 36 | Улаштування тепло- і звукоізоляції суцільної з плит або мат мінераловатних або скловолокнистих | 100 м2 поверхні ізоляції | 62,26 |
| 37 | Улаштування покриттів з дошок паркетних по укладених лагах | 100 м2 покриття | 1,48 |
| 38 | Улаштування покриттів з лінолеуму полівінілхлоридного на клеї 'Бустилат' | 100 м2 покриття | 23,48 |
| 39 | Улаштування покриттів полівінілацетатних товщиною 3 мм | 100 м2 покриття | 15,48 |
| 40 | Улаштування покриттів із плиток керамічних багатокольорових | 100 м2 покриття | 15,98 |
| 41 | Штукатурення поверхонь цементно-вапняним або цементним розчином по каменю і бетону поліпшене, стель вручну | 100 м2 поверхні штукатурення | 54,72 |
| 42 | Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стель | 100 м2 поверхні фарбування | 54,72 |
| 43 | Поліпшене штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю стін вручну | 100 м2 поверхні штукатурення | 154,93 |
| 44 | Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стін | 100 м2 поверхні фарбування | 154,93 |
| 45 | Обклеювання стель шпалерами простими та середньої цупкості | 100 м2 поверхні обклеювання і оббивання | 99,78 |
| 46 | Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі | 100 м2 поверхні опорядження | 34,04 |
| 47 | Улаштування бетонних плитних тротуарів із заповненням швів цементним розчином | 100 м2 тротуарів | 1,24 |

3.4 Проектування будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план розробляється для раціональної організації будівельного майданчика під час зведення 9-поверхової монолітної житлової будівлі. Він визначає розміщення основних і тимчасових об'єктів, необхідних для виконання будівельно-монтажних робіт: будівельної техніки, складів матеріалів, тимчасових доріг, побутових приміщень, інженерних мереж і зон безпечного виконання робіт.

Під час проектування будгенплану враховують габарити будівлі, послідовність виконання робіт, прийняті машини й механізми, потребу в матеріалах, умови їх складування, рух транспорту та розміщення працівників на майданчику. Основну увагу приділяють забезпеченню зручного підвезення матеріалів, мінімізації зайвих переміщень вантажів, безпечній роботі баштового крана та раціональному використанню площі будівельного майданчика.

На будівельному майданчику передбачаються відкриті майданчики для зберігання матеріалів, що не потребують захисту від атмосферних впливів, навіси для матеріалів, які необхідно захищати від опадів, а також закриті склади для виробів і матеріалів, чутливих до вологи. Розміщення складів приймається з урахуванням зон роботи крана, під'їзних шляхів і технологічної послідовності виконання робіт.

Для забезпечення нормальної роботи будівельного майданчика передбачаються тимчасові дороги, майданчики для розвантаження, побутові приміщення для працівників, тимчасове водопостачання, електропостачання та освітлення. Рух транспорту організовується так, щоб не перешкоджати виконанню основних будівельних процесів і забезпечувати безпечне переміщення людей та техніки.

3.4.1 Розрахунок складського господарства

Для забезпечення безперервного виконання будівельно-монтажних робіт на будівельному майданчику передбачаються місця для тимчасового зберігання матеріалів, виробів і конструкцій. Склади та майданчики розміщуються з урахуванням послідовності виконання робіт, зручності підвезення матеріалів, зони дії монтажного крана та умов безпечного виконання вантажно-розвантажувальних операцій.

Залежно від властивостей матеріалів передбачаються такі типи складів: відкриті майданчики – для матеріалів і конструкцій, які не втрачають своїх властивостей під дією атмосферних впливів;

навіси – для матеріалів, які потребують захисту від опадів, але не потребують опалюваного приміщення;

закриті склади – для матеріалів, які необхідно захищати від вологи, забруднення або механічного пошкодження.

Площа складу визначається залежно від кількості матеріалу, тривалості його використання, норми запасу та умов складування. Розрахунок виконується у такій послідовності.

Середньодобова потреба в матеріалі:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{T} \quad (3.7)$$

де $Q_{\text{заг}}$ – загальна кількість матеріалу, необхідна для будівництва;

T – тривалість використання матеріалу за календарним планом, дні.

Розрахунковий запас матеріалу на складі (3.8):

$$Q_{\text{зап}} = Q_{\text{доб}} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (3.8)$$

де $Q_{\text{зап}}$ – кількість матеріалу, що зберігається на складі;

n – норма запасу матеріалу, дні;

k_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склад;

k_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалів.

У розрахунку приймається $k_1 = 1,1$; $k_2 = 1,3$

Корисна площа складу визначається за формулою (3.9):

$$F = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}, \text{ м}^2 \quad (3.9)$$

де F – корисна площа складу без проходів, м^2 ;

q – норма складування матеріалу на 1 м^2 площі складу.

Загальна площа складу з урахуванням проходів визначається (3.19):

$$S = \frac{F}{d}, \text{ м}^2 \quad (3.10)$$

де S – загальна площа складу, м^2 ;

d – коефіцієнт використання площі складу.

Коефіцієнт використання площі приймається залежно від типу складу:

для закритих складів $d = 0,6-0,7$;

для навісів $d = 0,5-0,6$;

для відкритих складів $d = 0,6-0,7$.

Норма запасу матеріалів приймається залежно від виду матеріалу та умов постачання.

Для місцевих матеріалів, таких як пісок, щебінь, цегла, блоки, бетонні вироби та утеплювач, запас приймається 2–5 днів.

Для привізних матеріалів, зокрема цементу, скла, рулонних матеріалів, віконних і дверних блоків, металевих виробів та оздоблювальних матеріалів, запас приймається 10–15 днів.

За результатами розрахунку визначаються необхідні площі відкритих майданчиків, навісів і закритих складів.

Отримані значення використовуються під час розроблення будівельного генерального плану для розміщення складських зон у межах будівельного майданчика.

Розрахунок здійснено у табличному вигляді та наведено в табл. 3.2 з подальшим відображенням на будівельному генплані (у графічній частині дипломного проєкту).

Таблиця 3.2 – Розрахунок складського господарства

| № | Найменування матеріалу | Од. вим. | Q _{заг} | T, днів | Q _{доб} | n, днів | k ₁ | k ₂ | Q _{заг} | q | F, м ² | S, м ² | Тип складу |
|----|------------------------------------|----------------|------------------|---------|------------------|---------|----------------|----------------|------------------|-----|-------------------|-------------------|------------|
| 1 | Арматура | кг | 52800,00 | 92 | 573,91 | 5 | 1,1 | 1,3 | 4103,48 | 32 | 128,23 | 183 | Навіс |
| 2 | Вітражі | кг | 1160,00 | 5 | 232,00 | 10 | 1,1 | 1,3 | 3317,60 | 44 | 75,40 | 126 | Навіс |
| 3 | Цегла | тис. шт. | 0,05 | 8 | 0,01 | 5 | 1,1 | 1,3 | 0,046 | 0,7 | 0,065 | 1 | Відкритий |
| 4 | Скло | м ² | 195,00 | 4 | 48,75 | 10 | 1,1 | 1,3 | 697,25 | 10 | 69,73 | 100 | Закритий |
| 5 | Вітражі | м ² | 148,70 | 42 | 3,54 | 10 | 1,1 | 1,3 | 50,63 | 0,5 | 101,26 | 145 | Закритий |
| 6 | Вікна, двері | м ² | 1691,00 | 85 | 19,89 | 10 | 1,1 | 1,3 | 284,49 | 44 | 6,47 | 11 | Навіс |
| 7 | Керамічна плитка | м ² | 3167,50 | 63 | 50,28 | 10 | 1,1 | 1,3 | 718,97 | 78 | 9,22 | 16 | Навіс |
| 8 | Пісок | м ³ | 35,00 | 283 | 0,12 | 5 | 1,1 | 1,3 | 0,88 | 2 | 0,44 | 1 | Відкритий |
| 9 | Палі | м ³ | 341,00 | 10 | 34,10 | 5 | 1,1 | 1,3 | 243,82 | 3 | 81,27 | 163 | Відкритий |
| 10 | Сходові марші | м ² | 44,53 | 6 | 7,42 | 5 | 1,1 | 1,3 | 53,07 | 0,6 | 88,44 | 177 | Відкритий |
| 11 | Матеріали для оздоблення | кг | 283,00 | 77 | 3,68 | 10 | 1,1 | 1,3 | 52,56 | 3 | 17,52 | 26 | Закритий |
| 12 | Пазогребеневі плити | м ³ | 119,00 | 7 | 17,00 | 5 | 1,1 | 1,3 | 121,55 | 2 | 60,78 | 122 | Навіс |
| 13 | Газосилкатні блоки | тис. шт. | 21,09 | 47 | 0,45 | 5 | 1,1 | 1,3 | 3,21 | 0,7 | 4,58 | 10 | Відкритий |
| 14 | Покрівельні матеріали | м ² | 5538,00 | 36 | 153,83 | 10 | 1,1 | 1,3 | 2199,87 | 200 | 11,00 | 16 | Навіс |
| 15 | Керамзитобетон | тис. шт. | 2,59 | 6 | 0,43 | 5 | 1,1 | 1,3 | 3,09 | 0,7 | 4,41 | 7 | Відкритий |
| 16 | Матеріали для оздоблення фасаду | м ² | 5100,00 | 91 | 56,04 | 10 | 1,1 | 1,3 | 801,43 | 1 | 801,43 | 1336 | Навіс |
| 17 | Щебінь | м ³ | 46,30 | 7 | 6,61 | 10 | 1,1 | 1,3 | 94,58 | 1,5 | 63,06 | 127 | Відкритий |
| 18 | Бетонна плитка | м ³ | 155,00 | 6 | 25,83 | 5 | 1,1 | 1,3 | 184,71 | 2 | 92,36 | 185 | Відкритий |
| 19 | Матеріали для підлогового покриття | м ² | 5346,00 | 63 | 84,86 | 10 | 1,1 | 1,3 | 1213,50 | 80 | 15,17 | 22 | Закритий |

3.4.2 Розрахунок площі тимчасових приміщень

Розрахунок тимчасових будівель і споруд виконується для визначення потреби в адміністративних, санітарно-побутових, складських та допоміжних приміщеннях на будівельному майданчику.

Кількість таких приміщень приймається залежно від максимальної чисельності працівників, які одночасно перебувають на майданчику, та нормативної площі на одну особу.

Загальна чисельність працівників на будівельному майданчику визначається за формулою (3.11):

$$N_{\text{заг}} = (N_{\text{роб}} + N_{\text{ітр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{моп}}) \cdot K, \text{ чол} \quad (3.11)$$

де $N_{\text{заг}}$ – загальна чисельність працівників на будівельному майданчику, чол;

$N_{\text{роб}}$ – максимальна чисельність робітників за календарним графіком, чол;

$N_{\text{ітр}}$ – чисельність інженерно-технічних працівників, чол;

$N_{\text{служ}}$ – чисельність службовців, чол;

$N_{\text{моп}}$ – чисельність молодшого обслуговуючого персоналу та охорони, чол;

K – коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби та виконання громадських обов'язків.

Тоді загальна чисельність працівників становить:

$$N_{\text{заг}} = (85 + 6 + 3 + 2) \cdot 1,05 = 100,8 \approx 101 \text{ особа}$$

Отже, для подальшого розрахунку тимчасових будівель і споруд зводимо дані в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок тимчасових будівель та споруд

| № | Найменування приміщення | Кількість | Тип приміщення | Розміри в плані, м |
|----|---|-----------|------------------|--------------------|
| 1 | Контора виконроба на 3 місця | 1 | Контейнерне | 3×6×3 |
| 2 | Контора майстра на 2 місця | 1 | Контейнерне | 3×6×2,9 |
| 3 | Контора на 3 робочих місця | 1 | Контейнерне | 3×6×2,9 |
| 4 | Санітарно-побутовий комплекс на 50 осіб | 2 | Контейнерне | 6×9×5,8 |
| 5 | Приміщення для відпочинку та обігріву працівників | 2 | Контейнерне | 3,2×9,6×4,2 |
| 6 | Медичний пункт | 1 | Пересувний вагон | 2,7×9×3 |
| 7 | Прохідна | 1 | Збірно-розбірне | 2×3×3 |
| 8 | Туалет на 2 очка | 3 | Контейнерне | 2,7×2×2,8 |
| 9 | Туалет з умивальником | 1 | Контейнерне | 2,7×3×2,8 |
| 10 | Навіс | 1 | Збірно-розбірне | 11×15,3×3 |
| 11 | Закритий неопалювальний склад | 1 | Збірно-розбірне | 8×4×3 |
| 12 | Закритий опалювальний склад | 1 | Збірно-розбірне | 6,25×4×3 |

3.4.3 Розрахунок потреби будівництва у воді

Розрахунок тимчасового водопостачання будівельного майданчика виконується для забезпечення виробничих, господарсько-побутових, душових і протипожежних потреб.

Вода на будівельному майданчику використовується для технологічних процесів, обслуговування працівників, приготування та

догляду за бетонними сумішами, зволоження матеріалів, а також для можливого пожежогасіння.

Загальна секундна витрата води визначається за формулою (3.12):

$$Q_{\text{заг}} = 0,5 \cdot (Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{душ}} + Q_{\text{пож}}), \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (3.12)$$

де $Q_{\text{вир}}$ – витрата води на виробничі потреби, л/с;

$Q_{\text{госп}}$ – витрата води на господарсько-побутові потреби, л/с;

$Q_{\text{душ}}$ – витрата води на душові установки, л/с;

$Q_{\text{пож}}$ – витрата води на пожежогасіння, л/с.

Витрата води на виробничі потреби $Q_{\text{вир}}$ розрахована у табличному вигляді в залежності від типу споживача води, норми його споживання та наведена в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Витрата води на виробничі потреби

| № | Споживач води | Одиниця виміру | Кількість | Норма витрати води | Загальна витрата, л |
|---|-----------------------------------|----------------|-----------|--------------------|---------------------|
| 1 | Робота екскаватора | маш.-год | 6,99 | 15 | 104,85 |
| 2 | Заправка екскаватора | маш. | 1 | 100 | 100,00 |
| 3 | Поливання бетону та опалубки | м ³ | 151 | 300 | 45300,00 |
| 4 | Поливання цегли перед укладанням | тис. шт. | 19,5375 | 10 | 195,38 |
| 5 | Штукатурні роботи | м ² | 376 | 7 | 2632,00 |
| 6 | Малярні роботи | м ² | 376 | 0,5 | 188,00 |
| 7 | Зволоження ґрунту при ущільненні | м ³ | 94 | 50 | 4700,00 |
| 8 | Поливання ущільнюваного щебеню | м ³ | 15 | 6 | 90,00 |
| | Разом за найбільш напружену зміну | | | | 76549,00 |

Секундна витрата води на виробничі потреби визначається за формулою (3.13):

$$Q_{\text{вир}} = \Sigma Q_{\text{вир,мах}} \cdot \frac{k_1}{t_1 \cdot 3600}, \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (3.13)$$

де $\Sigma Q_{\text{вир,мах}}$ – максимальна витрата води за зміну на виробничі потреби, л;

k_1 – коефіцієнт нерівномірності споживання води;

t_1 – тривалість зміни, год.

$$Q_{\text{вир}} = 76549 \cdot \frac{1,5}{8 \cdot 3600} = 3,99 \approx 4,0 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Секундна витрата води на господарсько-побутові потреби визначається за формулою (3.14):

$$Q_{\text{госп}} = N_{\text{заг}} \cdot q_{\text{госп}} \cdot \frac{k_2}{t_2 \cdot 3600}, \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (3.14)$$

де $N_{\text{заг}}$ – загальна чисельність працівників на будівельному майданчику, чол;

$q_{\text{госп}}$ – норма витрати води на одну особу за зміну, л;

k_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання;

t_2 – тривалість зміни, год.

$$Q_{\text{госп}} = 101 \cdot 15 \cdot \frac{2}{8 \cdot 3600} = 0,105 \approx 0,11 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Секундна витрата води на душові установки визначається за формулою (3.15):

$$Q_{\text{душ}} = N_{\text{роб}} \cdot q_{\text{душ}} \cdot \frac{k_3}{t_3 \cdot 3600}, \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (3.15)$$

де $N_{\text{роб}}$ – кількість робітників, які користуються душовими установками, чол;

$q_{\text{душ}}$ – норма витрати води на одного робітника;

k_3 – коефіцієнт нерівномірності споживання;

t_3 – тривалість роботи душових установок, год.

$$Q_{\text{душ}} = 85 \cdot 30 \cdot \frac{1}{0,75 \cdot 3600} = 0,94 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Витрата води на пожежогасіння приймається з урахуванням одночасної дії двох струменів по 5 л/с:

$$Q_{\text{пож}} = 10 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Тоді загальна секундна витрата води становить:

$$Q_{\text{заг}} = 0,5 \cdot (4,0 + 0,11 + 0,94 + 10) = 7,53 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Для визначення діаметра тимчасового водопроводу без урахування пожежогасіння приймаємо розрахункову витрату (3.16):

$$Q_{\text{розр}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{душ}}, \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (3.16)$$

$$Q_{\text{розр}} = 4,0 + 0,11 + 0,94 = 5,05 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Діаметр тимчасового водопроводу визначається за формулою (3.17):

$$d = 2 \times \sqrt{\frac{Q_{\text{заг}} \times 1000}{\pi \times v}}, \text{ мм} \quad (3.17)$$

де $Q_{\text{розрах}} -$ розрахункова витрата води, л/с;

$v -$ швидкість руху води в трубопроводі, м/с.

$$d = 2 \times \sqrt{\frac{5,05 \times 1000}{\pi \times 1,5}} = 65,5 \text{ мм}$$

За розрахунком приймаємо умовний діаметр тимчасового водопроводу: $d = 70$ мм. Отже, для забезпечення потреб будівельного майданчика у воді приймається тимчасовий водопровід діаметром 70 мм.

Витрата на пожежогасіння враховується при загальній оцінці потреби у воді, а гідранти доцільно передбачати на постійній лінії водопостачання.

3.4.4 Визначення потреби у електропостачанні

Розрахунок тимчасового електропостачання будівельного майданчика виконується для визначення сумарної потужності електроспоживачів і підбору трансформаторної підстанції.

Електроспоживачі приймаються на підставі календарного плану виконання робіт, графіка роботи будівельних машин і будівельного генерального плану. Розрахунок ведеться для періоду максимального споживання електроенергії (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Електроспоживачі для виробничих потреб

| № | Споживач електроенергії | Кількість, шт. | Потужність одиниці, кВт | Потужність, кВт |
|----|--|----------------|-------------------------|-----------------|
| 1 | Баштовий кран КБ-402 | 1 | 58 | 58 |
| 2 | Розчинонасос СО-49Б | 4 | 4 | 16 |
| 3 | Вібратор глибинний ИВ-18 | 4 | 0,8 | 3,2 |
| 4 | Вібратор поверхневий ИВ-91 | 4 | 0,6 | 2,4 |
| 5 | Віброзанурювач ЧТЗ | 1 | 40 | 40 |
| 6 | Автобетононасос | 2 | 60 | 120 |
| 7 | Бетонозмішувач | 2 | 28 | 56 |
| 8 | Підйомник ПР1-172А | 1 | 12 | 12 |
| 9 | Зварювальні апарати змінного струму ТД-300 | 2 | 20 | 40 |
| 10 | Машина для прогріву бетону | 2 | 60 | 120 |
| 11 | Штукатурний агрегат СО-57А | 2 | 5,25 | 10,5 |
| 12 | Штукатурна станція «Салют-2» | 1 | 10 | 10 |
| 13 | Малярна станція СО-115 | 1 | 40 | 40 |
| 14 | Електрофарбопульт СО-61 | 2 | 0,27 | 0,54 |
| 15 | Електросвердла, електроточила, циркулярна пила та інший інструмент | 20 | 0,6 | 12 |
| | Разом | | | 540,64 |

До основних споживачів електроенергії належать будівельні машини та механізми, електрифікований інструмент, зварювальні апарати, установки для прогріву, а також мережі зовнішнього і внутрішнього освітлення.

Для розрахунку приймаємо не суму всіх установлених потужностей, а потужність у період максимального одночасного використання машин і механізмів. Максимальна встановлена потужність становить:

$$P_{\text{вир}} = 429 \text{ кВт}$$

Розрахункова потужність силової установки для виробничих потреб визначається за формулою (3.18):

$$W_{\text{вир}} = \Sigma P_{\text{вир}} \cdot \frac{K_c}{\cos\varphi}, \text{ кВт} \quad (3.18)$$

де $W_{\text{вир}}$ – розрахункова потужність для виробничих потреб, кВт;

$\Sigma P_{\text{вир}}$ – сумарна потужність електроспоживачів у період максимального навантаження, кВт;

K_c – коефіцієнт попиту;

$\cos\phi$ – коефіцієнт потужності.

Для розрахунку приймається добір основних споживачів, які працюють у період найбільшого навантаження:

$$\begin{aligned}
 W_{\text{вир}} = & 58 \cdot \frac{0,3}{0,5} + 16 \cdot \frac{0,4}{0,5} + 3,2 \cdot \frac{0,1}{0,4} + 2,4 \cdot \frac{0,1}{0,4} + 120 \cdot \frac{0,5}{0,65} + \\
 & + 58 \cdot \frac{0,1}{0,4} + 2 \cdot \frac{0,35}{0,4} + 12 \cdot \frac{0,4}{0,5} + 120 \cdot \frac{0,57}{0,85}, \text{ кВт} \\
 W_{\text{вир}} = & 187,5 \text{ кВт}
 \end{aligned}
 \tag{3.19}$$

Потужність зовнішнього освітлення приймається згідно площі будівельного та за об'єктом аналогом та становить:

$$W_{\text{зовн}} = 1 \cdot 23,8 = 23,8 \text{ кВт}$$

Потужність мережі внутрішнього освітлення визначається за формулою (3.20):

$$W_{\text{внутр}} = K_c \cdot \Sigma P_{\text{внутр}}, \text{ кВт} \tag{3.20}$$

де $K_c = 0,8$ – коефіцієнт попиту (використання);

$\Sigma P_{\text{внутр}} = 6,5$ кВт – потужність внутрішнього освітлення об'єкту будівництва, кВт.

$$W_{\text{внутр}} = 0,8 \cdot 6,5 = 5,2 \text{ кВт}$$

Загальна розрахункова потужність електроспоживачів будівельного майданчика становить (3.21):

$$W_{\text{заг}} = W_{\text{вир}} + W_{\text{зовн}} + W_{\text{внутр}}, \text{ кВт} \quad (3.21)$$
$$W_{\text{заг}} = 187,5 + 23,8 + 5,2 = 216,5 \text{ кВт}$$

Для підбору трансформатора враховується запас потужності (3.22):

$$W_{\text{тр}} = 1,1 \cdot W_{\text{заг}}, \text{ кВт} \quad (3.22)$$
$$W_{\text{необх}} = 1,1 \cdot 216,5 = 238,15 \text{ кВт}$$

Отже, для тимчасового електропостачання будівельного майданчика приймається трансформатор ТМ-320/10 потужністю 320 кВА, що забезпечує потребу будівництва в електроенергії для роботи будівельних машин, механізмів, електроінструменту та освітлення території.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1 Розробка локального кошторису

Основною метою цього розділу є економічне обґрунтування прийнятих проєктних рішень шляхом визначення кошторисної вартості будівництва об'єкта на підставі локального кошторису.

Визначення вартості будівництва дає змогу встановити орієнтовний обсяг фінансових витрат, необхідних для виконання будівельних робіт, оцінити ресурсну забезпеченість проєкту та сформуванню вихідну основу для подальшого планування реалізації будівництва. Локальний кошторис є первинним кошторисним документом, у якому визначається вартість окремих видів будівельних робіт, конструктивних елементів та витрат, пов'язаних із конкретним об'єктом або його частиною.

Складання локального кошторису виконується на підставі робочих креслень, відомостей обсягів робіт, специфікацій матеріалів, виробів і конструкцій, а також чинної нормативної бази у сфері ціноутворення в будівництві України.

Під час формування локального кошторису враховуються прямі витрати, до складу яких входять витрати на оплату праці робітників-будівельників, витрати на експлуатацію будівельних машин і механізмів, а також вартість матеріальних ресурсів, необхідних для виконання передбачених робіт.

Розрахунок локального кошторису виконано відповідно до Кошторисних норм України «Настанова з визначення вартості будівництва» з урахуванням чинних змін і доповнень. Для автоматизації кошторисних розрахунків, підвищення точності обчислень та формування кошторисної документації використано програмний комплекс «Будівельні технології – Кошторис».

Складений локальний кошторис наведено в додатку А до пояснювальної записки.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ

5.1 Загальні принципи охорони праці на будмайданчику

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно забезпечити безпечні умови праці для всіх працівників, зайнятих на будівельному майданчику. Організація робіт повинна здійснюватися з урахуванням характеру технологічних процесів, наявності небезпечних зон, використання будівельних машин і механізмів, а також виконання робіт на висоті.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватися вимог таких нормативних документів:

1. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення».
2. НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання».
3. НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».
4. НПАОП 45.2-7.02-12 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».
5. НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

До початку виконання робіт необхідно провести організаційно-технологічну підготовку будівельного майданчика. Робочі місця повинні бути підготовлені, очищені від сторонніх предметів, забезпечені необхідними засобами колективного та індивідуального захисту. Працівники мають бути ознайомлені з безпечними методами виконання робіт, пройти відповідні інструктажі з охорони праці та пожежної безпеки, а також мати допуск до виконання робіт відповідно до своєї кваліфікації.

Безпека будівельно-монтажних робіт забезпечується правильним вибором технологічної послідовності виконання операцій, раціональною організацією робочих місць, застосуванням справних машин, механізмів,

інструментів і пристроїв. Перед початком робіт необхідно перевірити технічний стан вантажопідіймальних механізмів, стропів, захватних пристроїв, огорожень, настилів, драбин і риштувань. Несправні пристрої та інструменти до роботи не допускаються.



Рисунок 5.1 – Загальні заходи з охорони праці на будмайданчику

Способи стропування елементів повинні забезпечувати їх подавання до місця встановлення у положенні, близькому до проєктного. Під час переміщення конструкцій краном забороняється перебування людей під піднятим вантажем.

Монтажні елементи під час переміщення необхідно утримувати від розгойдування та обертання за допомогою гнучких відтяжок. До остаточного закріплення конструкцій у проєктному положенні не допускається їх звільнення від стропів.

5.2 Вказівки щодо техніки безпеки при виконанні БМР

Під час переміщення вантажів кранами потрібно дотримуватися безпечних відстаней між вантажем, виступаючими частинами конструкцій, перешкодами та елементами будівлі.

Небезпечні зони роботи крана мають бути позначені попереджувальними знаками та за необхідності огорожені. Роботи повинні виконуватися під керівництвом відповідальної особи, яка контролює правильність стропування, переміщення та встановлення конструкцій.

Під час виконання робіт на висоті працівники повинні користуватися запобіжними поясами, касками, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Робочі місця на висоті необхідно обладнувати інвентарними огороженнями, настилами та безпечними проходами.

Не допускається виконання робіт на висоті за несприятливих погодних умов, сильного вітру, недостатнього освітлення або за наявності інших факторів, що можуть створювати загрозу для працівників.

Під час бетонування конструкцій необхідно забезпечити стійкість опалубки, риштувань і робочих площадок. Розбирання опалубки допускається лише після набуття бетоном необхідної міцності та з дозволу відповідальної особи. Подавання бетонної суміші повинно виконуватися справними баддями, бетононасосами або іншими пристроями, що виключають можливість самовільного відкривання затворів, падіння суміші або травмування працівників. Забороняється перебування людей у зоні можливого падіння бадді або елементів обладнання.

Під час ущільнення бетонної суміші вібраторами забороняється торкання робочою частиною вібратора арматурних каркасів, закладних деталей та інших елементів, якщо це може призвести до пошкодження конструкції або створити небезпечну ситуацію.

Працівники, які виконують вібрування бетону, повинні використовувати засоби індивідуального захисту та дотримуватися безпечних прийомів роботи з електрифікованим інструментом.

Під час виконання електрозварювальних робіт робочі місця зварювальників мають бути огорожені переносними захисними екранами. Перед початком зварювання необхідно перевірити справність ізоляції кабелів, електродотримачів, з'єднань і заземлення обладнання.

У разі перерви в роботі електрозварювальні установки необхідно вимикати з мережі. Зварювальні роботи слід виконувати із застосуванням захисних щитків, рукавиць, спецодягу та інших засобів індивідуального захисту.

Під час монтажу арматурних каркасів, сіток і просторових блоків необхідно використовувати інвентарні вантажозахоплювальні пристрої, які забезпечують надійне утримання елементів і виключають можливість їх падіння, ковзання або втрати стійкості.

Арматурні елементи повинні складуватися у спеціально відведених місцях із забезпеченням стійкості штабелів та вільних проходів між ними.

Очищення лотків автобетонозмішувачів, завантажувальних отворів, обладнання та інвентарю від залишків бетонної суміші дозволяється виконувати лише після зупинки відповідних механізмів.

Перед початком роботи бетононасоса необхідно виконати його підготовку до експлуатації, зокрема перевірити справність трубопроводів, з'єднань, запірних пристроїв і виконати попереднє змочування бетонопроводу для забезпечення безперервного та безпечного подавання бетонної суміші.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці під час будівельно-монтажних робіт передбачає комплекс організаційних, технічних і профілактичних заходів, спрямованих на запобігання травматизму, забезпечення безпечної експлуатації машин і механізмів, правильну організацію робочих місць та використання працівниками засобів індивідуального і колективного захисту.

5.3 Цивільний захист у будівництві

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватися вимог таких нормативних документів:

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI.
2. ДБН В.1.2-4:2019 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту».

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 № 444 «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях».
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.10.2013 № 841 «Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій».
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 27.09.2017 № 733 «Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту».

Цивільний захист під час зведення будівлі є складовою загальною системою безпеки будівельного виробництва. Його основне призначення полягає у запобіганні виникненню надзвичайних ситуацій, зменшенні можливих наслідків небезпечних подій, забезпеченні своєчасного оповіщення працівників та організації їх безпечної евакуації.



Рисунок 5.2 – Принципи цивільного захисту на будівельному майданчику

В умовах сучасної України це питання набуває особливого значення, оскільки будівельні майданчики можуть зазнавати впливу не лише

виробничих ризиків, а й додаткових небезпек, пов'язаних із повітряними тривогами, ракетними обстрілами, пошкодженням інженерних мереж, пожежами, руйнуванням конструкцій та порушенням нормального функціонування об'єкта.

Організація заходів цивільного захисту на будівельному майданчику передбачає попереднє визначення можливих небезпечних факторів, які можуть впливати на працівників, будівельні конструкції, машини, механізми та тимчасові споруди. До таких факторів належать пожежі, вибухи, аварії на електромережах, витік паливно-мастильних матеріалів, обвалення елементів конструкцій, падіння уламків, аварійне припинення електропостачання, а також загрози воєнного характеру. З метою зниження ризиків на майданчику повинні бути визначені безпечні маршрути руху, місця збору працівників, порядок дій у разі отримання сигналу оповіщення та відповідальні особи за організацію евакуації.

Особлива увага приділяється оповіщенню працівників про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації. На будівельному майданчику необхідно забезпечити можливість швидкого доведення інформації до всіх працівників, зокрема через звукові сигнали, мобільний зв'язок, відповідальних майстрів або виконавців робіт. Після отримання сигналу повітряної тривоги або іншого повідомлення про небезпеку роботи повинні бути зупинені, машини й механізми переведені у безпечний стан, а працівники мають організовано перейти до найближчого укриття або іншого визначеного безпечного місця.

Евакуаційні шляхи на території будівельного майданчика повинні бути вільними від будівельних матеріалів, сміття, обладнання та інших перешкод. Проходи, виїзди, під'їзди для спеціальної техніки, місця розташування первинних засобів пожежогасіння та напрямки руху до укриттів мають бути позначені та доступні протягом усього періоду виконання робіт. Забороняється складування матеріалів у місцях, які можуть ускладнити евакуацію людей або проїзд пожежно-рятувальної техніки.

Для забезпечення готовності персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях необхідно проводити інструктажі та періодичне навчання працівників. Працівники повинні знати порядок дій у разі пожежі, повітряної тривоги, аварії на електромережі, виявлення вибухонебезпечних предметів, травмування людей або часткового руйнування конструкцій. Відповідальні особи мають контролювати наявність засобів зв'язку, аптечок, первинних засобів пожежогасіння, а також забезпечувати своєчасне інформування працівників про зміну умов безпеки на майданчику.

Важливим напрямом цивільного захисту є пожежна та техногенна безпека. На території будівництва слід передбачити місця для безпечного зберігання горючих матеріалів, паливно-мастильних речовин, газових балонів та інших потенційно небезпечних ресурсів. Електричні мережі, тимчасове освітлення, зварювальне обладнання та будівельні машини повинні експлуатуватися у справному стані. Після завершення зміни необхідно перевіряти відключення електрообладнання, прибирати робочі місця та не допускати накопичення легкозаймистих відходів.

У разі виникнення надзвичайної ситуації першочерговими діями є припинення робіт, оповіщення працівників, виклик відповідних служб, евакуація людей із небезпечної зони та надання домедичної допомоги постраждалим. Подальші дії виконуються відповідно до вказівок відповідальних осіб і представників аварійно-рятувальних служб. Працівникам забороняється самовільно повертатися до небезпечної зони до отримання дозволу відповідальної особи.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б А.2.4-6:2009 Правила виконання робочої документації генеральних планів, – 30с.
2. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», К.: Мінрегіон України, 2017, – 47с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія [Чинний від 01.11.2011], 80с. (Інформація та документація).
4. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 01.09.2022]. Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП «ДНДІБК»), 23с. (Інформація та документація).
5. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель [Чинний від 01.03.2023]. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 60с. (Інформація та документація).
6. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT)
7. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності) [Чинний від 01.12.2019]. Технічний комітет стандартизації «Експертиза містобудівної та проектної документації на будівництво» (ТК 319), 19с. (Інформація та документація).
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» (для слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.06010101 – «Промислове та цивільне будівництво») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова; уклад.: Є. С. Сєдишев. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2013. – 50 с.
9. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011, 71с.

10. Методичні вказівки до виконання з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції». Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурцева. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 35 с.

11. Конспект лекцій з курсу «Проектування залізобетонних конструкцій» (для студентів 4 і 5 курсів всіх форм навчання напряму підготовки 6.060101 / Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурцева; Харків. НУ міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 105с.

12. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови, 28с.

13. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. 0-64 Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.

14. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник / А. М. Дорош. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 255 с.

15. Система проектної документації для будівництва. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів: ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – [Чинний від 1 січня 2007]. – К. : Держстандарт України, 2007. – 14 с. – (Національні стандарти України).

16. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва, 62с.

17. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.

18. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарних будівельних площ і ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови (ГОСТ 23407-78, MOD), К.: Мінрегіон України, 2012. – 12с.

19. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва, 57с.

20. Конспект лекцій дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі», змістовний модуль «Цивільний захист», для студентів усіх спеціальностей та всіх форм навчання / Укл.: М. О. Журавель – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». Каф. ОП і НС, 2020 р. – 49 с.

21. Залізобетонні конструкції. Методичні рекомендації до практичних занять для студентів напряму підготовки 6.060101 Будівництво/ В.Є. Волкова. – Д.: ДВНЗ Національний гірничий університет, 2013. – 25 с
22. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту, 131 с.
23. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги, К.: Держбуд України, 2012. – 14с.
24. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», К.: Мінрегіон України, 2018. – 137с.
25. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD)», К.: Мінрегіон України, 2012. – 31с.
26. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», К.: Держбуд України, 2012. – 202с.
27. Конспект лекцій з курсу «Безпека праці в будівництві». Заїченко В. І. 2014 – 97с.
28. ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Термини и визначення основних понять», Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та
29. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи: ДБН В.1.2-2:2006.
30. ДСТУ EN ISO 12100:2016 «Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків», ДП «УкрНДНЦ», 2016, 110 с.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | заробітної плати | в тому числі заробітної плати | 8 | 9 | заробітної плати | тих, що обслуговують машини | |
|----------------------------------|-----------|--|---|--------|---------------------|--|-----------|---------|---------------------|-----------------------------------|----------|
| | | | | | | | | | | на одиницю | всього |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Розділ № 1 Підземний цикл | | | | | | | | | | | |
| 1 | КБ1-30-1 | Планування площ бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) за 1 прохід | 1000м2 сплановано і поверхні за 1 прохід бульдозеру | 3,849 | 415,55 | 415,55 | 1 599 | - | 1 599 | - | - |
| | | | | | - | 123,55 | | | 476 | 0,7740 | 2,98 |
| 2 | КБ1-10-2 | Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами 'драглайн' одноковшовими електричними крокуючими з ковшом місткістю 15 м3, група ґрунтів 2 | 1000 м3 ґрунту | 3,736 | 33 278,50 | 32 834,44 | 124 328 | 1 659 | 122 669 | 3,1500 | 11,77 |
| | | | | | 444,06 | 7 898,11 | | | 29 507 | 49,6264 | 185,40 |
| 3 | КБ1-24-2 | Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 2 | 1000 м3 ґрунту | 1,482 | 13 540,13 | 13 540,13 | 20 066 | - | 20 066 | - | - |
| | | | | | - | 4 025,54 | | | 5 966 | 25,2195 | 37,38 |
| 4 | КБ1-162-2 | Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях шириною до 2 м, глибиною до 2 м, група ґрунтів 2 | 100м3 ґрунту | 1,48 | 40 342,43 | - | 59 707 | 59 707 | - | 321,3000 | 475,52 |
| | | | | | 40 342,43 | - | | | - | - | - |
| 5 | КБ5-1-2 | Заглиблення дизель-молотом на тракторі залізобетонних паль | 1м3 паль | 340,49 | 13 248,27 | 4 274,20 | 4 510 903 | 237 594 | 1 455 322 | 4,8900 | 1 665,00 |
| | | | | | 697,80 | 716,33 | | | 243 903 | 3,9978 | 1 361,21 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|--|---|--------|------------|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 6 | КБ5-113-2 | довжиною до 6 м у ґрунти групи 2 Зрубання голів залізобетонних паль площею поперечного перерізу до 0,16 м2 | 1 паля | 152,0 | 1 032,41 | 675,25 | 156 926 | 54 009 | 102 638 | 2,4900 | 378,48 |
| | | | | | 355,32 | 208,74 | | | 31 728 | 1,3591 | 206,58 |
| 7 | КБ6-1-15 | Улаштування фундаментних плит бетонних плоских | 100м3 бетону, бутобетону і залізобетон у в ділі | 0,85 | 352 088,45 | 8 198,07 | 299 275 | 15 874 | 6 968 | 140,6500 | 119,55 |
| | | | | | 18 675,51 | 4 019,42 | | | 3 417 | 24,8458 | 21,12 |
| 8 | КБ6-1-18 | Улаштування фундаментних плит залізобетонних з пазами, стаканами і підколонниками висотою до 2 м при товщині плити понад 1000 мм | 100м3 бетону, бутобетону і залізобетон у в ділі | 0,85 | 670 463,50 | 15 620,95 | 569 894 | 25 731 | 13 278 | 227,9800 | 193,78 |
| | | | | | 30 271,18 | 6 455,60 | | | 5 487 | 40,2346 | 34,20 |
| 9 | КБ1-134-1 | Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2 | 100 м3 ущільненого ґрунту | 3,4049 | 4 161,85 | 1 814,89 | 14 171 | 7 991 | 6 180 | 18,3600 | 62,51 |
| | | | | | 2 346,96 | 721,43 | | | 2 456 | 5,1175 | 17,42 |
| 10 | КБ1-27-2 | Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2 | 1000 м3 ґрунту | 0,548 | 9 488,48 | 9 488,48 | 5 200 | - | 5 200 | - | - |
| | | | | | - | 2 820,97 | | | 1 546 | 17,6730 | 9,68 |
| 11 | КБ6-13-1 | Улаштування стін підвалів і підпірних стін бетонних | 100 м3 бетону в ділі | 1,54 | 415 665,29 | 12 279,89 | 640 125 | 76 192 | 18 911 | 372,6100 | 573,82 |
| | | | | | 49 475,16 | 6 004,99 | | | 9 248 | 37,1413 | 57,20 |
| 12 | КБ26-24-1 | Ізоляція плоских поверхонь матами мінераловатними прошивними на | 10м2 поверні ізоляції | 154,0 | 3 046,03 | 1 259,39 | 469 089 | 170 404 | 193 946 | 7,9400 | 1 222,76 |
| | | | | | 1 106,52 | 522,10 | | | 80 403 | 3,6176 | 557,11 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|---|--|-------|--------------|-----------|-----------|---------|-----------|----------|----------|
| 13 | КБ8-5-3 | склотканині або металевій сітці Влаштування захисної цегляної кладки зовнішньої | 1 м3 мурування | 48,0 | 5 476,07 | 193,38 | 262 851 | 61 715 | 9 282 | 9,0100 | 432,48 |
| | | | | | 1 285,73 | 99,01 | | | 4 752 | 0,6120 | 29,38 |
| 14 | КБ8-5-7 | Влаштування внутрішніх стін підвалу із керамзитобетону | 1 м3 мурування | 52,0 | 5 296,75 | 193,38 | 275 431 | 59 793 | 10 056 | 8,6600 | 450,32 |
| | | | | | 1 149,87 | 99,01 | | | 5 149 | 0,6120 | 31,82 |
| 15 | КБ6-1-1 | Улаштування бетонної підготовки під підлогу | 100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі | 0,75 | 352 821,60 | 3 517,97 | 264 616 | 13 801 | 2 638 | 150,7000 | 113,03 |
| | | | | | 18 401,98 | 1 725,28 | | | 1 294 | 10,6641 | 8,00 |
| 16 | КБ30-88-1 | Влаштування монолітного сходового майданчику | 1 м3 збірних залізобетонних конструкцій | 11,0 | 28 024,59 | 6 443,66 | 308 270 | 35 045 | 70 880 | 22,6000 | 248,60 |
| | | | | | 3 185,92 | 2 149,76 | | | 23 647 | 13,0600 | 143,66 |
| 17 | КБ7-21-3 | Установлення сходових маршів при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т | 100 шт збірних конструкцій | 0,03 | 1 889 224,54 | 50 169,95 | 56 677 | 1 707 | 1 505 | 423,4000 | 12,70 |
| | | | | | 56 904,96 | 24 471,57 | | | 734 | 155,1297 | 4,65 |
| 18 | КБ1-166-2 | Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям, група ґрунтів 2 | 100м3 ґрунту | 4,85 | 18 521,75 | - | 89 830 | 89 830 | - | 165,2400 | 801,41 |
| | | | | | 18 521,75 | - | | | - | - | - |
| 19 | КБ1-134-2 | Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 3, 4 | 100 м3 ущільненого ґрунту | 11,64 | 4 973,02 | 2 169,71 | 57 886 | 32 631 | 25 255 | 21,9300 | 255,27 |
| | | | | | 2 803,31 | 862,48 | | | 10 039 | 6,1180 | 71,21 |
| Разом прямих витрат по розділу № 1 | | | | | | | 8 186 844 | 943 683 | 2 066 393 | | 7 017,00 |
| | | | | | | | | | 459 752 | | 2 779,00 |

| Розділ № 2 Надземний цикл | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|--|----------------------------|--------|-----------|-----------|--------|--------|---------|----------|--------|
| 20 | КБ6-16-10 | Улаштування стін і перегородок бетонних висотою понад 3 м до 6 м, товщиною понад 300 мм до 500 мм | 100 м3 бетону в ділі | 5,46 | 494 | 17 232,40 | 2 701 | 465 | 94 089 | 642,6000 | 3 |
| | | | | | 866,91 | | | | | | 973 |
| 21 | КБ6-18-2 | Улаштування балок для перекриттів, підкранових і обв'язувальних на висоті від опорної площадки до 6 м при висоті балок до 500 мм | 100 м3 залізобетону в ділі | 0,87 | 1 090 | 50 426,70 | 948 | 194 | 43 871 | ##### | 1 |
| | | | | | 623,54 | | | | | | 842 |
| 22 | КБ6-16-9 | Улаштування стін і перегородок бетонних висотою понад 3 м до 6 м, товщиною понад 200 мм до 300 мм | 100 м3 бетону в ділі | 6,5913 | 223 | 19 624,21 | 3 567 | 770 | 164 592 | 880,6000 | 5 |
| | | | | | 744,86 | | | | | | 773 |
| 23 | КБ8-29-1 | Монтаж смітєпроводу зі стволом з азбестоцементних труб у 9-поверхових будинках з п`ятьма клапанами загальною висотою 25 м | 1 смітєпровід | 2,0 | 123 | 7 153,82 | 246 | 25 044 | 14 308 | 96,7400 | 193,48 |
| | | | | | 413,00 | | | | | | 826 |
| 24 | КБ6-22-2 | Улаштування перекриттів монолітних | 100 м3 залізобетону в ділі | 11,85 | 871 | 23 298,59 | 10 330 | 2 715 | 276 088 | ##### | 20 |
| | | | | | 756,18 | | | | | | 311 |
| 25 | КБ7-21-3 | Установлення сходових маршів при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т | 100 шт збірних конструкцій | 0,38 | 229 | 10 892,69 | 506 | 21 624 | 19 065 | 423,4000 | 160,89 |
| | | | | | 125,12 | | | | | | 815 |
| 26 | КБ8-5-3 | | | 18,368 | 1 333 | 50 169,95 | 506 | 21 624 | 19 065 | 423,4000 | 160,89 |
| | | | | | 724,54 | | | | | | 815 |
| | | | | | 56 904,96 | 24 471,57 | | | | | |
| | | | | | 9 476,07 | 193,38 | | 23 616 | 3 552 | 9,0100 | 165,50 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|---|--|------|---------------|----------|--------------|------------|-------|----------|--------|
| | | Конструкції з цегли. Мурування стін балконів середньої складності при висоті поверху до 4 м | 1 м3 мурування | | 1 285,73 | 99,01 | 174 056 | | 1 819 | 0,6120 | 11,24 |
| 27 | КБ11-4-5 | Улаштування гідроізоляції обмазувальної в один шар, товщиною 2 мм | 100 м2 поверхні ізоляції | 2,97 | 21 560,18 | 12,87 | 64 034 | 13 588 | 38 | 31,7000 | 94,15 |
| 28 | КБ12-22-1 | Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм | 100 м2 стяжок | 2,97 | 4 574,94 | 11,56 | 39 445 | 13 174 | 34 | 0,0777 | 0,23 |
| | | | | | 13 281,16 | 2 565,76 | | | 7 620 | 38,3900 | 114,02 |
| 29 | КБ12-15-1 | Улаштування ц-п стяжки армованої сіткою 50x50 | 100 м2 покриття | 2,97 | 4 435,58 | 1 059,39 | 188 880 | 50 418 | 3 146 | 6,4686 | 19,21 |
| | | | | | 63 595,91 | 250,70 | | | 745 | 132,8000 | 394,42 |
| 30 | КБ12-18-1 | Влаштування утеплення із пінополістирола | 100 м2 покриття, що утеплюєтьс я | 2,97 | 16 975,82 | 92,40 | 737 146 | 11 158 | 274 | 0,5247 | 1,56 |
| | | | | | 248 197,23 | 765,62 | | | 2 274 | 29,3900 | 87,29 |
| 31 | КБ12-1-2 | Улаштування шару із гранітного щербня фракції | 100 м2 покрівлі | 2,97 | 3 756,92 | 326,69 | 925 406 | 15 546 | 970 | 1,9888 | 5,91 |
| | | | | | 311 584,57 | 1 179,62 | | | 3 503 | 37,1300 | 110,28 |
| 32 | КБ10-20-2 | Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею до 2 м2 з металлопластику в кам'яних стінах житлових і громадських будівель | 100 м2 прорізів | 5,76 | 5 234,22 | 502,74 | 4 616 116 | 128 083 | 1 493 | 3,0602 | 9,09 |
| | | | | | 801 409,01 | 1 348,47 | | | 7 767 | 149,5000 | 861,12 |
| 33 | КБ10-20-3 | Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею до 3 м2 з металлопластику в кам'яних стінах житлових і громадських будівель | 100 м2 прорізів | 0,54 | 22 236,63 | 992,62 | 429 716 | 9 104 | 5 717 | 6,4856 | 37,36 |
| | | | | | 795 770,58 | 1 122,05 | | | 606 | 113,3500 | 61,21 |
| | | | | | 16 859,68 | 825,95 | | | 446 | 5,3966 | 2,91 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|--|------------------------------|-------|-----------|----------|-------|--------|--------|----------|--------|
| 34 | КБ10-26-1 | Установлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах кам'яних стін, площа прорізу до 3 м2 | 100 м2 прорізів | 7,84 | 820 | 9 300,35 | 6 428 | 150 | 72 915 | 139,6700 | 1 |
| | | | | | 021,12 | | 966 | | | | 827 |
| 35 | КБ11-11-1 | Улаштування стяжок цементних з розчину товщиною 20 мм | 100 м2 стяжки | 62,26 | 15 496,38 | 170,92 | 964 | 447 | 10 641 | 56,2500 | 3 |
| | | | | | | | 805 | | | | 677 |
| 36 | КБ11-9-1 | Улаштування тепло- і звукоізоляції суцільної з плит або мат мінераловатних або скловолокнистих | 100 м2 поверхні ізоляції | 62,26 | 129 | 36,76 | 8 033 | 270 | 2 289 | 32,7800 | 2 |
| | | | | | 033,29 | | 613 | | | | 989 |
| 37 | КБ11-36-1 | Улаштування покриттів з дошок паркетних по укладених лагах | 100 м2 покриття | 1,48 | 333 | 64,33 | 493 | 12 629 | 95 | 60,5300 | 89,58 |
| | | | | | 565,55 | | 677 | | | | |
| 38 | КБ11-39-1 | Улаштування покриттів з лінолеуму полівінілхлоридного на клеї 'Бустилат' | 100 м2 покриття | 23,48 | 45 524,37 | 11,03 | 1 068 | 178 | 259 | 55,7900 | 1 |
| | | | | | | | 912 | | | | 323 |
| 39 | КБ11-20-3 | Улаштування покриттів полівінілацетатних товщиною 3 мм | 100 м2 покриття | 15,48 | 43 827,57 | 494,23 | 678 | 204 | 7 651 | 105,2300 | 1 |
| | | | | | | | 451 | | | | 532 |
| 40 | КБ11-28-2 | Улаштування покриттів із плиток керамічних багатокольорових | 100 м2 покриття | 15,98 | 50 673,40 | 230,76 | 809 | 340 | 3 688 | 160,3900 | 2 |
| | | | | | | | 761 | | | | 319 |
| 41 | КБ15-46-8 | Штукатурення поверхонь цементно-вапняним або цементним розчином по каменю і бетону поліпшене, стель вручну | 100 м2 поверхні штукатурення | 54,72 | 26 863,17 | 386,79 | 1 469 | 1 058 | 21 165 | 132,0100 | 7 |
| | | | | | | | 953 | | | | 039 |
| 42 | | | | 54,72 | 4 051,65 | 1,84 | | | 101 | 15,8500 | 867,31 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------------|---|---|--------|------------|----------|------------|------------|-----------|----------|-----------|--|
| | КБ15-152-2 | Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стель | 100 м2 поверхні фарбування | | 2 157,66 | 1,65 | 221 706 | 118 067 | 90 | 0,0111 | 0,61 | |
| 43 | КБ15-36-2 | Поліпшене штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю стін вручну | 100 м2 поверхні штукатурення | 154,93 | 21 721,92 | 230,55 | 3 365 377 | 2 400 606 | 35 719 | 101,2400 | 15 685,11 | |
| 44 | КБ15-152-1 | Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стін | 100 м2 поверхні фарбування | 154,93 | 3 683,48 | 1,84 | 570 682 | 296 745 | 285 | 14,0700 | 2 179,87 | |
| 45 | КБ15-251-4 | Обклеювання стель шпалерами простими та середньої цупкості | 100 м2 поверхні обклеювання і оббивання | 99,78 | 8 847,70 | 1,84 | 882 824 | 632 026 | 184 | 43,8900 | 4 379,34 | |
| 46 | КБ15-78-1 | Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі | 100 м2 поверхні опорядження | 34,04 | 170 811,60 | - | 5 814 427 | 2 209 122 | - | 417,8600 | 14 223,95 | |
| 47 | КБ27-64-1 | Улаштування бетонних плитних тротуарів із заповненням швів цементним розчином | 100 м2 тротуарів | 1,24 | 129 887,96 | 1 056,11 | 161 061 | 7 978 | 1 310 | 52,6900 | 65,34 | |
| | | | | | 6 433,98 | 225,70 | | | 280 | 1,2802 | 1,59 | |
| | | Разом прямих витрат по розділу № 2 | | | | | 56 441 554 | 12 785 591 | 794 420 | 90 | 024,42 | |
| | | | | | | | | 407 591 | | | 2 610,67 | |
| | | Разом прямих витрат по кошторису | | | | | 64 628 398 | 13 729 274 | 2 860 813 | 97 | 041,42 | |
| | | | | | | | | 867 343 | | | 5 389,67 | |

| | | | | |
|--|---|-------|--------|--------|
| | Разом прямі витрати | грн. | 64 628 | |
| | | | 398 | |
| | в тому числі: | | | |
| | вартість матеріалів, виробів і комплектів | грн. | 48 038 | |
| | | | 311 | |
| | вартість ЕММ | грн. | 2 860 | |
| | | | 813 | |
| | в т.ч. заробітна плата в ЕММ | грн. | | 867 |
| | | | | 343 |
| | заробітна плата робітників | грн. | | 13 729 |
| | | | | 274 |
| | всього заробітна плата | грн. | | 14 596 |
| | | | | 617 |
| | Загальновиробничі витрати | грн. | 7 551 | |
| | | | 777 | |
| | трудоємність в загальновиробничих витратах | люд-г | | 12 |
| | | | | 252,88 |
| | заробітна плата в загальновиробничих витратах | грн. | | 2 740 |
| | | | | 240 |
| | Всього по кошторису | грн. | 72 180 | |
| | | | 175 | |
| | Кошторисна трудоємність | люд-г | | 114 |
| | | | | 683,97 |
| | Кошторисна заробітна плата | грн. | | 17 336 |
| | | | | 857 |