

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 ПРОЕКТ ЗВЕДЕННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З РОЗРАХУНКОМ
МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ В СУМСЬКІЙ ОБЛАСТІ.
RESIDENTIAL BUILDING CONSTRUCTION PROJECT WITH CALCULATION OF
MONOLITHIC FLOOR SLAB IN SUMY REGION

Виконав: студент IV курсу, гр. БАД-111

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

КОЗИРЕНКО В.М.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник БОБРАКОВ А.А.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент СКРЕБЦОВ А.А.

(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

КОЗИРЕНКО Валерій Максимович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проект зведення житлової будівлі з розрахунком монолітної плити перекриття в Сумській області . Residential building construction project with calculation of monolithic floor slab in Sumy region

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент БОБРАКОВ Анатолій Анатолійович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «_____» _____ 2025 року №_____

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10 червня 2025 року

3. Вихідні дані до проєкту (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 проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «05» травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (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	

Студент

_____ (підпис)

Валерій КОЗИРЕНКО

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

_____ (підпис)

Анатолій БОБРАКОВ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра: 76 с., 13 табл., 6 рис., 41 джерело, 1 додаток.

МОНОЛІТНА БУДІВЛЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА, ЖИТЛОВА БУДІВЛЯ, РОЗРАХУНОК МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ

Дипломний проєкт присвячений розробці проєкту зведення 16-поверхової житлової будівлі в Сумській області, охоплюючи всі основні етапи будівельного процесу.

Архітектурно-планувальний розділ містить опис об'єкта, включаючи теплотехнічні розрахунки огорожувальних конструкцій (стін), що забезпечують енергоефективність будівлі та комфорт. У розрахунково-конструктивному розділі виконано розрахунок монолітної плити перекриття та колони перекриттів, із розробкою відповідних креслень для точного виконання конструкцій.

Розділ організації будівництва включає оцінку потреб у матеріалах, обладнанні, відомості обсягів робіт, а також складання календарного плану у вигляді мережевого графіка та будівельного генерального плану майданчика.

Економічний розділ присвячений визначенню вартості будівництва на основі даних, актуальних на початок 2025 року, що дозволяє обґрунтувати фінансову доцільність проєкту.

Завершальний розділ «Охорона праці» акцентує увагу на заходах із забезпечення безпеки працівників, включаючи організацію інструктажів, навчання безпечним методам роботи та надання засобів індивідуального захисту.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	8
1.1 Розробка генерального плану	8
1.2 Огляд об'ємно-планувальних рішень	9
1.3 Конструктивні особливості житлової будівлі	11
1.4 Оздоблення будівлі	13
1.5 Інженерні системи	14
1.6 Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції	15
1.7 Визначення класу наслідків (відповідальності) будівлі	19
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	22
2.1 Розрахунок попередньо-напруженої плити перекриття	22
2.1.1 Інформація до розрахунку	22
2.1.2 Визначення зусиль в поперечній рамі	24
2.2 Розрахунок монолітної плити	27
2.2.1 Розрахунок поздовжньої арматури плити	28
2.3 Розрахунок колони	30
2.3.1 Визначення параметрів арматури в колоні	30
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	35
3.1 Розробка технологічної карти на виконання монолітних робіт	35
3.1.1 Бетонування плит перекриття	35
3.1.2 Вимоги до якості виконання будівельних робіт	37
3.2 Виконання мережевого плану-графіку виконання робіт	39
3.2.1 Визначення параметрів монтажного крану	40
3.2.2 Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт	42
3.3 Розрахунок будівельного генерального плану	45
3.3.1 Визначення необхідної кількості працівників	45
3.3.2 Розрахунок потреби в тимчасових будівлях	47
3.3.3 Визначення площ тимчасових складів та майданчиків	49

	6
3.3.4 Розрахунок потреби будмайданчика у водопостачанні.....	51
3.3.5 Розрахунок потреби в електропостачанні будмайданчику	53
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	55
4.1 Розробка локального кошторису	55
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ	56
5.1 Основні положення щодо охорони праці в будівництві	56
5.2 Аналіз виробничих умов на будівельному майданчику	58
5.3 Забезпечення електробезпеки при виконання БМР.....	59
5.4 Аналіз основних небезпек на будівельному майданчику	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	64
Додаток А.....	68

ВСТУП

Розвиток сучасного будівництва свідчить про необхідність поєднання традиційних підходів з інноваційними технологіями, що дозволяють підвищувати якість, довговічність і архітектурну виразність будівель. Одним із таких напрямів є зведення споруд із монолітного залізобетону, яке набуло широкого поширення завдяки своїм техніко-економічним перевагам. Монолітне та збірно-монолітне будівництво забезпечує ресурсозбереження, зменшення витрат матеріалів і трудомісткості, а також сприяє створенню міцних і естетично привабливих конструкцій, що відповідають сучасним вимогам до житлових і громадських об'єктів.

Техніко-економічна ефективність монолітного залізобетону підтверджується практикою, адже він дозволяє не лише оптимізувати витрати, а й забезпечити високу якість і довговічність будівель, а також реалізувати складні архітектурні рішення. У контексті сучасних ринкових умов і потреби в житлі монолітне домобудівництво поступово переходить від застарілих кустарних методів до потокових технологій, відкриваючи нові перспективи для масового будівництва.

Даний дипломний проєкт присвячений зведенню 16-поверхової житлової будівлі в Сумській області. Метод зведення передбачає виготовлення пакета плит перекриттів усіх поверхів (окрім першого) та покриття на рівні землі між попередньо встановленими залізобетонними колонами, після чого плити послідовно піднімають за допомогою підйомників по колонах і ядру жорсткості та фіксують у проектному положенні. Такий підхід дозволяє оптимізувати будівельний процес, скоротити строки виконання робіт і підвищити безпеку на майданчику. У рамках проєкту розглядаються технологічні, організаційні та економічні аспекти реалізації цього методу, а також заходи з забезпечення безпеки праці.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Розробка генерального плану

Житловий будинок зводиться на території з низькою щільністю забудови в Сумській області. Ділянка для будівництва 16-поверхової житлової будівлі була визначена межами відведеної території, а також наявністю сусідніх житлових об'єктів, що забезпечує раціональне використання простору та інтеграцію в існуючу інфраструктуру району.

Під'їзд до запроєктованої будівлі передбачено з боку магістральної вулиці, що забезпечує зручний доступ до житлового комплексу для мешканців та обслуговуючого транспорту. Для забезпечення пожежної безпеки та евакуації мешканців з кожної квартири запроєктовано протипожежний проїзд, який розташований на відстані 8 метрів від стін будівлі відповідно до нормативних вимог.

Рекреаційні зони для відпочинку дорослих та дітей розташовані на прилеглих дворових територіях, забезпечуючи мешканцям доступ до місць для відпочинку та дозвілля. Інфраструктура району включає автостоянку, районну поліклініку, школу, спортивний майданчик та православний храм, що підвищує зручність і привабливість району для проживання.

Вертикальне планування ділянки забезпечує відведення дощових стоків: вода відводиться по лотках проїжджої частини до існуючих дощоприймачів, що запобігає утворенню підтоплень і зберігає екологічну стабільність прилеглих територій.

Проект також передбачає комплекс заходів для підвищення комфорту та енергоефективності будівлі, включаючи застосування сучасних матеріалів і технологій теплоізоляції фасадів. Використання енергоефективних рішень сприятиме зменшенню витрат на опалення та кондиціонування, що особливо актуально в умовах зростаючих вимог до ресурсозбереження. Проект враховує необхідність шумозахисту від зовнішніх джерел, що дозволяє забезпечити

більш комфортне середовище для мешканців навіть у районах з активним рухом або розвиненою міською інфраструктурою.

Техніко-економічні показники ділянки наведено в табл. 1.1

Таблиця 1.1 – ТЕП генплану

Техніко-економічні показники генерального плану	Значення
Площа ділянки	86 000 м ²
Площа забудови	9 772 м ²
Площа дорожніх покриттів	23 976 м ²
Площа озеленення	48 254 м ²
Коефіцієнт густини забудови	0,114
Коефіцієнт озеленення	0,561

1.2 Огляд об'ємно-планувальних рішень

Будівля є 16-поверховим житловим комплексом, односекційною спорудою складної геометрії в плані, з вбудованими приміщеннями. Житлові приміщення розташовані з 2 по 16 поверхи, а на першому поверсі передбачені приміщення для установ обслуговування, торгівлі та технічного обслуговування.

Планувальні параметри:

- Розміри будівлі по осях першого поверху становлять 53×47 м (по осях 1-15 та А-Н).
- Житлова частина будівлі, з другого по шістнадцятий поверх, має розміри в плані 24,2×26,6 м (по осях 5-13 та В-Л).
- Загальна висота будівлі складає 50,5 м, при цьому висота першого поверху становить 3,3 м, висота типових поверхів (2-16) — 3 м, а висота теплового горища — 1,8 м.

Будівля побудована на основі комбінованої конструктивної системи типу «каркас-ствол». Основним конструктивним елементом є плита перекриття, яка формує простір житлових приміщень, об'єднаних навколо сходово-ліфтового вузла. Ядро жорсткості будівлі розташоване в центрі, що забезпечує компактне планування з функціональними комунікаціями, розташованими всередині ствола. Сходи, ліфти та інші вертикальні комунікації виходять на загальний майданчик, з якого два розподільчі шлюзи обслуговують по три або чотири квартири.

Завдяки центруванню та безбалочним плитам перекриття, квартири мають зручні та пропорційні взаємозв'язки. Кількість квартир на вузол вертикальних комунікацій варіюється від шести до восьми, а планування дозволяє створювати різні типи квартир від однокімнатних до чотирикімнатних.

Санітарні вузли кожної пари суміжних квартир розташовані навколо шахти ядра жорсткості, що забезпечує компактне розміщення інженерних комунікацій і покращує звукоізоляцію. Кухні також згруповані попарно, що дозволяє ефективно прокладати комунікації та покращує акустичний комфорт. Балкони та лоджії інтегровані завдяки вильотам плит перекриття, що сприяє створенню зручних літніх приміщень для мешканців.

На другому поверсі будівлі розташовані спеціально спроектовані квартири для сімей, члени яких належать до маломобільних груп населення. Для забезпечення безперешкодного доступу сходові клітка до другого поверху обладнана рейками, що сприяє зручності пересування осіб з обмеженою мобільністю. Всі квартири другого поверху відповідають вимогам ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд», що гарантує доступність і комфорт для маломобільних мешканців.

Завдяки прийнятій каркасній структурі будівлі простір першого поверху використовується ефективно. Тут розміщені заклади обслуговування та торгівлі, зони для відпочинку, ігор і господарських потреб, а також

приміщення технічного обслуговування, такі як сміттєзбірна камера, електрощитова, теплоцентр і приміщення охорони. Перегородки, що відокремлюють магазини та салони від коридорів, виконані зі скла в алюмінієвому каркасі. Використання таких перегородок візуально розширює простір, забезпечуючи огляд внутрішніх приміщень і створюючи більше можливостей для дизайнерського оформлення інтер'єрів.

Головний фасад будівлі, оснащений входом для відвідувачів, орієнтований. На бічних фасадах розміщено додаткові входи для відвідувачів та основний вхід до житлової частини будівлі. Будівля відноситься до II класу за ступенем довговічності та вогнестійкості, а також має функціональну пожежну небезпеку класу Ф3 та конструктивну пожежну небезпеку класу С0.

Сходова клітка, що з'єднує 1-16 поверхи, виготовлена з вогнетривких матеріалів і з'єднана з виходом назовні через коридор, огорожений конструкціями з високим ступенем вогнестійкості. Усі двері на шляхах евакуації відчиняються у напрямку виходу з будівлі, що відповідає вимогам безпеки та забезпечує зручність під час евакуації.

1.3 Конструктивні особливості житлової будівлі

Основна конструктивна схема корпусу будівлі представлена залізобетонним каркасом зв'язкової системи, просторову жорсткість якого забезпечує центрально розташоване залізобетонне ядро жорсткості. Каркас будівлі складається з 67 збірних колон, з яких чотири розміщені всередині стовбура ядра жорсткості. Плити перекриттів є безбалковими та безкапітельними, мають прямокутну форму на поверх з прямокутним отвором у центрі ядра жорсткості.

Каркас першого поверху включає 63 збірні колони довжиною 4,58 м і перетином 400×400 мм, а також монолітну плиту перекриття товщиною 180 мм, яка є суцільною в межах поверху.

Каркас житлової частини будівлі, розташованої поза ядром жорсткості, складається з 28 збірних п'ятиярусних колон і шістнадцяти безбалкових плит перекриттів на кожен поверх. Колони першого ярусу мають довжину 15,08 м, другого та третього ярусів — 9 м, четвертого та п'ятого ярусів — 6,25 м, а останнього ярусу — 6,2 м. Всі колони мають перетин 400×400 мм, товщина плит перекриттів становить 180 мм.

Каркас усередині стовбура ядра жорсткості включає чотири колони та плити перекриттів на всіх поверхах. Колони мають перетин 400×400 мм, при цьому колони першого ярусу мають довжину 11,86 м, а інших — 2,98 м. Плити перекриттів всередині ядра жорсткості мають товщину 180 мм і плоску форму, контур якої визначений внутрішньою конфігурацією стовбура та розташуванням вертикальних комунікацій.

Ядро жорсткості має прямокутну форму як по внутрішньому, так і по зовнішньому контуру, з товщиною стінок 40 см. Сходові марші з проміжними майданчиками виконані зі збірного залізобетону: одним кінцем вони спираються на плити перекриттів, іншим — на залізобетонні балки, які, своєю чергою, спираються на стіни з збірних залізобетонних панелей сходової клітки. Стіни ліфтової шахти також виконані зі збірних залізобетонних панелей, які містять по чотири прорізи на кожному поверсі для доступу до ліфтів.

Ядро жорсткості з чотирма колонами всередині стовбура, спирається на загальний фундамент у вигляді прямокутної ребристої плити з монолітного залізобетону. Фундаменти для інших колон виконані у вигляді окремо стоячих залізобетонних стовпчастих фундаментів, що забезпечує незалежну опору для кожної колони.

Зовнішні стіни будівлі виконані з кладки керамічної цегли на цементно-піщаному розчині з утеплювачем з пінополістиролу, що забезпечує товщину стіни 380 мм на весь поверх. Така конструкція забезпечує теплоізоляцію та міцність зовнішніх стін.

Всі внутрішні перегородки виконані з гіпсокартону завтовшки 120 мм, а міжквартирні перегородки мають товщину 160 мм, що сприяє звукоізоляції та забезпечує відповідні параметри міцності.

Підлоги в житлових кімнатах і передпокоях запроектовані паркетні, на кухнях – покриті лінолеумом, а в санвузлах – плиткою. Підлоги на лоджіях, балконах і першому поверсі виконані з мармурових плит, що надає естетичності та підвищує зносостійкість.

Покрівля будівлі плоска, вентилярована з теплим горищем, обладнана внутрішнім водостоком. Водостічні труби розташовані всередині стовбура ядра жорсткості, що захищає їх від зовнішніх факторів і дозволяє забезпечити ефективне відведення води.

1.4 Оздоблення будівлі

Поверхні стель шпаклюються в два шари крейдяною шпаклівкою, після чого готуються до фарбування. У всіх приміщеннях з другого по шістнадцятий поверхи застосовується покращене забарвлення водоемульсійними складами, тоді як на першому поверсі стелі запроектовані підвісні.

Поверхні перегородок шпаклюються в два шари крейдяною шпаклівкою, а по внутрішній поверхні зовнішніх цегляних стін наноситься штукатурка цементно-піщаним розчином із подальшою шпаклівкою. Стіни житлових кімнат, коридорів та передпокоїв обклеюються тисненими щільними шпалерами. Стіни кухонь і санвузлів, а також позаквартирні коридори, сходові клітки, ліфтовий хол, шахтне відділення ліфта та сміттекамера фарбуються водоемульсійними складами з покращеною якістю.

Зовнішні стіни фасаду облицьовуються білою та червоною лицьовою керамічною цеглою. Бетонні елементи фасаду, такі як пояски плит перекриття та перемички, шпаклюються та фарбуються білою фасадною фарбою.

Вхідні зовнішні двері та металеві елементи фасаду фарбуються емаллю ПФ-115 у два шари по ґрунтовці ГФ-020. Низ балконів та лоджій фарбується білою органічною фарбою в два шари. Огородження балконів і лоджій виконуються зі скла в алюмінієвому каркасі, що надає будівлі сучасного вигляду та забезпечує безпеку й естетичність.

1.5 Інженерні системи

Система опалення – центральна, водяна, двотрубна вертикальна з верхнім розведенням магістралей, регульована. На введенні теплоносія в будівлю передбачено встановлення автоматизованого індивідуального теплового пункту з вузлом введення, що регулює тиск у тепловій мережі та забезпечує централізоване приготування гарячої води для системи гарячого водопостачання. Після вузла введення теплоносій подається до вузла керування системою опалення з циркуляційним насосом. Розвідні магістралі прокладаються через горище з ухилом $i=0,003$ та ізоляцією для зменшення тепловтрат. Видалення повітря з системи забезпечується повітряними кранами, встановленими на підводках до конвекторів верхнього поверху.

Вентиляція у приміщенні організована як припливно-витяжна з механічним спонуканням. Витяжка з кухонь та санітарних вузлів здійснюється через індивідуальні канали.

Водопостачання забезпечується від мережі 1-ої зони водопостачання із встановленням перемички між існуючими водогонами $\varnothing 200$ та $\varnothing 300$ мм. Підключення будівлі виконується через існуючий колодязь від водогону $\varnothing 300$ мм. На мережі, згідно з ДБН В.2.5-64:2012, встановлено запірну та регулюючу арматуру для оперативного управління підключеннями. Глибина закладання мережі становить до 2,5 м. Холодна вода подається для господарсько-питних потреб через один введений трубопровід $\varnothing 50$ мм. Внутрішня система водопостачання має тупикову схему: стояки монтуються приховано у

сантехнічних шахтах, підводки до приладів відкриті, а для доступу до вентилів передбачені оглядові лючки.

Каналізаційна система передбачає відведення стоків від будівлі через проєктовану мережу трубопроводів Ø150–200 мм, які підключаються до існуючого колектора Ø300 мм з додатковим колодязем на точці підключення. Відповідно до ДБН В.2.5-75:2013, у місцях приєднання, зміни ухилів та напрямків встановлені оглядові колодязі зі збірних залізобетонних елементів.

Електропостачання проєктованої будівлі здійснюється від існуючих мереж з напругою 380/220 В. Розподіл електроенергії у будівлі виконується через вступний розподільний пристрій (ВРУ) з вбудованим лічильником активної енергії, встановленим у приміщенні електрощитової. Для освітлення вбудованих приміщень на першому поверсі передбачене загальне рівномірне робоче освітлення.

З метою забезпечення безпеки всі металеві частини електроустаткування повинні бути надійно заземлені, з використанням нульового захисного провідника у груповій мережі, нульової жили кабелю та нульового проводу у мережі живлення.

Слаботочні мережі включають: – телебачення: на даху будівлі монтуються телевізійні антени з орієнтацією на телецентр та встановленням підсилювача телевізійного сигналу. Усі квартири підключаються до антени колективного користування; – телефонізація: до будівлі підводиться телефонний кабель від внутрішньоквартальної телефонної мережі, що забезпечує підключення абонентів до міської телефонної мережі залежно від можливостей телефонної станції.

1.6 Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції

Район будівництва – Сумська область.

Місто Суми та область відноситься до першої кліматичної зони.

Кліматичні характеристики приймаються відповідно до діючих норм ДБН В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».

1. Температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки з забезпеченістю 0,92 становить $-23,9^{\circ}\text{C}$.

2. Середня температура протягом опалювального періоду (періоду із середньою добовою температурою зовнішнього повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$) становить $-4,2^{\circ}\text{C}$.

3. Тривалість опалювального періоду з середньою добовою температурою зовнішнього повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$ складає 192 доби.

4. Розрахункова температура внутрішнього повітря для житлових приміщень у Сумській області приймається рівною 20°C .

5. Розрахункова відносна вологість внутрішнього повітря для житлових приміщень складає 55%.

6. Відповідно до ДБН В.2.5-67:2013, при параметрах внутрішнього середовища (температура 20°C , вологість 55%) вологий режим приміщень житлових будівель характеризується як «нормальний».

7. Сумська область відноситься до зони помірної вологості, яка характеризується як «нормальна» згідно з кліматичними нормами для даного регіону.

8. Згідно з ДБН В.2.6-31:2021, умови експлуатації зовнішніх огорожувальних конструкцій приймаються як категорія «А» для зони помірної вологості та «нормального» вологого режиму приміщень.

Конструктивна характеристика стіни наведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики шарів стіни

Шар	Матеріал	Щільність, $\text{кг}/\text{м}^3$	Товщина (δ), м	К-ф. теплопров. (λ), $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$
-----	----------	--------------------------------------	----------------------------	---

1	Штукатурка цементно-піщаним розчином	1800	0,015	0,76
2	Кладка з пустотілої керамічної цегли	1200	0,12	0,42
3	Теплоізоляційний шар із пінополістиролу	24	–	0,04
4	Облицювальна кладка з керамічної цегли	1200	0,12	0,42

Необхідний опір теплопередачі для зовнішніх стін житлових будівель для першої кліматичної зони (м. Суми, Сумська обл.) за ДБН В.2.6-31:2021 (1.1):

$$R_{qmin} = 4,00 \frac{\text{м}^2 \times \text{С}}{\text{Вт}} \quad (1.1)$$

Фактичний опір теплопередачі згідно даних з табл. 1.2 розраховується з використанням формули (1.2):

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \text{м}^2 \cdot \text{°С/Вт} \quad (1.2)$$

, де: $R_{\text{пр}}$ – фактичний (приведений) опір теплопередачі, $\frac{\text{м}^2 \times \text{С}}{\text{Вт}}$;

δ_i – товщина i -шару конструкції, м;

λ – коефіцієнт теплопередачі i -шару конструкції, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{С}}$.

$\alpha_{\text{в}}$ та $\alpha_{\text{зов}}$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь стін відповідно, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{С}}$;

Таким чином, фактичний опір теплопередачі є сумою послідовно розташованих однорідних шарів (1.3):

$$R_{\text{к}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\text{в.п.}}, \text{м}^2 \cdot \text{°С/Вт} \quad (1.3)$$

, де: R_i – термічний опір кожного шару конструкції $\frac{\text{м}^2 \times \text{С}}{\text{Вт}}$.

Необхідна товщина утеплювача визначається за формулою (1.4):

$$\delta_{\text{ут}} = \left[R_0^{\text{тп}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \right] \cdot \lambda_{\text{ут}}, \text{ м} \quad (1.4)$$

Таким чином, підставивши значення, розраховуємо необхідну товщину утеплювача для житлового будинку в Сумській області:

$$\delta_{\text{ут}} = \left[4,00 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,12}{0,42} + \frac{0,12}{0,42} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,04 = 0,132 \text{ м}$$

З метою уніфікації та виходячи з тих міркувань, що зовнішня стіна – цегляна, приймаємо товщину утеплювача 140 мм (теплоізоляція із пінополістиролу, що має щільність 24 кг/м³). Таким чином, розраховуємо загальний опір теплопередачі зовнішньої стіни:

$$R_{\text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,12}{0,42} + \frac{0,14}{0,04} + \frac{0,12}{0,42} + \frac{1}{23} = 4,25 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт},$$

Умова (1.1) виконується:

$$R_{qmin} = 4,00 \frac{\text{м}^2 \times \text{С}}{\text{Вт}} < R_{\text{пр}} = 4,25 \frac{\text{м}^2 \times \text{С}}{\text{Вт}}$$

В такому випадку загальна товщина стіни складає 380 мм.

1.7 Визначення класу наслідків (відповідальності) будівлі

Розрахунок класу наслідків 16-ти поверхової житлової будівлі виконано з використанням програмного комплексу Будівельні Технології – Кошторис ПВР на наведено нижче.

Розрахунок № Розрахунок КН -2 класу наслідків (відповідальності) для об'єкта будівництва: «16-ти поверхова житлова будівля в Сумській обл.»

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».
4. «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) - 400.

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) - 250.

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

6 Можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта (кількість людей) - 800.

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.: (48538800);

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, грн.: сум = 0=215728000 де: сум = 0;

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

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

Прогнозований обсяг збитку від можливого руйнування об'єкта дорівнює:

$$\Phi = 0,45 * 215728000 * (1 - 1/2 * 100 * 0,01) \\ = 48538800 \text{ грн.}$$

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:

$$\Phi = 48538800 + 0 = 48538800 \text{ грн.}$$

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

$$48538800 / 8000 = 6067,35 \text{ м.р.з.п.}$$

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 .

За цією характеристикою об'єкт відноситься до класу наслідків - СС1.

9 Додаткові умови згідно з пунктом 4.15 ДСТУ 8855:2019:

- Житлові будинки понад чотири поверхи - СС2.

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 «16-ти поверхова житлова будівля в Сумській області» відноситься до класу наслідків (відповідальності) - СС2.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1 Розрахунок попередньо-напруженої плити перекриття

2.1.1 Інформація до розрахунку

Розрахункова схема будівлі представлена багатоповисловою поперечною рамою, передбачає врахування різноманітних навантажень, які класифікуються як постійні та тимчасові.

Постійні навантаження, до яких належить власна вага несучих конструкцій, таких як колони, балки й перекриття, а також огорожувальних елементів, зокрема стін і покрівлі, формують базову статичну дію на систему, що є основою для подальших розрахунків.

Таблиця 2.1 – Збір навантажень від ваги покриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності за навантаження м	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1	2	3	4
Наплавлюваний матеріал «Ізопласт», $\delta = 9\text{мм}$, $\rho = 200\text{кг/м}^3$	0,018	1,3	0,023
Вирівнюючий шар (стяжка з цементно-піщаного розчину), $\delta = 20\text{мм}$, $\rho = 1800\text{кг/м}^3$	0,36	1,3	0,468
Утеплювач із жорстких мінераловатних плит на синтетичному сполучному, $\delta = 250\text{мм}$, $\rho = 100\text{кг/м}^3$	0,25	1,2	0,3
Пароізоляція з одного шару руберойду, $\delta = 1,5\text{мм}$, $\rho = 600\text{кг/м}^3$	0,009	1,3	0,012
Залізобетонна плита покриття, $\delta = 180\text{мм}$, $\rho = 2500\text{кг/м}^3$	4,5	1,1	4,95
Разом:	5,137	-	5,753

Тимчасові навантаження, які обумовлені експлуатаційними факторами, включають вагу людей, обладнання, меблів або складованих матеріалів, тоді як до них також додаються атмосферні впливи, серед яких особливе значення має снігове навантаження, що залежить від кліматичних умов регіону.

Навантаження від покриття, значення якого детально наведено в таблиці 2.1, слугує ключовим параметром, що дозволяє визначити зусилля в елементах поперечної рами, а також перевірити її несучу здатність у межах цього дослідження.

Збір навантажень від міжповерхового перекриття наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Збір навантажень від міжповерхового перекриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності за навантаження м	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1	2	3	4
Штучний паркет, $\delta = 20\text{мм}, \rho = 650 \text{ кг/м}^3$	0,13	1,1	0,143
ДВП-Т-4 на гарячій бітумній мастиці, $\delta = 5\text{мм}, \rho = 850 \text{ кг/м}^3$	0,04	1,1	0,044
Плита ДВП-М-12 у два шари, покладених насухо, $\delta = 24\text{мм}, \rho = 850 \text{ кг/м}^3$	0,204	1,1	0,224
Залізобетонна плита перекриття, $\delta = 180\text{мм}, \rho = 2500 \text{ кг/м}^3$	4,5	1,1	4,95
Разом:	4,874	-	5,361

Збір навантажень від власної ваги залізобетонної плити перекриття першого поверху приведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Збір навантажень від перекриття (перший поверх)

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності за навантаження м	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1	2	3	4
Плити мармурові $\delta = 40\text{мм}, \rho = 2800 \text{ кг/м}^3$	1,12	1,1	1,232
Вирівнюючий шар (стяжка з цементно-піщаного розчину), $\delta = 20\text{мм}, \rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	0,36	1,3	0,468
Пароізоляція – бітумна мастика, $\delta = 3\text{мм}, \rho = 1200 \text{ кг/м}^3$	0,036	1,3	0,047
Пінополістирол, $\delta = 180\text{мм}, \rho = 24 \text{ кг/м}^3$	0,043	1,2	0,052
Залізобетонна плита перекриття, $\delta = 180\text{мм}, \rho = 2500 \text{ кг/м}^3$	4,5	1,1	4,95
Разом:	6,059	-	6,749

2.1.2 Визначення зусиль в поперечній рамі

Розрахунок зводиться до визначення зусиль у конструкції рами з використанням програми Lira САПР 2016 (безкоштовна версія) року. Схеми із зазначеними навантаженнями представлені в цьому розділі ДП.

Аналіз рами проводиться з урахуванням таких типів навантажень:

- Постійне навантаження;
- Навантаження від снігу;
- Навантаження, спричинене вагою людей, тварин, обладнання, меблів, товарів тощо.

Розрахункові комбінації зусиль формуються відповідно до норм ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. При цьому враховуються дві основні групи поєднань:

1. Перша група: постійне навантаження в поєднанні з одним тривалим тимчасовим навантаженням (коефіцієнт поєднання $\psi = 1$).
 - Комбінація 1: постійне навантаження + снігове навантаження;
 - Комбінація 2: постійне навантаження + навантаження від ваги людей, тварин, обладнання, меблів, товарів тощо.
2. Друга група: постійне навантаження разом із двома або більше тимчасовими навантаженнями (коефіцієнт поєднання $\psi = 0,9$).
 - Комбінація 3: постійне навантаження + снігове навантаження + навантаження від ваги людей, тварин, обладнання, меблів, товарів тощо.

Результати розрахунків, а також відповідні епюри подані в рис. 2.1 – 2.4 даного розділу.

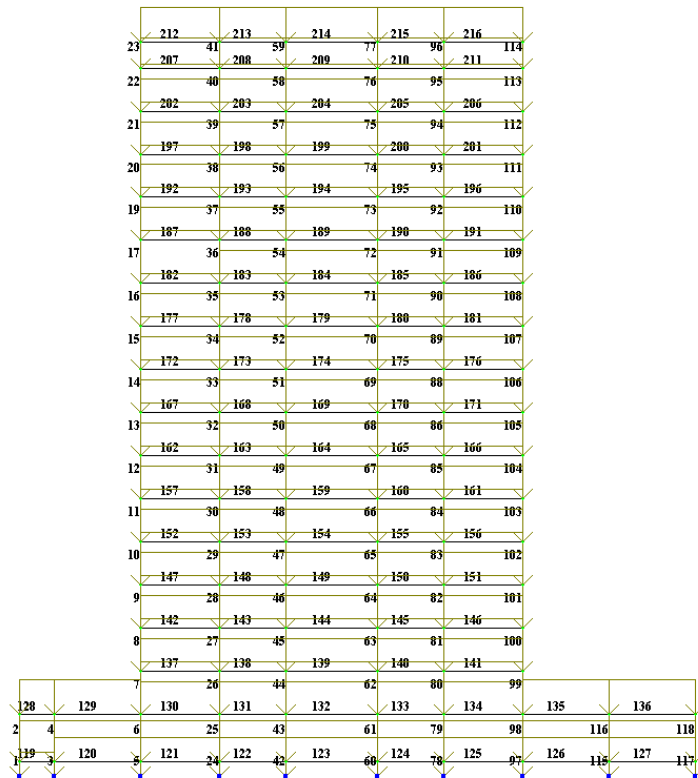


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема поперечної рами, РС3 №2

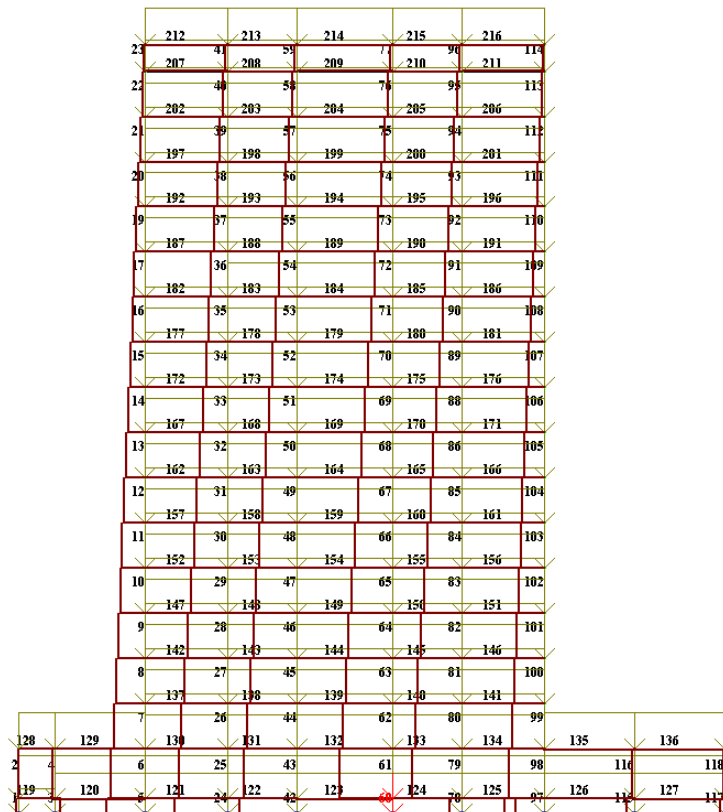


Рисунок 2.2 – Епюра N, РС3 №2

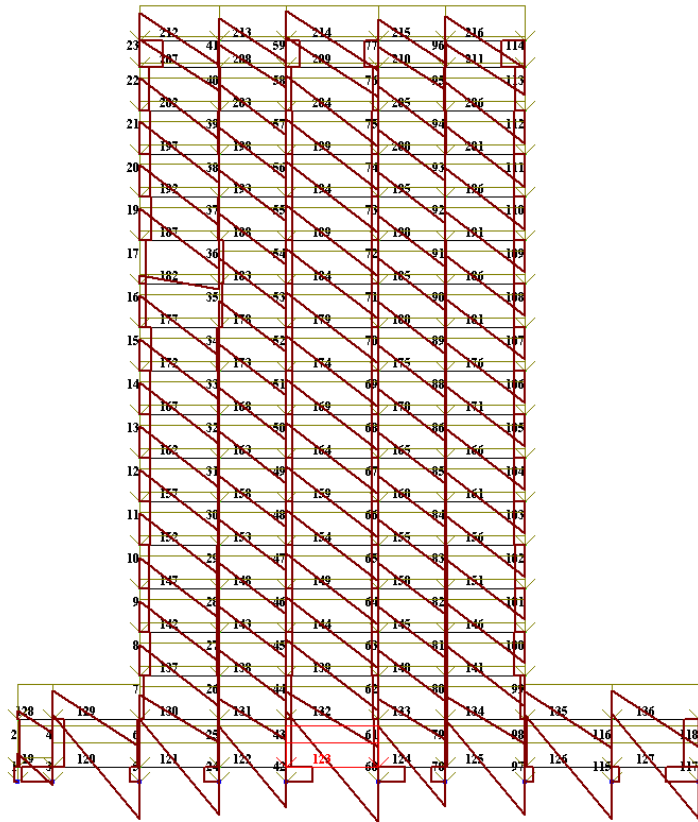


Рисунок 2.3 – Епюра Q, РС3 №2

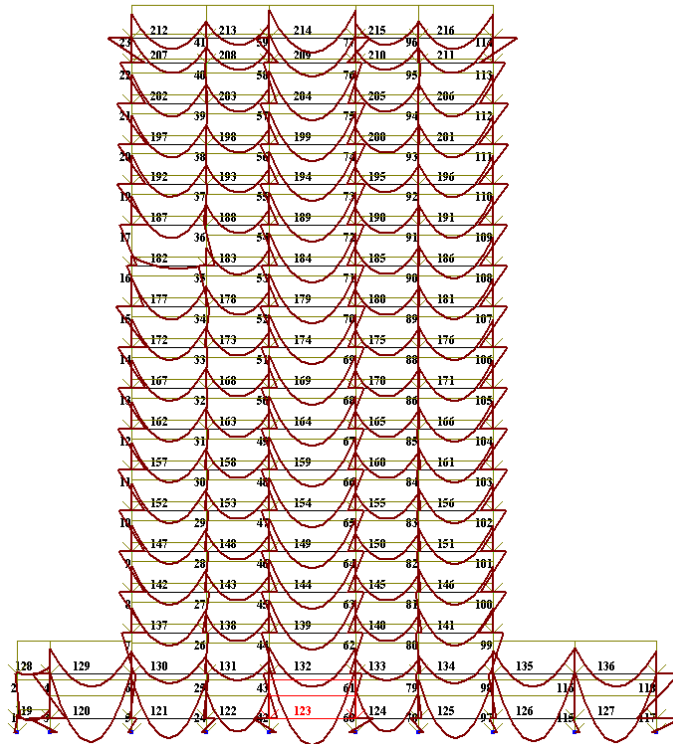


Рисунок 2.4 – Епюра M, РС3 №2

2.2 Розрахунок монолітної плити

Плити зазнають вигину в двох напрямках. Для їх армування застосовуються плоскі зварені сітки з робочою арматурою, розташованою як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках. Відповідно, підбір перерізу арматури здійснюється окремо для кожного з цих напрямків.

Для аналізу багатопрогонової плити розглядається смуга шириною 1 метр. При цьому розрахункове навантаження на 1 метр довжини плити залишається сталим. Схема розрахункових перерізів зображена на рисунку 2.5.

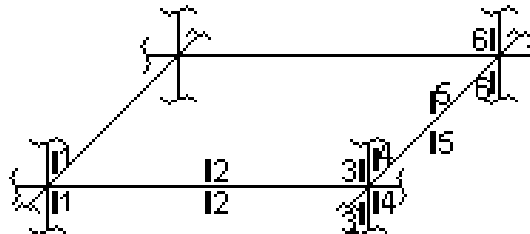


Рисунок 2.5 – Розташування розрахункових перерізів в плиті

Для плит використовується важкий бетон класу С20/25 за ДСТУ Б В.2.6-156:2010 із розрахунковою міцністю на стиск 11,5 МПа (згідно ДБН В.2.6-98:2009). Арматура — дріт типу В500 за ДСТУ 3760:2019 із розрахунковою міцністю 435 МПа. Зусилля, отримані внаслідок розрахунку рами, узагальнені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати, отримані після розрахунку поперечної рами

Розрахункові зусилля	Розрахункові перерізи					
	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6
1	2	3	4	5	6	7
Від постійного навантаження та ваги людей, тварин, обладнання, меблів тощо.	-27,318	13,592	-26,787	-12,913	6,42	-12,913

2.2.1 Розрахунок поздовжньої арматури плити

Визначення розрахункових характеристик для підбору перерізу робочої арматури наведено в формулі (2.1):

$$h_0 = h - a = h - \left(a_{з.сл.} + \frac{d}{2} \right) = 180 - (10 + 2,5) = 168 \text{ мм} \quad (2.1)$$

Нижній шар армування визначається за формулою (2.2):

$$\alpha_T = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{13,592 \cdot 10^5}{8,5 \cdot 100 \cdot 16,75^2 \cdot 100} = 0,057 \quad (2.2)$$

З врахуванням знайденої величини α_T за ДСТУ Б В.2.6-156:2010 визначаємо інші значення коефіцієнта $\zeta = 0,968$. За формулою (2.3) визначаємо площу поперечного перерізу A_s арматури:

$$A_s = \frac{M}{f_{yw} \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{13,592 \cdot 10^5}{360 \cdot 0,97 \cdot 16,75 \cdot 100} = 1,16 \text{ см}^2 \quad (2.3)$$

Для нижнього шару поздовжньої арматури обираємо з сортаменту дріт арматурний 6d5 Вр-I, з площею поперечного перерізу $A_s = 1,19 \text{ см}^2$.

Необхідно обрати верхній шар армування.

Для цього розраховуємо коефіцієнт, що враховує співвідношення між моментом, що діє в перерізі та граничною несучою здатністю (2.4):

$$\alpha_m = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{27,318 \cdot 10^5}{8,5 \cdot 100 \cdot 16,75^2 \cdot 100} = 0,115 \quad (2.4)$$

Знаходимо необхідну площу поперечного перетину арматури за формулою (2.5):

$$A_s = \frac{M}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{27,318 \cdot 10^5}{360 \cdot 0,94 \cdot 16,75 \cdot 100} = 2,35 \text{ см}^2 \quad (2.5)$$

Обираємо дріт арматурний 12d5 Вр-I, що має площу поперечного перетину $A_s = 2,36 \text{ см}^2$.

Визначившись з параметрами нижнього шару армування, аналогічно розраховуємо верхній шар армування монолітної плити перекриття. За формулою (2.6) знаходимо значення коефіцієнта α_m .

$$\alpha_m = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{12,913 \cdot 10^5}{8,5 \cdot 100 \cdot 16,75^2 \cdot 100} = 0,054 \quad (2.6)$$

З врахуванням знайденої величини α_m за ДСТУ Б В.2.6-156:2010 визначаємо інші значення коефіцієнта $\zeta = 0,969$. За формулою (2.7) визначаємо площу поперечного перерізу одного стрижня арматури A_s :

$$A_s = \frac{M}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{12,913 \cdot 10^5}{360 \cdot 0,947216 \cdot 16,75 \cdot 100} = 1,1 \text{ см}^2 \quad (2.7)$$

За сортаментом обираємо арматуру 6d5 Вр-I з площею поперечного перерізу $A_s = 1,19 \text{ см}^2$.

Таким чином, для армування плити перекриття використовуємо дві арматурні сітки С1 та С2 з наступними характеристиками:

$$C1 = \frac{5Bp - I - 150}{5Bp - I - 300} \cdot 2260 \cdot 3160$$

$$C2 = \frac{5Bp - I - 75}{5Bp - I - 150} \cdot 2260 \cdot 3160$$

2.3 Розрахунок колони

Виходячи з визначення розрахункових зусиль в поперечній рами, знаходимо найнавантаженішу колону при №2 РСЗ з наступними значеннями:

$$N_{max} = 900 \text{ кН, при цьому тривалі навантаження } N_l = 760 \text{ кН}$$

$$M_{max} = 12 \text{ кН} \times \text{м, при цьому тривалі навантаження } M_l = 7 \text{ кН} \times \text{м}$$

Для конструювання колони використовується важкий бетон класу С20/25 (згідно ДСТУ Б В.2.6-156:2010), з наступними характеристиками:

f_{cd} – 11,5 МПа – міцність бетону на стискання;

f_{cdt} – 0,9 МПа – міцність бетону на осьовий розтяг;

E_{cd} – 27000 МПа – початковий модуль пружності бетону.

Арматура поздовжня класу А400 (згідно ДСТУ 3760:2019):

f_{yd} – 400 МПа – розрахунковий опір арматури розтягуванню;

E_s – 200000 МПа модуль пружності арматури.

2.3.1 Визначення параметрів арматури в колоні

Визначаємо робочу висоту перерізу за формулою (2.8):

$$h_0 = h - a = 40 - 4 = 36 \text{ см} \quad (2.8)$$

Ексцентриситет сили визначається за формулою (2.9):

$$e_0 = M/N = 11,827/900,06 = 0,013 \text{ см, але не } < 1 \text{ см} \quad (2.9)$$

Випадковий ексцентриситет визначається за формулою (2.10):

$$e_0 = \frac{h}{30} = \frac{40}{30} = 1,33 \text{ см} \quad (2.10)$$

Оскільки випадковий ексцентриситет сили є більшим ексцентриситету сили, тобто умова (2.11) виконується:

$$e_0 = 1,33 \text{ см} > e_0 = 1 \text{ см} \quad (2.11)$$

, то приймаємо його до розрахунку статично невизначеної системи.

Перевіряємо відношення (2.12):

$$\frac{l_0}{r} = \frac{458}{11,56} = 39,8 > 14 \quad (2.12)$$

, де: $r = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 40 = 11,6$ – радіус ядра перерізу.

Це свідчить про те, що необхідно брати до увагу вплив прогину колони.

Розрахунок критичної поздовжньої сили. Оскільки розрахунок йде для колони прямокутного перетину, що має симетричне армування, то визначаємо значення критичної сили за формулою (2.13):

$$N_{cr} = \frac{6,4 \cdot E_{cd} \cdot A}{l_0} \cdot \left[\frac{r^2}{\phi_l} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1+\delta} + 0,1 \right) + \alpha \cdot \mu_1 \cdot \left(\frac{h}{2} - a \right)^2 \right] \quad (2.13)$$

В якості розрахункової довжини колон приймаємо висоту поверху, тобто $l_0 = l = 4,58$ м.

Визначаємо значення коефіцієнту поздовжнього згину ϕ_l та δ для важкого бетону (2.14) та (2.15):

$$\phi_l = 1 + \frac{M_l}{M} = 1 + \frac{7,04}{11,827} = 1,6 \quad (2.14)$$

$$\delta = \frac{e_0}{h} = \frac{1,33}{40} = 0,03 < \delta_{\min} \quad (2.15)$$

$$\delta = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot f_{cd} \quad (2.16)$$

$$\delta = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{458}{40} - 0,01 \cdot 8,5 = 0,298 \quad (2.17)$$

Приймаємо значення $\delta = 0,3$.

Задаємося коефіцієнтом армування $\mu = 0,025$ і переходимо до розрахунку критичної сили (2.13):

$$N_{cr} = \frac{6,4 \cdot 23000 \cdot 40 \cdot 40}{458^2} \cdot \left[\frac{11,56^2}{1,6} \left(\frac{0,11}{0,1+0,3} \right) + 8,7 \cdot 0,025 \cdot \left(\frac{40}{2} - 4 \right)^2 \right] \quad (2.18)$$

$$N_{cr} = 84804,2 \text{ кН}$$

Коефіцієнт η розраховується за формулою (2.16):

$$\eta = \frac{1}{1 - N/N_{cr}} = \frac{1}{1 - 900,06/84805,149} = 1,011 \quad (2.16)$$

Кінцеве значення ексцентриситету визначається за формулою (2.17):

$$e = e_0 \cdot \eta + h/2 - a \quad (2.17)$$

$$e = 1,33 \cdot 1,011 + 40/2 - 4 = 17,35 \text{ см}$$

Визначення коефіцієнта ξ_R – гранична відносна висота стиснутої зони, яка залежить від армування та матеріалів (прийнято за ДБН В.2.6-98:2009) за формулою (2.18):

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{SCU}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,789}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,789}{1,1} \right)} = 0,654 \quad (2.18)$$

, де: $\omega = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 8,5 = 0,789$,

$$\sigma_s = f_{yd} = 365 \text{ МПа}$$

Визначаємо значення α_n коефіцієнту відношення прикладеної осьової сили до несучої здатності бетону та α_s , що враховує вплив ексцентриситету та асиметрії навантаження α_n та α_s за формулою (2.19) та (2.20):

$$\alpha_n = \frac{N}{f_{cd} \cdot b \cdot h_0} = \frac{900,06 \cdot 10^3}{8,5 \cdot 40 \cdot 36 \cdot 100} = 0,735 > 0,654 \quad (2.19)$$

$$\alpha_s = \frac{\alpha_n \cdot \left(\frac{e}{h_0} - 1 + \frac{\alpha_n}{2} \right)}{1 - \delta'} = \frac{0,735 \cdot \left(\frac{17,35}{36} - 1 + \frac{0,735}{2} \right)}{1 - 0,11} = -0,12 < 0,14 \quad (2.20)$$

, де відносний ексцентриситет δ' обчислюється (2.21):

$$\delta' = \frac{a}{h_0} = \frac{4}{36} = 0,11 \quad (2.21)$$

Визначаємо коефіцієнт ξ за формулою (2.22) та порівнюємо його з граничною висотою стиснутої зони бетону:

$$\xi = \frac{\alpha_n \cdot (1 - \xi_R) + 2 \cdot \alpha_s \cdot \xi_R}{1 - \xi_R + 2 \cdot \alpha_s} \quad (2.22)$$

$$\xi = \frac{0,735 \cdot (1 - 0,654) + 2 \cdot (-0,12) \cdot 0,654}{1 - 0,654 + 2 \cdot (-0,12)} = 0,915 > 0,654$$

В результаті чого можемо розрахувати армування колони за формулою (2.23):

$$A_s = A'_s = \frac{N \cdot e / h_0 - \xi \cdot (1 - \xi / 2) \cdot \alpha_n}{f_{yd} \cdot (1 - \delta')} \quad (2.23)$$

$$A_s = \frac{900,06 \cdot 10^3 \cdot (17,35/36) - 0,915 \cdot (1 - 0,915/2) \cdot 0,735}{365 \cdot (1 - 0,11) \cdot 100} = 13,35 \text{ см}^2$$

Виходячи з розрахунку, обираємо арматуру класу А400 2d32 з площею поперечного перетину $A_s = 16,1 \text{ см}^2$.

Перевіряємо коефіцієнт армування (2.23)

$$\mu_1 = 2 \times \frac{A_s}{A} = \frac{2 \cdot 16,08}{40 \cdot 40} = 0,023$$

Оскільки знайдене значення коефіцієнта армування менше заданого, тобто $0,023 < 0,025$, то перераховувати не потрібно.

Для поперечної арматури встановлюємо з конструктивних міркувань арматуру d8 класу А-I.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка технологічної карти на виконання монолітних робіт

Технологічна карта розроблена для бетонування ядра жорсткості та пакета плит перекриттів під час зведення 16-поверхової житлової будівлі методом підйому перекриттів згідно вимог ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ Б В.2.6-156:2010.

До складу робіт входять:

- Опалубні роботи;
- Арматурні роботи;
- Бетонні роботи.

Роботи можуть виконуватися як у літній, так і в зимовий період із дотриманням відповідних норм (ДБН).

Монтаж арматурних виробів здійснюється за допомогою гусеничного стрілового крана КС-6363 вантажопідйомністю 63 т, з довжиною стріли 25,74 м, а також спеціального баштового крана КБ-503, створеного на базі приставного баштового крана КБ-573, з вантажопідйомністю від 2,2 т до 20 т залежно від вильоту гака (від 2,2 до 20 м), встановленого на чотирьох колонах всередині ядра жорсткості. У зимовий період монтаж арматурних виробів виконується електроталлю вантажопідйомністю 5 т, із швидкістю пересування 20 м/хв, що рухається по монорельсових шляхах замкнутого контуру згідно ДСТУ EN 14439:2016.

3.1.1 Бетонування плит перекриття

Бетонування плит перекриття здійснюється двома автобетононасосами з продуктивністю 60 м³/год, дальністю подачі по горизонталі — 400 м, по вертикалі — 80 м.

Перед початком роботи автобетононасоса необхідно виконати такі підготовчі заходи: облаштувати місце для стоянки автобетононасоса; огородити зону виконання робіт і встановити попереджувальні знаки; підготувати майданчик розміром 10×10 м для розміщення автобетононасоса; встановити сигнальне огороження навколо небезпечної зони; облаштувати майданчик для миття коліс автобетонозмішувачів; підвести тимчасовий водопровід і підготувати бак ємністю 0,6 м³ для запасу промивної води; забезпечити підведення електроенергії та освітлення робочих місць; підготувати необхідні інструменти, машини та пристрої для бетонних робіт; створити безпечні умови для укладання бетонної суміші; налагодити надійний звуковий зв'язок між машиністом автобетононасоса та робітниками.

Подача бетонної суміші на плиту перекриття здійснюється стрілою автобетононасоса через бетоноводи, які приєднуються до стріли та встановлюються на опори. Бетонування починають із найбільш віддаленої від автобетононасоса ділянки методом "на себе", послідовно демонтуючи ланки бетоноводу.

Прийом та укладання бетонної суміші

Бетонник спрямовує розподільчий рукав у конструкцію і дає команду машиністу автобетононасоса розпочати подачу бетонної суміші. Надходячу суміш бетонник рівномірно розподіляє по об'єму, переміщуючи рукав за допомогою спеціального пристосування. За потреби бетонник може подати команду машиністу для зміни інтенсивності подачі суміші.

Роботи в зимовий період

Для бетонування плит перекриттів у зимовий час застосовують метод бетонування в тепляку — тимчасовому опалювальному укритті, яке використовується для встановлення опалубки, монтажу арматури, укладання бетонної суміші та витримування бетону в холодних умовах.

Перед початком бетонування в тепляку необхідно: змонтувати колони першого ярусу та підйомне обладнання; підготувати необхідне обладнання,

інструменти, пристрої та інвентар; доставити на робоче місце матеріали та вироби; проінструктувати робітників з техніки безпеки та пожежної безпеки; ознайомити виконавців із технологією та організацією робіт.

Процес зведення конструкцій у тепляку відбувається в такій послідовності: визначають конструкцію та розраховують параметри витримування бетону в тепляку; влаштовують тепляк; встановлюють бортову опалубку та монтують арматуру; готують і транспортують бетонну суміш; укладають бетонну суміш; витримують бетон у тепляку.

Для покриття тепляка використовують покрівельну плиту, яка була забетонована в сприятливих кліматичних умовах і піднята під час настання холодів. По периметру піднятої плити для створення тепляка підвішують захисний екран.

Укладання та ущільнення бетонної суміші в тепляку виконують механізовано, максимально наближено до технології літнього бетонування: автобетононасоси розміщують поза тепляком, а бетонна суміш подається через отвори в екрані.

У тепляку підтримують температуру повітря на рівні низу конструкції, що бетонується, не нижче 5°C. Температуру бетону під час витримування вимірюють: кожні дві години протягом першої доби, кожні чотири години протягом наступних трьох діб, а потім один раз за зміну під час охолодження.

Для забезпечення схоплювання та твердіння бетону в тепляку за відповідних температур зовнішнього повітря використовують протиморозні добавки. За нижчих температур тепляк додатково обігрівають. Щоб зменшити тепловтрати, висоту тепляка можна скоротити, опустивши покрівельну плиту.

3.1.2 Вимоги до якості виконання будівельних робіт

Контроль виконується на різних етапах робіт: під час приймання та зберігання всіх матеріалів, що використовуються; при виготовленні та

монтажі арматурних елементів і конструкцій; під час виготовлення та встановлення елементів опалубки; на етапі підготовки основи та опалубки до укладання бетонної суміші; при приготуванні та транспортуванні бетонної суміші; а також під час догляду за бетоном у процесі його твердіння.

Під час опалубних робіт перевіряють правильність установки опалубки, надійність кріплень, а також щільність стиків між щитами та з'єднань, а також взаємне розташування опалубних форм і арматури. Положення опалубки у просторі контролюють за допомогою прив'язки до розмітних осей та нівелювання, а розміри перевіряють стандартними вимірами.

Засоби контролю якості будівельних робіт наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Засоби контролю операцій

Найменування процесів, що підлягають контролю	Предмет контролю	Інструмент та спосіб контролю	Періодичність контролю	Відповідальний за контроль	Технічна документація
1	2	3	4	5	6
Підготовчі роботи	Перевірити: – наявність акта очолювання раніше виконаних робіт; – виконання очищення поверхні нижчележачої плити перекриття від сміття, бруду, снігу та криги; – рівність поверхні нижчележачої плити перекриття або фактичну величину заданого ухилу; – винесення позначок чистої статі	Візуальний Те саме Вимірювальний (рівень будівельний, нівелір) Вимірювальний (нівелір)	До бетонування	Майстер (виконроб)	Акт освідчення прихованих робіт, загальний журнал робіт
Укладання бетонної суміші	Контролювати: – дотримання технології укладання бетонної суміші; – товщину укладаного шару	Візуальний Вимірювальний (лінійка металева)	Під час бетонування	Майстер (виконроб)	Загальний журнал робіт
Приймання виконаних робіт	Перевірити: – фактичну величину міцності бетону; – дотримання заданих розмірів товщин, площин, позначок і уклонів; – зовнішній вигляд поверхні статі	Вимірювальний Те саме (лінійка металева) Візуальний	По закінченні бетонування	Працівники служби	Акт приймання

Під час армування конструкцій контроль здійснюють на таких етапах: при прийманні арматурної сталі (перевіряють наявність заводських марок і етикеток, оцінюють якість сталі); під час складування та транспортування (дотримання правильного складування за марками, сортами, розмірами, а також безпека перевезень); при виготовленні арматурних елементів і конструкцій (правильність форми та розмірів, якість зварювальних швів, дотримання технології зварювання).

Після встановлення та з'єднання всіх арматурних елементів у блоці бетонування проводять фінальну перевірку розмірів і положення арматури з урахуванням допустимих відхилень. На етапі приготування бетонної суміші контролюють точність дозування компонентів, тривалість перемішування, а також рухливість і щільність суміші. Рухливість бетонної суміші перевіряють не рідше двох разів за зміну, і її відхилення від заданої величини не повинно перевищувати ± 1 см, а щільність — більш як 3%.

Під час транспортування бетонної суміші стежать за тим, щоб вона не почала схоплюватися, не розпадалася на складові, не втрачала рухливості через випаровування води, вимивання цементу чи передчасне твердіння. На місці укладання звертають увагу на висоту скидання суміші, тривалість вібрування та рівномірність ущільнення, уникаючи розшарування суміші та появи раковин чи порожнин.

3.2 Виконання мережевого плану-графіку виконання робіт

Календарне планування – це розробка графіка виконання будівельних робіт із визначенням їх послідовності, тривалості та взаємозв'язку. У дипломному проекті воно необхідне для організації будівельного процесу 16-поверхової житлової будівлі методом підйому перекриттів, забезпечення своєчасного завершення робіт і раціонального використання ресурсів.

Календарний план дозволяє визначити загальні строки будівництва, тривалість окремих етапів (опалубні, арматурні, бетонні роботи) та скоординувати роботу бригад. На основі відомості обсягів робіт розраховуються трудовитрати (людино-дні) та машинозміни для техніки, наприклад, автобетононасосів та крана, інших машин.

Графік виконання робіт представлений у вигляді мережевого графіка, який відображає послідовність і залежність робіт у формі вузлів (подій) та стрілок (робіт). Особливістю мережевого графіка є можливість чітко визначити критичний шлях – найдовшу послідовність робіт, що впливає на загальну тривалість будівництва, а також виявити резерви часу для некритичних робіт, що сприяє ефективному управлінню проектом.

3.2.1 Визначення параметрів монтажного крану

Для визначення основних параметрів монтажного крану (тобто висота підйому гаку, максимальна вантажопідйомність та виліту стріли) необхідно провести наступний розрахунок.

Визначення висоти підйому гака крану H_k за формулою (3.1):

$$H_k = h_m + h_z + h_e + h_r, \text{ м} \quad (3.1)$$

, де: h_m – перевищення опори елемента, що монтується над рівнем, де знаходиться кран, м;

h_z – прийнятий запас по висоті, м;

h_e – висота елемента, що монтується (колона першого ярусу), м;

h_k – висота вантажозахоплювального пристрою (гака), м.

$$H_k = -0,75 + 0,5 + 15,08 + 4,5 = 19,33 \text{ м}$$

Вантажопідйомність крану Q_k визначається за формулою (3.2):

$$Q_k = Q + \sum q, \text{ т} \quad (3.2)$$

, де: Q – маса елемента, що монтується (прийнята колона), т;

$\sum q$ – загальна маса вантажозахоплювальних пристроїв, т.

$$Q_k = 6,032 + 0,15 = 6,182 \text{ т}$$

Наступним параметром є визначення виліту гака стрілового крану, що визначається за формулою (3.3):

$$l_{кр} = \frac{(b - d) \cdot (H_k - h_{ш})}{h_n + h_r} + c, \text{ м} \quad (3.3)$$

, де: b – мінімальна відстань між стрілою та монтованим елементом або між стрілою та вже встановленою конструкцією, вимірюється в метрах;

d – відстань від осі обертання крана до найбільш виступаючої частини будівлі, яка приймається в межах 1–1,5 м;

$h_{ш}$ – висота шарніра основи стріли відносно рівня стоянки крана, яка становить 1,5 м;

c – відстань від осі обертання крана до осі шарніра його основи, яка приймається рівною 1,5 м.

$$l_{кр} = \frac{(3 + 1,5) \cdot (19,33 - 1,5)}{1,5 + 4,5} + 1,5 = 14,87 \text{ м}$$

Проводимо розрахунок довжини стріли (3.4)

$$L_{c,min} = \sqrt{(l_{кр} - c)^2 + (H_k - h_{ш})^2}, \text{ м}$$

$$L_{c,min} = \sqrt{(14,87 - 1,5)^2 + (19,33 - 1,5)^2} = 22,29 \text{ м} \quad (3.4)$$

За приведеними розрахунками обираємо кран **СКГ-63/100**, що має вантажопідйомність 63 тони, довжина стріли 26 м.

Для монтажу колон наступних ярусів як зовні, так і всередині ядра жорсткості, залізобетонних конструкцій у межах ядра жорсткості, а також для подачі матеріалів і виробів на поверхи використовується баштовий кран КБ-573, із вантажопідйомністю 5 т і вильотом від 2 до 20 м, який встановлений на чотирьох колонах усередині ядра жорсткості.

3.2.2 Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт

Відомість обсягів робіт – це документ, що узагальнює всі види робіт для будівництва 16-поверхової житлової будівлі методом підйому перекриттів, із зазначенням їх обсягів, одиниць виміру та черговості виконання. У дипломному проекті вона необхідна для оцінки трудовитрат, розрахунку потреби в ресурсах (матеріали, техніка, робоча сила) і складання календарного плану.

Документ охоплює дані про обсяги опалубних, арматурних і бетонних операцій (наприклад, кількість опалубки в м², маса арматури в тоннах, об'єм бетону в м³), порядок їх виконання (підготовка, монтаж опалубки, армування, заливка бетону, витримування), а також трудомісткість (у людино-днях) і витрати машинного часу для обладнання. Відомість забезпечує обґрунтований розподіл ресурсів, узгодженість етапів і контроль за ходом будівництва.

Для складання відомості об'ємів будівельно-монтажних робіт необхідно скласти перелік усіх видів робіт, який має відповідати номенклатурі, прийнятій для даного типу об'єкта. Послідовність запису робіт повинна

відображати технологічний процес їх виконання на будівельному майданчику, починаючи від підготовчих етапів (розмітка, очищення території) і завершуючи завершальними операціями.

Визначення обсягів виконання БМР наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт

	Види робіт	Одиниця вимірювання	Кількість	Витрати праці на одиницю виміру, чел.-ч	Витрати праці весь обсяг, чел.-ч
1	2	3	4	6	7
1	Влаштування котловану під фундаментну плиту	1000 м ³	0,528	35,73	18,865
2	Влаштування котлованів під окремі стовпчасті фундаменти	1000 м ³	0,774	35,73	27,655
3	Добір ґрунту вручну	100 м ³	0,651	82,84	53,929
4	Зворотне засипання пазух	100 м ³	9,114	88,50	806,6
5	Трамбування ґрунту	100 м ³	5,196	12,53	65,106
6	Влаштування монолітного з/б фундаментної плити під ядро жорсткості і чотири внутрішньоствольні колони	100 м ³	1,051	283,14	297,3
7	Влаштування монолітних ж/б стовпчастих фундаментів під колони поза ядром жорсткості і під колони першого поверху	100 м ³	1,316	785,88	1034,218
8	Влаштування бітумної фарбувальної гідроізоляції фундаментів	100 м ²	8,9	29,9	266,11
9	Влаштування бетонного підготовчого шару товщиною 100 мм для бетонування пакету плит перекриттів	100 м ³	1,732	180	311,76
10	Зведення ядра жорсткості	10 м ²	459,54	3,22	1479,54
11	Виготовлення пакету з 17 плит перекриттів усередині ядра жорсткості	100 м ³	3,394	220,66	748,92
12	Виготовлення пакету з 16 плит перекриттів поза ядром.	100 м ³	19,869	220,66	4384,29
13	Виготовлення плит перекриття першого поверху	10 м ²	173,2	2,07	358,524
14	Монтаж з/б конструкцій:	100 шт.	0,32	736,28	235,61

	Колони першого ярусу (всередині та поза ядром жорсткості)				
	Колони другого-шостого ярусів поза ядром жорсткості	100 шт.	1,4	1223,32	1712,648
	Колони наступних ярусів усередині ядра жорсткості	100 шт.	0,52	969,85	504,322
	Колони першого поверху	100 шт.	0,6	495,04	297,024
	Сходові марші	100 шт.	0,32	261,80	83,776
	Сходові майданчики	100 шт.	0,16	282,03	45,125
	Ліфтові шахти	100 шт.	0,64	240,38	153,843
	Перемички	100 шт.	3,64	17,61	64,100
15	Монтаж інвентарних металевих колон	100 шт.	0,32	10,47	3,35
16	Монтаж плит перекриттів усередині ядра жорсткості за допомогою механічного підйомного обладнання	100 м3	3,394	215,84	732,561
17	Монтаж плит перекриттів поза ядром жорсткості за допомогою механічного підйомного обладнання	100 м3	19,869	215,84	4288,525
18	Зведення цегляних зовнішніх стін з утеплювачем з пінополістиролу	1 м3	1416,9	8,40	11901,96
19	Влаштування гіпсокартонних перегородок (міжкімнатних та міжквартирних)	100 м2	59,25	252,88	14983,14
20	Пристрій з/б перегородок усередині ядра жорсткості	100 шт.	2,08	207,06	430,684
21	Влаштування покрівлі з наплавлюваного матеріалу - ізоеласта	100 м2	16,77	20,29	340,263
22	Влаштування пароізоляції (один шар руберойду)	100 м2	16,77	10,51	176,253
23	Влаштування теплоізоляції з мінераловатних плит	100 м2	16,77	45,54	763,71
24	Влаштування цементно-піщаної стяжки	100 м2	16,77	32,22	540,329
25	Встановлення віконних блоків	100 м2	8,299	161,33	1338,91
26	Встановлення вітражів першого поверху	100 м2	1,694	161,33	273,293
27	Встановлення дверних блоків	100 м2	14,08	115	1619,2
28	Установка балконних дверних блоків	100 м2	4,035	220,04	887,80
29	Монтаж скла в алюмінієвому каркасі: Огородження лоджій та балконів	100 м2	31,073	115,26	3581,474
	Перегородки першого поверху	100 м2	3,76	87,80	330,128

30	Влаштування підвісних стель	100 м2	15,29	102,46	1635,262
31	Влаштування теплоізоляції з пінополістиролу підлог першого поверху	100 м2	17,32	28,38	491,542
32	Пристрій пароізоляції (бі-тумна мастика)	100 м2	17,32	10,51	182,033
33	Влаштування цементно-піщаної стяжки	100 м2	17,32	39,51	684,313
34	Влаштування покриттів підлог першого поверху з мармурових плит	100 м2	15,51	371	4032,76
35	Влаштування покриттів лоджій та балконів з мармурових плит	100 м2	11,97	260,01	3112,32
36	Влаштування підлог: З лінолеуму	100 м2	17,81	42,20	751,582
	Керамічна плитка	100 м2	4,869	119,78	583,209
	Штучний паркет	100 м2	61,33	45,4	2784,382
37	Забарвлення бетонних елементів фасаду	100 м2	4,606	19,2	88,435
38	Оштукатурювання внутрішніх поверхонь зовнішніх стін	100 м2	37,287	85,84	3200,716
39	Шпаклівка стель	100 м2	110,28	17,25	1902,347
40	Шпаклівка перегородок	100 м2	173,5	12,19	2114,965
41	Забарвлення стель покращене водоемульсійними складами	100 м2	110,28	53,9	5944,15
42	Забарвлення стін та перегородок покращене водоемульсійними складами	100 м2	75,09	42,9	3221,361
43	Обклеювання шпалер	100 м2	98,41	32,74	3221,943
44	Забарвлення позаквартирних і зовнішніх дверей	100 м2	2,588	22,99	59,498
Сумарна трудомісткість загальнобудівельних робіт, Q					89151,84
45	Монтаж ліфтів пасажирських вантажопідйомністю до 400 кг	ліфт	2	1047	2094
46	Монтаж ліфтів пасажирських вантажопідйомністю до 1000 кг	ліфт	2	1377	2754
Сумарна трудомісткість монтажних робіт, Q _м					4848

3.3 Розрахунок будівельного генерального плану

3.3.1 Визначення необхідної кількості працівників

Загальна кількість працівників розраховується за формулою (3.5):

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{роб}} + N_{\text{ІТП}} + N_{\text{служб}} + N_{\text{МОП}}, \text{чол} \quad (3.5)$$

, де: $N_{\text{заг}}$ – сумарна чисельність осіб, що працюють на об’єкті будівництва;

$N_{\text{роб}}$ – обсяг робочої сили, визначений на основі графіка змін чисельності у мережевому графіку;

$N_{\text{ІТП}}$ – кількість інженерів та технічних спеціалістів; n

$N_{\text{служб}}$ – чисельність адміністративного персоналу;

$N_{\text{МОП}}$ – кількість працівників допоміжного обслуговуючого персоналу.

Визначаємо кількість наведених працівників за співвідношенням, наведеними в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Визначення співвідношення працюючих в залежності від їх категорії

Працівники	ІТП	Адмін. персонал	МОП
85	10,5	3,2	1,5

Визначаємо чисельність ІТП за формулою (3.6) залежно від кількості працівників, в залежності від графіку руху робітників (тобто 72 чол), а значить:

$$N_{\text{ІТП}} = \frac{72}{85} = 10 \text{ чол} \quad (3.6)$$

Кількість адміністративного персоналу та МОП розраховується за формулою (3.7):

$$N_{\text{служ,МОП}} = \frac{72 \times 4,5}{85} = 4 \text{ чол} \quad (3.7)$$

Тоді загальна кількість працівників на будівельному майданчику при зведенні 16-типоверхової житлової будівлі становить (3.8):

$$N_{\text{заг}} = 72 + 10 + 4 = 86 \text{ чол} \quad (3.8)$$

3.3.2 Розрахунок потреби в тимчасових будівлях

Визначаємо потребу в тимчасових спорудах, аналізуючи специфіку будівельного процесу 16-поверхової житлової будівлі.

До складу включаються пункти обігріву для зимових умов, зони для зберігання інструментів і обладнання, а також місця для санітарно-побутового обслуговування.

Розрахунок площ базується на кількості змінних бригад, обсягах матеріалів, що зберігаються, та потребах у технічному обслуговуванні механізмів, таких як автобетононасоси та крани, що забезпечує безперервність і безпеку робіт на об'єкті.

Розрахунок здійснено в табличному вигляді та наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Визначення площ тимчасових будівель та споруд

Найменування будівель	Чисельність персоналу	Норма на одну особу, м ²	Розрахункова площа, м ²
1	2	3	4
Службові:			
Контора	11	4	44
Диспетчерська	1	7	7
Кімната для зборів	86	0,75	64,5
Санітарно-побутові:			
Вбиральня	144	0,6	86,4
Душова	72	0,82	59,04
Приміщення для прийому їжі та відпочинку	72	1	72
Приміщення для обігріву	72	0,1	7,2
Сушарка	72	0,2	14,4
Туалет	86	0,1	8,6

Для тимчасових будівель і споруд, що застосовуються на будівельному майданчику, визначаємо контингент працівників, який включає різні категорії персоналу, залученого до виконання робіт. До складу входять основні виконавці, технічні фахівці, відповідальні за організацію та контроль процесу, а також допоміжний персонал, що забезпечує підтримку операцій. Розрахунок необхідних площ базується на кількості працівників, потребах у зберіганні матеріалів і специфіці технологічного процесу, що сприяє створенню комфортних умов праці та безперервного функціонування об'єкта.

На основі цих даних підбираємо необхідні для зведення тимчасові будівлі та споруди (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Перелік прийнятих тимчасових будівель

Найменування будівель	Розрахункова площа, м ²	Прийнята площа, м ²	Кількість будівель	Розмір у плані, м	Тип тимчасової будівлі
1	2	3	4	5	6
Службові					
Контора Диспетчерська	51	57,6	1	9,97 х6,25	Збірно-розбірне
Кімната для зборів	64,5	96,26	2	8,81х5,47	Контейнерне
Санітарно-побутові					
Приміщення для прийому їжі та відпочинку	72	74	2	6,9х6,0	Контейнерне
Приміщення для обігріву та сушарка	21,6	22	1	9,0х2,7	Пересувне
Гардеробна з душею	145,44	154	7	9,0х2,7	Пересувне
Туалет	8,6	14,3	1	6,0х2,7	Контейнерне
Складські					
Комора	242,61	283,2	4	12,0х9,0	Збірно-розбірне
Виробничі					
Малярна станція	–	10,6	1	4,25х2,5	Пересувне
Штукатурна станція	–	8,45	1	3,85х2,21	Пересувне

3.3.3 Визначення площ тимчасових складів та майданчиків

Для визначення площі складів, що використовуються на будівельному майданчику, аналізуємо потреби в зберіганні матеріалів, необхідних для виконання робіт. У розрахунок включаються обсяги матеріалів, задіяних у процесі, а також категорії персоналу, відповідального за їх приймання та видачу. Площа визначається з урахуванням обсягів зберігання, умов доступу до матеріалів і специфіки логістичного забезпечення, що забезпечує ефективне управління ресурсами та безперебійну роботу на об'єкті.

Визначаємо необхідний запас будівельних матеріалів на складі за формулою (3.9):

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{T} \times \alpha \times n \times k, \text{ т} \quad (3.9)$$

, де: $Q_{\text{зап}}$ – необхідна кількість матеріалів для запасу;

$Q_{\text{заг}}$ – загальна к-сть матеріалів для виконання будівельних робіт;

T – тривалість для виконання певного типу робіт;

α – прийнятий коефіцієнт нерівномірності постачання матеріалів;

n – нормативна кількість матеріалів, дн;

k – прийнятий коеф. споживання матеріалу, прийнято 1,3.

Площа складу (корисна) визначається за формулою (3.10):

$$F = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}, \text{ м}^2 \quad (3.10)$$

, де: q – нормативна кількість матеріалів для 1 м² складу.

Загальна площа визначається за формулою (3.11):

$$S = \frac{F}{\beta}, \text{ м}^2 \quad (3.11)$$

, де: β – коефіцієнт, що приймає до увагу загальні розміри проїздів;

Для розрахунку площі складів, необхідних на будівельному майданчику, визначаємо обсяги матеріалів, що потребують зберігання, з урахуванням їх типу та характеристик. Враховуємо частоту постачання, терміни використання матеріалів, а також кількість працівників, задіяних у логістичних процесах. Площа розраховується на основі норм розміщення матеріалів, забезпечення зручного доступу для транспортування та вимог до безпечного складування, що сприяє безперервному виконанню робіт і раціональному використанню простору.

Визначення необхідної площі складів виконано в табличному вигляді та наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок площ складських приміщень

Конструкції, виробн. матеріали	Одиниця виміру	Q _{зар}	T, дні	Q _{зар} /T	n, дні	α	k	Q _{зан}	q	F, м ²	β	S, м ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Відкриті склади												
Колони	м ³	322,34	70	4,615	3	1,1	1,3	19,76	0,82	24,09	0,5	48,18
Сходові марші	м ³	132,914	18	7,384	3	1,1	1,3	31,68	0,6	52,8	0,5	104,16
Сходові майданчики	м ³	86,784	18	4,821	3	1,1	1,3	20,68	0,6	34,48	0,5	68,96
Перемички	м ³	28,145	68	0,414	3	1,1	1,3	1,78	0,6	2,96	0,5	5,92
Цегла керамічна	м ³	571,01	68	8,397	3	1,1	1,3	36,02	0,7	51,46	0,5	102,93
Разом:											330,15	
Навіси												
Руберойд	м ²	1844,7	15	122,98	10	1,1	1,3	1758,61	200	8,79	0,6	14,66
Мастика	т	19,398	61	0,318	10	1,1	1,3	4,55	0,9	5,05	0,6	8,42
Керамічні плитки	м ²	496,638	6	82,773	5	1,1	1,3	591,83	80	7,39	0,6	12,33
Плитки мармурові	м ²	2748	45	61,07	5	1,1	1,3	436,63	78	5,6	0,6	9,33
Плитки мінераловатні	м ³	431,828	20	21,59	5	1,1	1,3	154,37	0,8	192,96	0,6	321,6
Плитки пінополістирольні	м ³	1578,306	100	15,783	5	1,1	1,3	112,85	0,8	141,06	0,6	235,1
Ізоласт	м ²	1928,55	15	128,57	10	1,1	1,3	1838,55	200	9,19	0,6	15,32
Блоки віконні	м ²	999,3	28	35,689	4	1,1	1,3	204,14	45	4,54	0,6	7,56
Блоки дверні	м ²	1408	28	50,29	4	1,1	1,3	287,63	45	6,39	0,6	10,65
Блоки дверні балконні	м ²	403,5	28	14,41	4	1,1	1,3	82,43	45	1,83	0,6	3,05
Арматура	т	310,159	52	5,965	5	1,1	1,3	42,65	4,2	10,15	0,6	16,92
Разом:											654,94	
Закриті склади												
Листи гіпсокартонні	м ²	12442,5	79	157,5	5	1,1	1,3	1126,13	200	5,63	0,7	8,04
Склопакети	м ²	3483,3	34	102,45	10	1,1	1,3	1465,04	200	7,33	0,7	10,47
Панелі стельові	м ²	1574,87	13	121,144	5	1,1	1,3	866,18	200	4,33	0,7	6,19
Лінолеум	м ²	1816,62	8	227,08	10	1,1	1,3	3247,21	95	34,18	0,7	48,83
Штучний паркет	м ²	6255,66	22	284,348	8	1,1	1,3	3252,94	40	81,32	0,7	116,18
Клей	кг	217	27	8,037	10	1,1	1,3	114,93	300	0,38	0,7	0,55
Шпалери	м ²	11317,15	27	419,154	10	1,1	1,3	5993,9	240	24,98	0,7	35,68
Шпаклівка	кг	14914	36	414,28	10	1,1	1,3	5924,17	900	6,58	0,7	9,4
Фарба	кг	12340	42	293,81	10	1,1	1,3	4201,48	900	4,67	0,7	6,67
Разом:											242,61	

3.3.4 Розрахунок потреби будмайданчика у водопостачанні

Загальна потреба будівельного виробництва виконується за формулою (3.12):

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{душ}}, \quad \text{л/с} \quad (3.12)$$

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

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

$Q_{\text{душ}}$ – потреба води на душові, л/с.

За мережевим графіком та нормативними витратами води визначаємо максимальну витрату на виробничі потреби за формулою (3.13):

$$Q_{\text{пр}} = \sum Q_{\text{вир}}^{\text{max}} \cdot k_1 / (t_1 \cdot 3600), \quad \text{л/с} \quad (3.13)$$

, де: $\sum Q_{\text{вир}}^{\text{max}}$ – максимальний рівень витрати води за графіком;

k_1 – прийнятий коеф. нерівномірного використання водних ресурсів = 1,5;

t_1 – тривалість зміни, год.

Згідно даними об'єкта аналога проводимо розрахунок:

$$Q_{\text{пр}} = 70736 \cdot 1,5 / (8 \cdot 3600) = 3,7 \text{ л/с}$$

Витрата води на господарсько-побутові потреби розраховується за формулою (3.14):

$$Q_{\text{госп}} = \sum Q_{\text{госп}}^{\text{max}} \cdot k_2 / (t_2 \cdot 3600), \quad \text{л/с} \quad (3.14)$$

, де: $\sum Q_{\text{госп}}^{\text{max}}$ – максимальна потреба води на господарсько-побутові потреби (залежить від к-сті працівників на норму використання), л/с;

k_2 – прийнятий коеф. нерівномірного використання водних ресурсів = 2,0;

t_2 – тривалість зміни, год.

$$Q_{\text{госп}} = 86 \cdot 20 \cdot 2 / (8 \cdot 3600) = 0,12 \text{ л/с}$$

Визначаємо витрату води на душові потреби за формулою (3.15):

$$Q_{\text{душ}} = \sum Q_{\text{душ}}^{\text{max}} \cdot k_3 / (t_3 \cdot 3600), \quad \text{л/с} \quad (3.15)$$

, де: $\sum Q_{\text{душ}}^{\text{max}}$ – необхідна витрата води на душові, визначається шляхом кількості працівників, що використовують душову установку, на нормативні значення, л/с;

k_3 – прийнятий коеф. нерівномірного використання водних ресурсів = 1,0;

t_3 – тривалість зміни, год.

$$Q_{\text{душ}} = 72 \cdot 40 \cdot 1 / (0,75 \cdot 3600) = 1,06 \text{ л/с}$$

Тоді загальна витрата становитиме:

$$Q_{\text{заг}} = 3,7 + 0,12 + 1,07 = 4,9 \text{ л/с}$$

Визначаємо діаметр тимчасового водопроводу за формулою (3.16):

$$D = 35,69 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{обш}}}{V}}, \text{ мм} \quad (3.16)$$

, де: V – швидкість руху води в трубопроводі, м/с.

$$D = 35,69 \cdot \sqrt{\frac{4,9}{1}} = 79 \text{ мм}$$

Обираємо діаметр трубопроводу $d = 100$ мм, а для протипожежних цілей також діаметр $d = 100$ мм.

3.3.5 Розрахунок потреби в електропостачанні будмайданчику

Загальна потреба в електропостачанні будівельного майданчику для задоволення виробничих потреб визначається за формулою (3.17):

$$W_{\text{вир}} = \sum P_{\text{вир}} \times \frac{k_c}{\cos \phi}, \text{ кВт} \quad (3.17)$$

, де: k_c – коефіцієнт використання = 0,3;

$\cos \phi$ – коефіцієнт потужності = 0,5;

$P_{\text{вир}}$ – потужність електроустановок, інструментів та буд. техніки, кВт.

Виходячи з потреби в будівельній техніці, загальна потужність $P_{\text{вир}} = 382$ кВт на виконання будівельних робіт. Для зовнішнього освітлення прийняті прожектори вуличні ПЗС-45р = 0,2-0,3 $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{лк}}$. Кількість ламп для освітлення майданчику згідно схеми будівельного генплану прийнято $n = 80$ ламп.

$$W_{\text{вир}} = 374,2 \cdot 0,3/0,5 + 8,8 \cdot 0,35/0,4 = 233 \text{ кВт}$$

Для освітлення будмайданчику обираємо 8 прожекторів, котрі мають по 10 ламп ПЗС-45 з потужністю 1,47 кВт. Вони встановлюються на інвентарні столби по периметру будмайданчику.

Визначаємо загальну потужність трансформатора виходячи з потреб зовнішнього освітлення, матеріальних битовок, внутрішнього освітлення, електроспоживачів за формулою (3.18):

$$W_{\text{заг}} = 1,1 \times (233 + 19 + 5,15) = 282 \text{ кВт} \quad (3.18)$$

Обираємо трансформаторну станцію потужністю 400 кВт ТМ400/6.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1 Розробка локального кошторису

Визначення вартості будівельно-монтажних робіт для зведення 16-поверхової житлової будівлі методом підйому перекриттів здійснюється на основі базисної кошторисної вартості з урахуванням актуальних Кошторисних Норми України «Настанова з визначення вартості будівництва».

Для розрахунку застосовуються кошторисні норми та розцінки на будівельні роботи, зокрема одиничні розцінки на основні процеси (опалубні, арматурні, бетонні роботи), а також норми на монтаж устаткування, якщо це передбачено проектом.

Вартість визначається шляхом складання локальних кошторисів, які включають прямі витрати (матеріали, оплата праці, експлуатація машин і механізмів), накладні витрати та планові нагромадження за необхідності. Прямі витрати розраховуються на основі відомості обсягів робіт, де враховуються обсяги матеріалів (бетон, арматура), трудовитрати (людино-дні) та машинозміни. Накладні витрати приймаються у відсотках від прямих витрат і враховують організаційні витрати на управління будівництвом, тимчасові споруди та забезпечення умов праці. Планові нагромадження встановлюються у розмірі, визначеному для будівельних організацій, і складають частку від загальної суми прямих і накладних витрат, забезпечуючи рентабельність виконання робіт.

Розрахунок локального кошторису проведено з використанням Будівельні Технології Кошторис 8 та наведено в додатку А.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ

5.1 Основні положення щодо охорони праці в будівництві

Основним нормативним документом, який регулює сферу охорони праці в будівництві в Україні, є Закон України «Про охорону праці», а також:

ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві.

Основні положення

Закон України «Про пожежну безпеку» від 17.12.1993 № 3745-XII;

Закон України «Про правові засади цивільного захисту» від 24.06. 2004 № 1859-IV;

ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва;

ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12);

ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.

Таким чином визначаються ключові принципи взаємодії між роботодавцями та працівниками у питаннях безпеки праці, а головна мета полягає в тому, щоб забезпечити такі умови трудової діяльності, які гарантують збереження життя і здоров'я працівників під час виконання їхніх професійних обов'язків.

Українське законодавство чітко окреслює права працівників у сфері охорони праці, надаючи їм низку гарантій. Кожен працівник має право на:

- Робоче місце, облаштоване відповідно до стандартів безпеки та гігієни праці, що встановлені нормативними актами;
- Соціальне страхування, яке є обов'язковим і захищає від ризиків нещасних випадків на виробництві чи професійних захворювань, як це передбачено чинним законодавством;
- Доступ до правдивої інформації, яку роботодавець, державні органи чи громадські організації зобов'язані надавати щодо умов праці, потенційних

загроз здоров'ю та заходів із захисту від шкідливих чи небезпечних факторів на робочому місці;

- Відмову від роботи, якщо через невідповідність умов праці вимогам безпеки виникає реальна загроза життю чи здоров'ю, за винятком окремих випадків, визначених законом, до моменту усунення такої небезпеки;

- Забезпечення засобами захисту, причому як індивідуального, так і колективного характеру, що надаються коштом роботодавця відповідно до вимог охорони праці;

- Навчання безпечним методам роботи, яке роботодавець фінансує та проводить для підвищення рівня безпеки під час виконання трудових завдань;

- Професійну перепідготовку, яка здійснюється за рахунок роботодавця, якщо робоче місце ліквідується через порушення норм охорони праці;

- Перевірку умов праці, яку працівник може ініціювати, звернувшись до органів державного нагляду, щоб оцінити відповідність робочого місця встановленим стандартам;

- Позачерговий медичний огляд, який проводиться за медичними показаннями з гарантією збереження посади та середньої зарплати на період обстеження;

- Компенсаційні виплати, передбачені законодавством, трудовим чи колективним договором, залежно від умов праці та можливих ризиків.

Обов'язки роботодавця щодо забезпечення безпеки праці

Роботодавець несе відповідальність за створення безпечних умов праці, що відповідають законодавчим нормам. Він зобов'язаний:

- Гарантувати безпеку, коли працівники працюють із будівлями, спорудами, обладнанням, технологічними процесами, а також із сировиною чи матеріалами, що використовуються у будівництві;

- Організувати застосування засобів захисту, як індивідуальних, так і колективних, для мінімізації виробничих ризиків;

- Створити умови праці, які повністю відповідають стандартам охорони праці на кожному робочому місці;
- Закупити та видати спецодяг і засоби захисту, витрачаючи на це власні кошти, щоб забезпечити належний рівень безпеки працівників;
- Проводити навчання, яке включає інструктажі, стажування та перевірку знань із питань охорони праці, щоб працівники могли безпечно виконувати свої обов'язки;
- Заборонити роботу особам, які не пройшли необхідного навчання, інструктажу чи перевірки знань, а також тим, хто не склав медичний огляд або має протипоказання до виконання певних робіт;
- Запобігати надзвичайним ситуаціям, вживаючи заходів для збереження здоров'я та життя працівників, надаючи першу допомогу постраждалим і проводячи розслідування нещасних випадків чи професійних захворювань у встановленому законом порядку;
- Забезпечити санітарно-побутові умови, а також лікувально-профілактичне обслуговування, що відповідає вимогам безпеки та гігієни праці.

5.2 Аналіз виробничих умов на будівельному майданчику

Проведення робіт у будівельному виробництві, а також у сфері промисловості будівельних матеріалів і будівельної індустрії має здійснюватися з урахуванням вимог, визначених у ДБН "Організація будівництва". Перед початком діяльності в умовах, де присутні виробничі ризики, необхідно чітко позначити зони, де можуть діяти небезпечні фактори, що загрожують здоров'ю чи життю людей. На межах таких зон слід встановлювати захисні огороження, а в потенційно небезпечних районах – сигнальні огорожі та відповідні знаки безпеки, які інформують про можливі ризики.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити працівників, залучених до будівельних робіт, належними санітарно-побутовими приміщеннями, до яких належать гардеробні, сушильні для одягу та взуття, душові, а також кімнати для прийому їжі та відпочинку. У межах цих приміщень необхідно передбачити спеціально обладнані місця з аптечками, ношами, фіксуючими шинами та іншими засобами для надання першої медичної допомоги у разі нещасних випадків.

Виробничі території, робочі ділянки та місця праці мають бути оснащені відповідними засобами колективного або індивідуального захисту, первинними засобами гасіння пожеж, а також пристроями зв'язку, сигналізації та іншими технічними засобами, які гарантують безпечні умови праці відповідно до чинних нормативів та умов трудових угод.

При плануванні та утриманні виробничих зон місця для тимчасового чи постійного перебування працівників, включаючи санітарно-побутові приміщення та проходи, повинні розташовуватися поза межами небезпечних зон, щоб мінімізувати ризики для здоров'я та безпеки.

5.3 Забезпечення електробезпеки при виконання БМР

Монтаж і демонтаж засобів механізації необхідно проводити відповідно до інструкцій заводу-виробника під наглядом особи, відповідальної за технічний стан машин, або керівника, якому підпорядковуються монтажники. Забороняється здійснювати такі роботи на відкритих майданчиках під час ожеледиці, туману, снігопаду, грози, а також за температури повітря чи швидкості вітру, що перевищують допустимі значення, зазначені в технічному паспорті машини.

Перед початком експлуатації мобільних машин на території будівельного майданчика керівник робіт зобов'язаний визначити робочу зону машини та межі небезпечної зони, яку вона створює. При цьому

забезпечується належна видимість робочої зони, а також можливість огляду суміжних зон із робочого місця машиніста. Якщо машиніст не має достатнього огляду робочої зони, для координації дій призначається сигнальник, а всі працівники, залучені до цієї роботи, мають бути ознайомлені зі значеннями сигналів.



Рисунок 5.1 – Основні знаки щодо електробезпеки

Технічний стан і комплектація автомобілів усіх типів, марок і призначень, що використовуються на об'єкті, повинні відповідати Правилам з охорони праці на автомобільному транспорті. Під час розміщення та використання машин і транспортних засобів необхідно вжити заходів для запобігання їх перекиданню або самовільному руху, спричиненому дією вітру, нахилом поверхні чи просіданням ґрунту.

5.4 Аналіз основних небезпек на будівельному майданчику

На будівельному майданчику, де зводиться 16-поверхова житлова будівля методом підйому перекриттів, необхідно ретельно аналізувати

потенційні небезпеки, що можуть виникнути під час виконання робіт. Відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва, перед початком діяльності в умовах підвищеного виробничого ризику необхідно визначити небезпечні зони, де постійно або періодично можуть діяти шкідливі фактори, такі як падіння матеріалів, рух машин чи електричні ризики. На межах таких зон слід встановлювати захисні огорожі, а в зонах із потенційними небезпечними факторами – розміщувати сигнальні огорожі та знаки безпеки для попередження працівників.

Одним із ключових аспектів є безпечне складування матеріалів і конструкцій. Матеріали необхідно розміщувати на вирівняних майданчиках, вживаючи заходів проти їхнього мимовільного зміщення, просідання, осипання чи розкочування. Складські зони мають бути захищені від поверхневих вод, а складування на неущільнених насипних ґрунтах забороняється. Для забезпечення безпеки матеріали укладаються з урахуванням їх типу: тришарові стінові панелі – у штабелі висотою до 2,5 м із підкладками та прокладками; колони – у штабелі до 2 м із аналогічними засобами фіксації; дрібносортовий метал – у стелажі заввишки до 1,5 м; санітарно-технічні та вентиляційні блоки – у штабелі до 2 м із підкладками; скло в ящиках і рулонні матеріали – вертикально в один ряд на підкладках. Складування інших матеріалів і конструкцій проводиться з урахуванням аналізу виробничих умов, щоб уникнути аварійних ситуацій.

Електробезпека є ще одним важливим аспектом. Усі електроустановки, що використовуються на майданчику, повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 60204-1:2019 Безпечність машин. Електрообладнання машин. Працівники, які працюють із електрообладнанням, мають пройти відповідний інструктаж, а доступ до електроустановок для сторонніх осіб обмежується. Необхідно регулярно перевіряти ізоляцію кабелів, заземлення та справність захисних пристроїв, щоб запобігти ураженню електричним струмом.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити працівників санітарно-побутовими приміщеннями, такими як гардеробні, сушильні, душові та кімнати для відпочинку, які мають бути розташовані поза межами небезпечних зон. У цих приміщеннях необхідно передбачити місця для зберігання аптечок, засобів першої допомоги та інших матеріалів для реагування на надзвичайні ситуації. Додатково, для зниження ризиків травматизму, на майданчику забезпечується наявність засобів колективного захисту (огорожі, сітки), індивідуального захисту (каски, рукавиці, захисне взуття), а також первинних засобів пожежогасіння та засобів зв'язку.

Аналіз небезпек та способів запобігання наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Аналіз небезпек та засоби щодо їх запобігання на будівельному майданчику

№	Небезпека	Опис небезпеки	Заходи запобігання
1	Падіння матеріалів з висоти	Під час монтажу конструкцій чи складування можливе падіння матеріалів, що загрожує травмами.	Встановлення захисних сіток і огорож, контроль правильного складування матеріалів на підкладках і прокладках.
2	Мимовільне зміщення матеріалів	Просідання, осипання чи розкочування матеріалів через неправильне складування.	Розміщення матеріалів на вирівняних майданчиках, захист від поверхневих вод, заборона складування на неуцілених ґрунтах.
3	Небезпека в робочих зонах машин	Ризик травмування через рух машин	Визначення робочих і небезпечних зон, встановлення сигнальних огорож і знаків безпеки
4	Електронебезпека	Ураження струмом через несправність електрообладнання чи порушення ізоляції.	Перевірка ізоляції кабелів, заземлення, використання захисних пристроїв, інструктаж працівників.
5	Пожежонебезпека	Виникнення пожежі через коротке замикання, необережне поводження з вогнем.	Забезпечення первинними засобами пожежогасіння, навчання працівників, контроль електрообладнання.

6	Недостатня видимість робочої зони	Обмежений огляд для машиністів, що може призвести до аварій.	Призначення сигнальника, забезпечення оглядовості робочих зон, ознайомлення працівників зі значеннями сигналів.
7	Перекидання чи мимовільний рух техніки	Ризик перекидання машин через вітер, ухил чи просідання ґрунту.	Заходи для стабільності машин: вирівнювання поверхні, контроль нахилу, фіксація техніки.
8	Робота в умовах несприятливої погоди	Монтаж машин під час ожеледиці, туману, грози чи сильного вітру.	Заборона робіт за несприятливих умов (вітер, температура, опади), дотримання паспортних меж машин.

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. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення Архітектура громадських і промислових будівель / Укл.: Т.Г. Маклакова. – М.: Стройиздат, 1981. – 386с.
11. 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.
12. Проектування залізобетонних конструкцій: Довідник / О.Б. Голишев, В.Я. Бачинський, В.П. Поліщук; Ред. А.Б. Голишева. – К.: Будівельник, 1985. – 496с.
13. 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.
14. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови, 28с.
15. Технологія будівельного виробництва, Курсове й дипломне проектування / Хамзин С. К., | Карасев А. К. Для будів, спец. внз. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006, 216с., 62с.
16. 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.
17. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник / А. М. Дорош. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 255 с.
18. 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).
19. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва, 62с.

20. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.
21. Організація і планування будівництва / В.М. Майданов, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін. – К.: Урожай, 1993. – 384с.
22. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
23. 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.
24. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва, 57с.
25. Головацька С.І. Облік і контроль витрат на виконання робіт в підрядних будівельних організаціях (на матеріалах підрядних будівельних організацій споживчої кооперації): дис. ... кандидата екон. наук: 08.06.04 / Головацька Світлана Іванівна. – Львів, 1998. – 199 с.
26. 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.
27. 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
28. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту, 131 с.
29. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», К.: Мінрегіон України, 2016 – 39с.
30. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.

31. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги, К.: Держбуд України, 2012. – 14с.
32. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», К.: Мінрегіон України, 2018. – 137с.
33. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD)», К.: Мінрегіон України, 2012. – 31с.
34. О.Ф. Осипов, Є.В. Літнарівч / Технологія влаштування буронабивних паль на складному рельєфі // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, Вип. 39, Технічний, 2019, С. 116-123.
35. Шерешевський І. А. Конструювання промислових будівель та споруд. – М.: «Архітектура-С», 2005.– 186 с
36. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
37. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», К.: Держбуд України, 2012. – 202с.
38. Конспект лекцій з курсу «Безпека праці в будівництві» / Заїченко В. І // 2014 – 97с.
39. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи: ДБН В.1.2-2:2006.
40. ДСТУ EN ISO 12100:2016 «Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків», ДП «УкрНДНЦ», 2016. 110с.
41. Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення: ДБН А.1.1-1:2009. – [Чинні з 01.01.2011р.].

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ1-10-2	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами 'драглайн' одноковшовими електричними крокуючими з ковшом місткістю 15 м3, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту	0.528	30280.26	29939.68	15988	180	15808	3.1500	1.66
					340.58	6057.37			3198	49.6264	26.20
2	КБ1-162-2	Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях шириною до 2 м, глибиною до 2 м, група ґрунтів 2	100м3 ґрунту	0.651	30941.19	-	20143	20143	-	321.3000	209.17
					30941.19	-			-	-	-
3	КБ1-166-2	Засипка вручну траншей, пазах котлованів і ям, група ґрунтів 2	100м3 ґрунту	1.58	14205.68	-	22445	22445	-	165.2400	261.08
					14205.68	-			-	-	-
4	КБ1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100 м3 ущільненого ґрунту	8.74	3384.03	1584.20	29576	15731	13845	18.3600	160.47
					1799.83	553.27			4836	5.1175	44.73
5	КБ6-1-16	Улаштування фундаментних плит залізобетонних плоских	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	1.04	563037.28	11287.93	585559	26416	11739	249.4100	259.39
					25399.91	4027.90			4189	32.7235	34.03

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	КБ6-1-2	Улаштування бетонних фундаментів загального призначення під колони, об'єм до 3 м3	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	1.35	395321.72	12098.61	533684	68055	16333	495.0000	668.25
					50410.80	5222.78			7051	42.1083	56.85
7	КБ8-3-2	Гідроізоляція стін, фундаментів горизонтальна обклеювальна в 1 шар	100 м2 поверхні, що ізолюється	7.4	26173.63	-	193685	21732	-	28.1300	208.16
					2936.77	-			-	-	-
8	КБ11-2-1	Улаштування ущільнених трамбівками підстиляючих піщаних шарів	1 м3 підстильного шару	2.482	1573.67	144.74	3906	968	359	3.9800	9.88
					390.16	43.78			109	0.4036	1.00
9	КБ6-17-14	Улаштування ядра жорсткості	100 м3 залізобетону в ділі	0.45942	897342.44	38478.70	412257	60806	17678	1284.0000	589.90
					132354.72	14278.76			6560	115.6889	53.15
10	КБ6-22-1	Улаштування перекриттів безбалкових товщиною до 200 мм, на висоті від опорної площадки до 6 м	100 м3 залізобетону в ділі	9.03	740973.19	20227.91	6690988	898020	182658	964.7700	8711.87
					99448.49	8301.57			74963	67.3508	608.18
11	КБ6-22-2	Улаштування перекриттів безбалкових товщиною до 200 мм, на висоті від опорної площадки понад 6 м	100 м3 залізобетону в ділі	29.02	846008.42	20354.44	24551164	5099707	590686	1704.8000	49473.30
					175730.78	8353.64			242423	67.7750	1966.83

Будівельні Технології: Кошторис 8.4 Онлайн

94_лк 02-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	КБ7-5-2	Установлення колон прямокутного перерізу у стакани фундаментів будівель при глибині закладення колон до 0,7 м, масі колон до 2 т	100 шт збірних конструкцій	0.32	978782.37	72011.24	313210	24231	23044	700.3500	224.11
					75721.84	28441.02			9101	212.3758	67.96
13	КБ7-5-5	Установлення колон прямокутного перерізу у стакани фундаментів будівель при глибині закладення колон до 0,7 м, масі колон до 6 т	100 шт збірних конструкцій	1.4	1022952.76	144419.23	1432134	193751	202187	1294.8500	1812.79
					138393.57	56608.74			79252	432.4442	605.42
14	КБ7-21-3	Установлення сходових маршів при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т	100 шт збірних конструкцій	0.32	1202549.55	43615.83	384816	13966	13957	423.4000	135.49
					43644.07	18766.78			6005	155.1297	49.64
15	КБ7-21-4	Установлення балок для обпирання сходових площадок при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т	100 шт збірних конструкцій	0.16	1263819.81	24535.06	202211	4510	3926	266.8000	42.69
					28184.75	10394.11			1663	86.5662	13.85
16	КБ7-55-3	Установлення шахт ліфта масою до 2,5 т	100 шт збірних конструкцій	0.64	1293696.00	37403.77	827965	23088	23938	311.7500	199.52
					36075.71	14485.88			9271	123.5350	79.06

Будівельні Технології: Кошторис 8.4 Онлайн

94_лк 02-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	КБ7-11-2	Укладання перемичок масою до 1 т при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 5 т	100 шт збірних конструкцій	3.64	1151948.59	26088.90	4193093	50284	94964	137.3200	499.84
					13814.39	10622.30			38665	90.2026	328.34
18	КБ6-58-5	Влаштування монолітного перекриття наступних поверхів (в ядрі жорсткості та поза ним)	100 м3 залізобетону в ділі	24.85	67855.02	11359.00	1686197	336333	282271	132.9000	3302.57
					13534.54	4910.90			122036	39.5811	983.59
19	КБ8-5-3	Конструкції з цегли. Мурування стін зовнішніх середньої складності при висоті поверху до 4 м	1 м3 мурування	1482.0	6876.97	167.32	10191670	1461326	247968	9.0100	13352.82
					986.05	75.93			112528	0.6120	906.98
20	КБ10-91-2	Улаштування перегородок на дерев'яному каркасі з обшиванням гіпсокартонними листами в один шар без ізоляційної прокладки у житлових і громадських будівлях, товщина перегородки 100 мм	100 м2 перегородок	59.42	54300.87	560.79	3226558	1128167	33322	184.1900	10944.57
					18986.31	270.72			16086	2.1633	128.54
21	КР7-20-1	Улаштування суцільної теплоізоляції та звукоізоляції з плит або матів мінераловатних або скловолокнистих	100 м2 поверхні, що ізолюється	16.77	83173.36	33.24	1394817	65170	557	37.7000	632.23
					3886.12	29.12			488	0.2553	4.28

Будівельні Технології: Кошторис 8.4 Онлайн

94_лк 02-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	КР7-17-1	Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі площею до 20 м2	100 м2 стяжки	16.77	14693.47	154.63	246409	117280	2593	71.3400	1196.37
					6993.46	135.47				2272	1.1877
23	КБ10-18-2	Установлення віконних блоків зі спареними рамами у кам'яних стінах житлових і громадських будівель при площі прорізу більше 2 м2	100 м2 прорізів	82.92	80990.23	3153.36	6715710	1594851	261477	184.2300	15276.35
					19233.61	1287.13				106729	9.1866
24	КБ10-96-1	Установлення дерев'яних дверних блоків у перегородках на металевому каркасі	100 м2 прорізів	14.08	124779.33	1678.25	1756893	150172	23630	106.0200	1492.76
					10665.61	522.81				7361	3.6750
25	КБ15-76-1	Улаштування каркасу підвісних стель	100 м2 горизонт альної проекції стелі	15.29	54752.26	4.34	837162	223399	66	139.9500	2139.84
					14610.78	3.80				58	0.0333
26	КБ15-66-2	Улаштування підшивки підвісних стель гіпсокартонними або гіпсоволокнистими листами, вертикальні поверхні	100 м2 поверхні опорядже ння	15.29	27806.17	30.35	425156	411280	464	225.8300	3452.94
					26898.61	26.59				407	0.2331
27	КБ11-11-1	Улаштування стяжок цементних з розчину товщиною 20 мм	100 м2 стяжки	17.32	13303.33	134.39	230414	95506	2328	56.2500	974.25
					5514.19	117.75				2039	1.0323

Будівельні Технології: Кошторис 8.4 Онлайн

94_лк 02-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28	КБ11-33-1	Улаштування покриттів з мармурових плит, кількість плит на 1 м2 до 2 шт	100 м2 покриття	15.45	145440.63	589.47	2247058	348716	9107	224.3600	3466.36
					22570.62	415.86			6425	3.6582	56.52
29	КБ11-39-2	Улаштування покриттів з лінолеуму полівінілхлоридного на клеї КН-2	100 м2 покриття	17.82	16242.72	8.67	289445	103792	154	55.7900	994.18
					5824.48	7.60			135	0.0666	1.19
30	КБ11-36-1	Улаштування покриттів з дошок паркетних по укладених лагах	100 м2 покриття	5.42	307968.48	50.58	1669189	35471	274	60.5300	328.07
					6544.50	44.31			240	0.3885	2.11
31	КБ11-28-2	Улаштування покриттів із плиток керамічних багатокольорових	100 м2 покриття	4.82	43723.97	185.24	210750	78730	893	160.3900	773.08
					16334.12	142.17			685	1.2489	6.02
32	КБ15-45-2	Штукатурення поверхонь вапняним розчином прсте по каменю і бетону стін вручну	100 м2 поверхні штукатурення	37.82	12608.42	197.56	476850	276406	7472	68.3800	2586.13
					7308.45	168.43			6370	1.7449	65.99
33	КБ15-45-3	Штукатурення поверхонь вапняним розчином прсте по каменю і бетону стель механізованим способом	100 м2 поверхні штукатурення	28.42	11889.10	554.98	337888	177756	15773	58.5200	1663.14
					6254.62	472.95			13441	4.9113	139.58
34	КБ15-152-2	Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стель	100 м2 поверхні фарбування	110.82	3406.36	1.45	377493	183378	161	15.8500	1756.50
					1654.74	1.27			141	0.0111	1.23

Будівельні Технології: Кошторис 8.4 Онлайн

94_лк 02-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
35	КБ15-152-1	Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стін	100 м2 поверхні фарбування	75.09	3111.52	1.45	233644	110300	109	14.0700	1056.52
					1468.91	1.27			95	0.0111	0.83
36	КБ15-251-4	Обклеювання стель шпалерами простими та середньої цупкості	100 м2 поверхні обклеювання і оббивання	98.41	7188.48	1.45	707418	478051	143	43.8900	4319.21
					4857.75	1.27			125	0.0111	1.09
37	КБ15-163-4	Просте фарбування колером олійним по дереву заповнень дверних прорізів	100 м2 поверхні фарбування	2.58	8062.86	1.45	20802	14340	4	53.2400	137.36
					5558.26	1.27			3	0.0111	0.03
Разом прямих витрат по кошторису							73694347	13934457	2099888		133312.82
									884950		7088.58
Разом прямі витрати						грн.	73694347				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів і комплектів						грн.	57660002				
вартість ЕММ						грн.	2099888				
в т.ч. заробітна плата в ЕММ						грн.		884950			
заробітна плата робітників						грн.		13934457			
всього заробітна плата						грн.		14819407			
Загальновиробничі витрати						грн.	8070747				

Будівельні Технології: Кошторис 8.4 Онлайн

94_лк 02-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		трудомісткість в загальнопромислових витратах				люд-г					16848.18
		заробітна плата в загальнопромислових витратах				грн.		2889790			
		Всього по кошторису				грн.	81765094				
		Кошторисна трудомісткість				люд-г					157249.58
		Кошторисна заробітна плата				грн.		17709197			

Керівник
проектної
організації

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Склав

КОЗИРЕНКО В.М.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Прийняв

БОБРАКОВ А.А.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]