

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 проєкту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему ПРОЄКТ БУДІВНИЦТВА ТОРГІВЕЛЬНО-СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ З
ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.
THE CONSTRUCTION PROJECT OF A TRADE AND WAREHOUSE COMPLEX WITH
OFFICE PREMISES IN KYIV REGION

Виконала: студентка ІІ курсу, групи БАДз-113м

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

ОМЕЛЬЧЕНКО О.С.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник БОБРАКОВ А.А.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент НАЗАРЕНКО О.М.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну
Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами
Ступінь вищої освіти другий (магістерський)
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

ОМЕЛЬЧЕНКО ОЛЬГА СТАНІСЛАВІВНА

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проект будівництва торгівельно-складського комплексу з офісними приміщеннями в Київській області. The construction project of a trade and warehouse complex with office premises in Kyiv 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 «_____» вересня 2024 року №_____

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 11 грудня 2024 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. 6. Науково-дослідний розділ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) Слайди презентації, графічний матеріал 9 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	приймав 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		
Науково-дослідний розділ	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Нормоконтролер	БОБРАКОВ А.А., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» жовтня 2024 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.	2-3 тижні	Розділ 1
3	Розробка розрахунково-конструктивної частини.	3-5 тижні	Розділ 2
4	Прийняття організаційно-технологічних рішень	5-6 тижні	Розділ 3
5	Розробка економічної частини роботи	7 тиждень	Розділ 4
6	Розробка заходів з охорони праці та цивільної безпеки.	8 тиждень	Розділ 5
7	Виконання науково-дослідної частини	9-10 тиждень	Розділ 6
8	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї	11 тиждень	
9	Оформлення графічної частини	12-13 тиждень	Розділи 1–5
10	Нормоконтроль та рецензування	13-14 тиждень	
11	Перевірка на плагіат	15 тиждень	
12	Захист роботи.	16 тиждень	

Студентка

_____ (підпис)

Ольга ОМЕЛЬЧЕНКО

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

_____ (підпис)

Анатолій БОБРАКОВ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи магістра: 107 с., 13 табл., 28 рис., 1 дод., 71 джерел.

Структура та обсяг роботи. Робота являє собою наукове дослідження на тему дослідження впливу вибухових навантажень на будівельні конструкції для підвищення ефективності будівництва, оптимізації проєктних рішень в майбутньому, підвищення вибухостійкості та для збереження людського життя на прикладі проєкту торгівельно-складського комплексу, розташованого в Київській області.

Методи дослідження – Аналіз та узагальнення наукових досліджень зарубіжних та вітчизняних дослідників, огляд та проведення аналізу діючих нормативно-правових актів, державних будівельних норм та методологічних підходів, котрі стосуються факторів, пов'язаних з впливом вибухових навантажень на будівельні конструкції для оптимізації проєктних рішень.

Об'єкт дослідження – двоповерховий торгівельно-складський комплекс в Київській області.

Предмет дослідження – вплив вибухових навантажень на будівельні конструкції для підвищення вибухостійкості.

Актуальність теми полягає в наступному: в умовах сучасних збройних конфліктів та загроз, питання забезпечення вибухостійкості будівель набуває особливої важливості. Об'єкти з великою кількістю населення, такі торгівельно-складські комплекси, стають потенційними цілями для атак, що вимагає особливої уваги до їх конструктивної безпеки. Підвищення вибухостійкості будівельних конструкцій є ключовим для захисту людей, майна та безперервності функціонування критичної інфраструктури.

ВИБУХОСТІЙКІСТЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ, ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА, РОЗРАХУНОК КАРКАСУ, КОНСТРУЮВАННЯ ПЛИТИ

ABSTRACT

Explanatory note to the master's thesis: 107 pp., 13 tables, 28 figures, 1 appendices, 71 sources.

Structure and Scope of the Work. The work is a scientific study on the topic of investigating the impact of explosive loads on building structures to enhance construction efficiency, optimize future design decisions, increase blast resistance, and preserve human life, based on the example of a trade and warehouse complex project located in the Kyiv region.

Research Methods: Analysis and synthesis of scientific studies by foreign and domestic researchers, review and analysis of existing regulatory acts, state building codes, and methodological approaches related to factors involving the impact of explosive loads on building structures for the optimization of design decisions.

Object of Study: A two-story trade and warehouse complex in the Kyiv region.
Subject of Study: The impact of explosive loads on building structures to improve blast resistance.

Relevance of the Topic: In the context of modern armed conflicts and threats, the issue of ensuring the blast resistance of buildings is becoming increasingly important. High-population-density structures, such as trade and warehouse complexes, are potential targets for attacks, demanding particular attention to their structural safety. Improving the blast resistance of building structures is crucial for protecting people, property, and ensuring the continuity of critical infrastructure operations.

BLAST RESISTANCE, OPTIMIZATION OF DESIGN DECISIONS,
CONSTRUCTION ORGANIZATION, FRAME CALCULATION, SLAB DESIGN

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	9
1.1 Опис району, де здійснюється будівництво	9
1.2 Функціональна схема торговельного комплексу	12
1.3 Огляд об'ємно-планувальних рішень	13
1.4 Прийняті конструктивні рішення	15
1.5 Оздоблення та інженерне оснащення будівлі	16
1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	19
1.7 Розрахунок класу наслідків (відповідальності)	22
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	25
2.1 Розрахунок каркасу торговельного центру	25
2.1.1 Побудова розрахункової моделі	25
2.2 Конструювання плити покриття та перекриття	26
2.2.1 Збір навантажень	26
2.2.2 Розрахунок плити по міцності	29
2.2.3 Розрахунок плити на вогнестійкість	33
2.3 Розрахунок сталевих балок	34
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	38
3.1 Загальні відомості щодо будівництва	38
3.2 Визначення обсягів БМР, потреби в механізмах	39
3.3 Вибір крану для виконання монтажу	42
3.4 Розробка технологічної карти на влаштування покрівлі	45
3.5 Календарне планування будівництва	49
3.5.1 Визначення графіку руху робітників	50
3.6 Розробка будівельного генплану	51
3.6.1 Розрахунок кількості працівників на будмайданчику	51
3.6.2 Визначення тимчасових будівель та споруд	52

3.6.3 Визначення необхідних площ складів	54
3.6.4 Водопостачання будмайданчику	56
3.6.5 Визначення потреби в електропостачанні	58
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	60
4.1 Розрахунок локального кошторису	60
4.2 Інформація щодо діючих норм для розрахунку локального кошторису ..	61
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ	63
5.1 Основні заходи з організації техніки безпеки	63
5.2 Пожежна безпека на будівельному майданчику	67
5.3 Освітлення будівельного майданчику	69
5.4 Основні заходи з цивільної безпеки	70
РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ	74
6.1 Проблематика проектування вибухостійких будівель	74
6.2 Моделювання впливу вибухових навантажень на конструкції	80
6.3 Техніко-конструктивні заходи для гарантування цивільної безпеки	89
ВИСНОВКИ	95
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	96
Додаток А	103

ВСТУП

Сучасне будівництво стикається з низкою важливих завдань, які вимагають застосування новітніх технологічних рішень під час проєктування промислових і цивільних об'єктів. Будівельна галузь відіграє ключову роль у розвитку економіки, постійно впливаючи на зростання держави. Проте з появою нових загроз, таких як збройні конфлікти, на перший план виходить необхідність підвищення безпеки та стійкості будівель до зовнішніх небезпек, зокрема вибухових навантажень.

Проблема вибухостійкості стає надзвичайно актуальною у зв'язку з посиленням загроз для великих об'єктів інфраструктури, таких як торговельно-складські комплекси, де постійно перебувають значна кількість людей. Для забезпечення безпеки та мінімізації ризиків руйнування будівель в умовах вибуху необхідно використовувати новітні методи розрахунку та проєктування.

В ході цього дослідження було проведено аналіз наукових робіт як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників, що стосуються впливу вибухів на будівельні конструкції. Також здійснено огляд нормативних актів та методик проєктування, які регулюють питання безпеки в будівництві. Особлива увага приділена вивченню особливостей конструювання каркасів і плит для забезпечення їхньої стійкості до вибухових навантажень.

На прикладі торговельно-складського комплексу в Київській області робота спрямована на розробку ефективних конструктивних рішень, що забезпечать безпеку об'єкта та людей під час надзвичайних ситуацій, таких як вибухи. У результаті дослідження підкреслено важливість використання передових числових методів моделювання, таких як LS DYNA, для оцінки впливу вибухових хвиль і подальшого вдосконалення конструкцій будівель.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Опис району, де здійснюється будівництво

Земельна ділянка, відведена для зведення об'єкта капітального будівництва, знаходиться на території Київської області. Інженерно-кліматичні умови визначені згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Кліматичні характеристики холодної пори року

Найменування параметра	Значення
Республіка, край, область, пункт	Київ
Температура повітря найбільш холодної доби, °С, забезпеченістю 0,98	-42
Температура повітря найбільш холодної доби, °С, забезпеченістю 0,92	-40
Температура повітря найбільш холодної п'ятиденки, °С, забезпеченістю 0,98	-38
Температура повітря найбільш холодної п'ятиденки, °С, забезпеченістю 0,92	-37
Температура повітря, °С, забезпеченістю 0,94	-22
Абсолютна мінімальна температура повітря, °С	-49
Середня добова амплітуда температури повітря найхолоднішого місяця, °С	8,6
Тривалість, добу, періоду із середньою добовою температурою повітря ≤ 0 °С	165
Середня температура повітря, °С, періоду із середньою добовою температурою повітря ≤ 0 °С	-11,9
Тривалість, добу, періоду із середньою добовою температурою повітря ≤ 8 °С	216
Середня температура повітря, °С, періоду із середньою добовою температурою повітря ≤ 8 °С	-8,1
Тривалість, добу, періоду із середньою добовою температурою повітря ≤ 10 °С	232
Середня температура повітря, °С, періоду із середньою добовою температурою повітря ≤ 10 °С	-6,9
Середня місячна відносна вологість повітря найбільш холодного місяця, %	80
Середня місячна відносна вологість повітря в 15 год найбільш холодного місяця, %	78
Кількість опадів за листопад – березень, мм	104
Переважаючий напрямок вітру за грудень - лютий	ПЗ

Земельна ділянка, що має площу 1,053 га, знаходиться поруч зі столицею, що забезпечує зручний доступ до мережевої дороги з південно-західної сторони.

Розробка генплану була виконана згідно ДСТУ Б А.2.4-6:2009 [1] та [2].

Це створює легкий під'їзд транспорту зі столиці України – Києва. Зазначена територія не використовується під забудову, а також не має жодного озеленення. Рельєф на ділянці рівнинний, з висотними позначками, що коливаються від 103,5 до 102,45.

Згідно з проектом, планується зведення торгівельного комплексу, форма якого в плані передбачена прямокутною. Головний вхід до будівлі буде розташований з боку мережевої вулиці, а додатковий в'їзд заплановано організувати з внутрішньоквартального проїзду. Від цього ж проїзду передбачено ще два виїзди для зручного пересування на території. \

У проектуванні будівлі враховувалися норми, що стосуються захисту від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів та пожеж [3].

Організація рельєфу навколишньої території здійснена з урахуванням нормального відведення дощових і талих вод, а також оптимального рівня прив'язки до висоти будівлі. Вода з дахів та інших поверхонь буде спрямована на проїзди, звідки вона потрапить у спеціальні дощоприймальні колодязі системи закритої зливової каналізації.

Всі стічні води будуть відводитися до системи зливової каналізації. Функціональне призначення об'єкта відповідає основному типу використання земель у цій зоні та відповідає запланованим цілям розвитку території.

Торгівельний комплекс має абсолютну позначку чистої підлоги на відмітці 103,55 м. Для забезпечення ефективного водовідведення та оптимальних умов експлуатації передбачено наступні ухили: поздовжні схили на проїздах коливаються в межах від 0,006 до 0,020, а на тротуарах цей показник варіюється від 0,006 до 0,053. У свою чергу, поперечні ухили

визначені таким чином: для проїздів вони складають 3%, а для тротуарів і газонів — від 2% до 3%.

Проїзди та тротуари мають тверде покриття з використанням бордюрного каміння, що забезпечує довговічність та безпеку під час експлуатації. Конструкція дорожнього покриття враховує інженерно-геологічні умови ділянки, а також розрахована на навантаження, що виникають під час роботи логістичного центру. Основний шар дорожнього покриття складається з асфальтобетону, укладеного на шар щебню, який, у свою чергу, розміщений на піщаній основі.

Для досягнення необхідного рівня санітарно-гігієнічних умов на території логістичного центру заплановані наступні заходи благоустрою:

- Буде створена система внутрішніх доріг та під'їздів, призначена для проїзду пожежних машин, із шириною проїздів щонайменше 6 метрів. Для покриття використовується асфальтобетон з бордюрним камінням;
- Проектом передбачено достатню кількість паркувальних місць для автомобілів відвідувачів, включаючи спеціально відведені місця для осіб з інвалідністю;
- На території будуть облаштовані тротуари з плитковим покриттям, а також здійснено озеленення: висадка дерев, чагарників та створення газонів;
- Буде встановлено вуличне освітлення, розміщено лавки та урни для сміття;
- Завантажувальний двір ізольовано від зони для відвідувачів, забезпечуючи безпечну та ефективну роботу центру;
- Сміттєві контейнери розмістять на спеціально відведеному майданчику;
- Біля в'їзду на розвантажувальний майданчик передбачається розміщення поста охорони, який буде побудований з легких конструкцій типу сендвіч-панелей, розміром 3х3 метри, з кімнатою для охоронця всередині;
- Важливим елементом благоустрою є створення проектного рельєфу території, який забезпечить правильне відведення дощових та талих вод у

дошові колодязі, що запобігатиме затопленню та забезпечить ефективне функціонування об'єкта.

Техніко-економічні показники генплану наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – ТЕП генплану

Показники	од. вим.	Кількість	Примітка
Площа ділянки	га	1,029	
Площа забудови	м ²	3088,0	
в тому числі площа забудови проектованої будівлі логістичного центру	м ²	3053,1	
Відсоток забудови	%	30	
Площа озеленення	м ²	1632,8	
Відсоток озеленення	%	16	
Площа покриття	м ²	5489,8	
у т.ч. проїзди, стоянки	м ²	4907,3	
тротуари, майданчики	м ²	582,7	

1.2 Функціональна схема торгівельного комплексу

Архітектурно-планувальні рішення передбачають розміщення комплексу в окремій двоповерховій будівлі з габаритами 54,0 х 54,7 м. Комплекс включає кілька функціональних зон, кожна з яких має своє чітке призначення:

- Торгівельна зона, що складається з залу, де розташовані каси для оплати та місця видачі товару, а також приміщення для гарантійного обслуговування;

- Зона складу, призначена для прийому, зберігання та підготовки товарів;

- Адміністративно-побутова зона, де знаходяться приміщення для персоналу.

Вхідна частина комплексу розроблена з урахуванням зручності для клієнтів. Тут покупці можуть оформити замовлення, оплатити його та отримати товар із можливістю проведення зовнішнього огляду на предмет дефектів.

Розміщення приміщень торгової зони здійснено з урахуванням прийнятої технології роботи та їх функціонального призначення. Складські приміщення, розташовані на рівнях 0,000 та +5,100 між осями 1-7 та Д-М, призначені для зберігання широкого асортименту товарів.

Складська зона також оснащена системами реєстрації та обліку товарів. Передбачено нанесення штрих-кодів, ведення баз даних обліку, а також реєстрацію товарів під час їх прийому та видачі.

Розвантаження товарів здійснюється вручну з використанням ручних гідравлічних візків та вантажних підйомників, що забезпечує зручність транспортування товарів. Адміністративні та побутові приміщення, розташовані на обох поверхах центру, забезпечують комфортні умови для роботи персоналу.

1.3 Огляд об'ємно-планувальних рішень

Будівля торговельного центру має прямокутну форму і складається з одного об'ємного блоку. Її розміри складають 55,4 х 54,7 м. Центр є двоповерховою спорудою, і вибір об'ємно-планувального рішення базується на технологічному зонуванні комплексу.

На першому поверсі розташовані кілька ключових зон: вхідна зона, адміністративно-побутова зона та складські приміщення. Вхідна зона включає логістичний зал, санвузли та касу. На цьому рівні передбачені технічні приміщення, такі як водомірний вузол, ІТП, ГРЩ, а також кімната для зберігання прибирального інвентарю. Другий поверх також відведено під адміністративно-побутову та складську зони.

Зовнішні огорожувальні конструкції логістичного центру виконані з сучасних матеріалів:

- Фасади обшиті сендвіч-панелями з вогнетривким пінополіізоціануратом (PIR);
- Для вітражного скління використані алюмінієві профільні конструкції;
- Вікна та двері виконані з металопластику з однокамерними склопакетами, опір теплопередачі яких становить $0,55 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
- Цоколь будівлі облицьований керамогранітом з утепленням пінополістиролом товщиною 120 мм.

Будівля логістичного комплексу виконана з використанням сучасних легких конструкцій. Основу несучих конструкцій складають монолітні залізобетонні елементи, а міжповерхові перекриття також виготовлені з монолітного залізобетону. Покриття даху виконане з профнастилу, який розташовується на металевих балках.

Покрівля будівлі плоска, з внутрішнім водостоком, що забезпечує ефективне водовідведення. Вона утеплена вогнетривкими мінераловатними плитами і покрита мембранним матеріалом.

Протипожежна стіна, яка розділяє будівлю на два пожежні відсіки, виконана з повнотілої цегли, а стіни сходових клітин є несучими і виготовлені з монолітного залізобетону.

Внутрішні перегородки виконані з цегли та гіпсокартону на металевому каркасі, із звукоізоляцією, виконаною з вогнетривких мінераловатних плит.

1.4 Прийняті конструктивні рішення

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», встановлено наступні нормативні значення корисного навантаження на перекриття:

- для цивільних кімнат – 150-200 кг/м²;
- для коридорів та загальних холів – 300 кг/м²;
- для вентиляційних камер – 600 кг/м²;
- для складів приміщень – 1000 кг/м² і 1500 кг/м².

Будівля має II ступінь вогнестійкості та довговічності, що відповідає її II класу. Пожежна безпека забезпечується завдяки застосуванню необхідної товщини захисних шарів для арматури, яка використовується в основних конструкціях.

Фундамент будівлі представлений пальовою системою зі збірних залізобетонних паль розміром 300 x 300 мм і завдовжки 8,0; - 14,0 м. Метод вдавлювання паль був обраний для мінімізації динамічного впливу на верхні шари ґрунту, які характеризуються плавунними властивостями.

Монолітні стовпчасті залізобетонні ростверки, висотою 1,35 м, встановлюються під колони, виготовлені з бетону класу C20/25 і опираються на збірні залізобетонні палі.

З боку господарського двору передбачена монолітна підпірна стіна з залізобетону класу C20/25, товщиною 200 мм, яка також забезпечує підняття рівня підлоги до позначки +1,200 в осях Л-М між осями 5-6.

Монолітні залізобетонні цокольні плити марок ЦП, встановлені на ростверки, підтримують зовнішні стіни будівлі. Ці плити додатково утеплені, щоб запобігти промерзанню конструкцій, а вимощення виконане з утепленням пінолексом для підвищення теплоізоляції.

Для монолітних сходових кліток та поділу відсіків цегляною стіною товщиною 380 мм, запроектовані монолітні балки марок БР, які встановлюються на нижній уступ ростверків і мають арматурні випуски для монолітних стін.

Під час проведення земляних робіт необхідно передбачити заходи щодо кріплення стін котлованів для запобігання їх обваленню.

Будівля спроектована за каркасною багатопроговою конструктивною схемою, з використанням комбінованих матеріалів для каркасу. Фундамент складається з монолітних стовпчастих ростверків, що встановлюються на залізобетонні палі розміром 0,3 x 0,3 м, занурювані методом вдавлювання. Колони каркасу мають розміри 0,4 x 0,4 м і виготовлені з монолітного залізобетону.

Перекрыття будівлі виконані у вигляді монолітної плити завтовшки 0,2 м, яка спирається на поздовжні головні балки висотою 0,6 м та поперечні другорядні ребра висотою 0,5 м. Покриття будівлі складається з профнастилу, що встановлений на сталеві балки. Загальна стійкість споруди забезпечується жорстким з'єднанням колон із ростверками, а також горизонтальним жорстким диском, який формується ребристою монолітною плитою перекрыття.

Жорсткість будівлі в поздовжньому напрямку гарантується сталевими балками покриття, а в поперечному напрямку — жорстким диском із профнастилу. Додатково загальна стійкість конструкції забезпечується ядрами жорсткості, які утворені монолітними сходовими клітинами, жорстко затиснутими між несучими колонами каркасу.

Стіни сходових кліток виконані з монолітного залізобетону завтовшки 0,2 м. Сходові марші також виготовлені з монолітного залізобетону. Сходи складаються зі збірних залізобетонних маршів і майданчиків, причому висота ступенів становить 0,15 м. Огородження сходів зроблене з вертикальних металевих стійок і похилого металевого поручня з пластиковою обтяжкою, з висотою огорожі 1 м.

1.5 Оздоблення та інженерне оснащення будівлі

Оздоблення адміністративних та виробничих приміщень виконано відповідно до діючих державних будівельних норм та технологічних карт.

Зовнішні фасади логістичного центру виготовлені з сендвіч-панелей, що містять вогнестійкий пінополіізоціанурат (PIR), із зовнішнім облицюванням профнастилом. Схема встановлення панелей представлена на рисунку 1.

Для вітражного скління використані алюмінієві профільні конструкції. Віконні та входні дверні отвори заповнені металопластиковими вікнами та дверними блоками, оснащеними однокамерними склопакетами. Цоколь будівлі оздоблений керамогранітом, а утеплення забезпечене шаром пінополістиролу завтовшки 120 мм.

Покриття даху виконано з профнастилу, що встановлений на металеві балки. Покрівля будівлі є плоскою і включає внутрішню систему водовідведення. Вона також має мембранне покриття і утеплена вогнестійкими мінераловатними плитами.

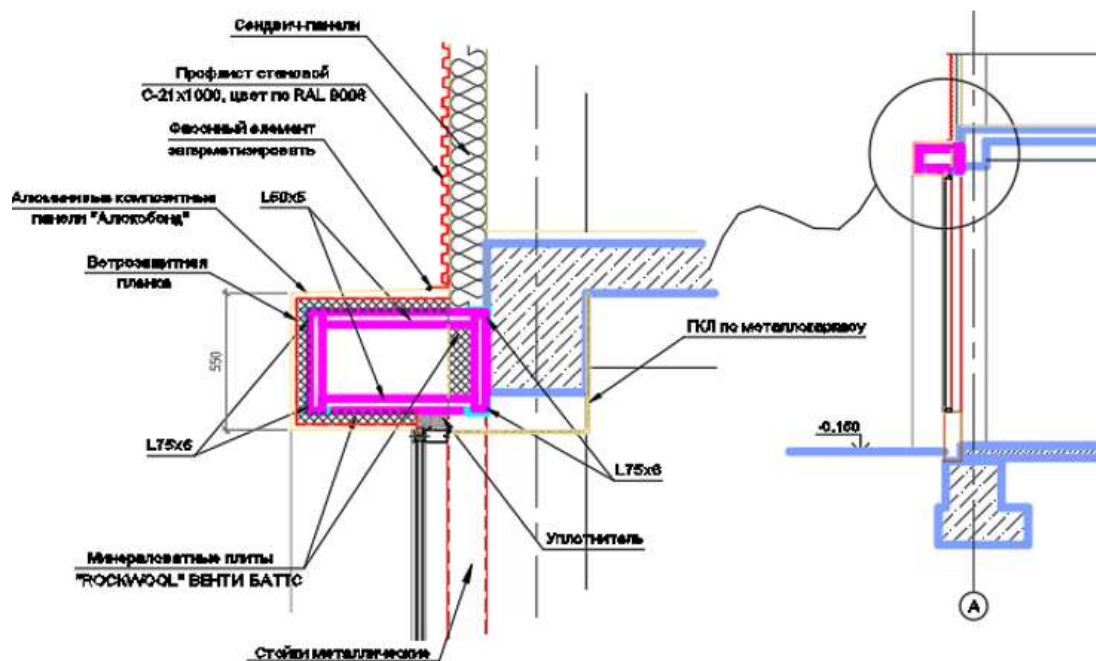


Рисунок 1.1 – Схема влаштування сендвіч-панелей

У будівлі торговельного центру передбачено комплекс внутрішньо- та позамайданних інженерних мереж, до яких входять системи водопостачання, водовідведення, теплопостачання, електропостачання та інші комунікації.

Проектування трас інженерних мереж виконується з мінімізацією перетинів, враховуючи існуючі комунікації. Прокладання всіх мереж здійснюється підземним методом у траншеях, з роздільним підходом.

Основні характеристики інженерних систем включають:

- Система холодного водопостачання є тупиковою, призначеною для господарсько-питних потреб. Вода подається через два вводи діаметром 110 мм (ПЕ) від внутрішньомайданної мережі.
- Система гарячого водопостачання реалізована за відкритою схемою з подачею гарячої води від індивідуального теплового пункту (ІТП), розташованого на першому поверсі. Облік гарячої води передбачено у приміщенні ІТП.
- Протипожежний водопровід забезпечує водопостачання як складської, так і офісної частини центру.
- Система водовідведення господарсько-побутового типу підключена до внутрішньодворової загальносплавної каналізації, з організованим зовнішнім водостоком.
- Схема тепlopостачання — двотрубна, незалежна, відкрита, з циркуляцією гарячої води для побутових потреб. Подача тепла здійснюється за допомогою комерційного вузла обліку теплової енергії, теплообмінника системи вентиляції, змішувального вузла для гарячого водопостачання та теплообмінника для системи опалення. Після використання теплоносій з температурою 75°C повертається в зовнішню тепломережу.
- Вентиляція централізована, загальнообмінна з припливно-витяжною системою.
- Системи охолодження та кондиціонування повітря розділені для першого та другого поверхів, забезпечуючи оптимальні умови у всіх приміщеннях.
- Електропостачання здійснюється від зовнішньої мережі з напругою 380/220 В.

- Освітлення у будівлі реалізовано світлодіодними світильниками з класом захисту не нижче IP 66.
- Зв'язок включає телефонізацію, радіотрансляцію, колективні телеантени та інтернет.
- Утилізація сміття передбачена через контейнери, розташовані на території комплексу.

1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Зовнішні стіни будівлі виконані із сендвіч-панелей, в яких використано вогнетривкий пінополізоціанурат (PIR) для утеплення. Зовнішня поверхня стін облицьована профнастилом.

Будівництво здійснюється у Київській області. Згідно з проектними рішеннями, огороження стін виконано із сендвіч-панелей. Внутрішня температура повітря в приміщеннях підтримується на рівні $+20^{\circ}\text{C}$. Дана територія належить до зони з підвищеною вологістю.

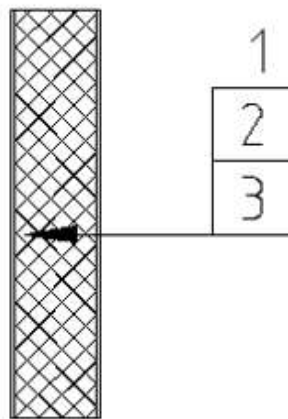


Рисунок 1.2 – Розрахункова схема огорожувальної конструкції

Дані про конструктивні складові огорожувальної конструкції для подальшого розрахунку згідно ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [4] наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики шарів будівлі

№ п/п	Найменування матеріалу	ρ , кг/м ³	δ , мм	λ , Вт/(м · °C)	R , м ² · °C / Вт
1	Профнастил оцинкований	7820	0,5	58	0,009
2	Пінополіізоціанурат (PIR)	120	X	0,031	X
3	Профнастил оцинкований	7820	0,5	58	0,009

Визначаємо базове значення необхідного опору теплопередачі в залежності від району. Згідно ДБН В.2.6-31:2021, табл. 1 – мінімально допустимий опір теплопередачі $R_{q \min}$ для громадських будівлях, розташованих в температурній зоні I (до якої відноситься Київська обл.), складає (1.1):

$$R_{q \min} = 4,00 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт} \quad (1.1)$$

Використовуючи ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 знаходимо визначаємо температуру найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0,92 [5, табл. 2, С. 10] Київська обл. та інші показники:

$t_{\text{хол}} = -22^\circ\text{C}$ – температура найбільш холодної п'ятиденки;

$t_{\text{теп}} = 23^\circ\text{C}$ – температура внутрішнього повітря;

$h_{\text{si}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні;

$h_{\text{se}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні;

Необхідний опір теплопередачі розраховується за формулою (1.2):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad \text{, м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (1.2)$$

Згідно ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель [6] визначаємо необхідну товщину утеплювача за формулою (1.3), що має задовольняти умові (1.5):

$$d_3 = \left[R_{qmin} - \left(\frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{1p}} + \dots + \frac{d_2}{\lambda_{2p}} + \frac{1}{h_{se}} \right) \right] \times \lambda_{3p}$$

$$d_3 = \left[4,0 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} \right) \right] \times 0,031 = 0,119 \text{ м} \quad (1.3)$$

Для забезпечення необхідного термічного опору зовнішнього огороження житлових і промислових будівель, його значення повинно відповідати або перевищувати нормативний рівень тепловіддачі (1.4):

Враховуючи ці вимоги, вибирається товщина утеплювача з мінераловатних плит, яка складає 120 мм.

$$R_{\Sigma \text{ факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,12}{0,031} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 4,03 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.4)$$

Згідно умови (1.4) фактичний опір теплопередачі має бути більшим за мінімально допустимий. Виконуємо порівняння:

$$R_{qmin} = 4,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} < R_{\Sigma \text{ факт}} = 4,03 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.4)$$

Умова виконується.

1.7 Розрахунок класу наслідків (відповідальності)

Клас наслідків (відповідальності) визначається за допомогою програмного комплексу «Будівельні технології – Кошторис ПВР» відповідно до вимог ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)» [7, табл. 1].

Розрахунок № 014 БПС класу наслідків (відповідальності) для об'єкта будівництва: «ПРОЄКТ БУДІВНИЦТВА ТОРГІВЕЛЬНО-СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ З ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ»

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

1. Закон України від 17.02.2011 №3038-VI «Про регулювання містобудівної діяльності» (з урахуванням змін та доповнень).
2. ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)».
3. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд».
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

1. Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які постійно

знаходяться на об'єкті (кількість людей) - 240.

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

2. **Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які періодично знаходяться на об'єкті (кількість людей) - 420.**

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

3. **Можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта (кількість людей) - 300.**

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

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

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

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

де:

Φ – прогнозовані збитки, грн.: ;

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

P – вартість об'єкта, визначена на підставі КНУ «Настанова з визначення вартості будівництва» або за об'єктом-аналогом, грн.: 36 536, тис. грн ;

T_{ef} – середнє значення розрахункового строку експлуатації об'єкта, років: (70);

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

Прогнозований обсяг збитку від можливого руйнування об'єкта дорівнює:

$$\Phi = 0,45 * 36536000 * (1 - 1/2 * 70 * 0,01) \\ = 10\,686\,780 \text{ грн.}$$

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

$$10686780 / 8\,000 = 2137,4 \text{ м.р.з.п.}$$

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

5. 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.

6. Додаткові умови згідно з пунктом 4.15 ДСТУ 8855:2019:
не встановлено.

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 «ПРОЄКТ БУДІВНИЦТВА ТОРГІВЕЛЬНО-СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ З ОФІСНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ» відноситься до класу наслідків (відповідальності) - СС2.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1 Розрахунок каркасу торговельного центру

2.1.1 Побудова розрахункової моделі

Проектом передбачено створення торговельного центру з офісними приміщеннями, розташованого в Київській області. Конструктивні рішення будівлі були розроблені на основі архітектурно-планувальних рішень та завдань дипломного проекту.

Будівля спроектована за каркасною схемою з комбінованими матеріалами. Фундамент складається з монолітних стовпчастих ростверків, які опираються на залізобетонні палі розміром 300×300 мм, забиті методом вдавлювання. Колони каркасу мають розміри 400×400 мм і виготовлені з монолітного залізобетону. Переkritтя представлено монолітною плитою завтовшки 200 мм, з поздовжніми головними балками висотою 600 мм і поперечними другорядними ребрами висотою 500 мм. Покриття виконане з профнастилу на сталевих балках [8].

Стійкість будівлі забезпечується жорстким закладенням колон у ростверки та горизонтальним жорстким диском у вигляді ребристої монолітної плити переkritтя. Жорсткість в поздовжньому напрямку досягається сталевими балками покриття, а в поперечному – жорстким диском профнастилу. Також для загальної стійкості запроектовані ядра жорсткості у вигляді монолітних сходових клітин, які жорстко затиснуті між несучими колонами каркасу.

- Ступінь вогнестійкості будівлі – II.
- Ступінь довговічності – II.
- Клас відповідальності будівлі – СС2.

Проектні рішення розроблені з урахуванням наступних вихідних даних:

- Нормативне снігове навантаження $S_0 = 1,27$ (127) кПа (кг/м²);
- Нормативне вітрове навантаження $W_0 = 0,28$ (28,0) кПа (кг/м²);
- Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря – 23 °С.

- Тривалість опалювального сезону – 165 діб.
- Нормативна глибина сезонного промерзання для різних типів ґрунтів: 1,36 м для пісків пилюватих і супісків, 1,18 м для суглинків. Інші ґрунти залягають нижче за зазначену глибину промерзання.

Відносну позначку 0,000 встановлено на рівні чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці +103,50 м.

Розрахунок каркасу будівлі був виконаний з використанням програмного комплексу ЛІРА САПР 2021 року (ліцензія).

2.2 Конструювання плити покриття та перекриття

2.2.1 Збір навантажень

У проекті передбачено, що плита підлоги першого поверху буде виконана як плита по ґрунту. Далі представлено збір навантажень для перекриття першого поверху та конструкцій покриття будівлі. У таблиці 2.1 був здійснений збір навантажень на монолітне перекриття [9].

Таблиця 2.1 – Збір навантажень

№	Найменування	Нормативне навантаження, кг/м ²	Розрахункове навантаження
1	Лінолеум гетерогенний 3мм	6	8
2	Вирівнююча стяжка - 47мм	118	153
3	Залізобетонна плита підлоги - 200мм	500	650
	Разом:	624	811

Розрахункова схема будівлі наведена на рис. 2.1.

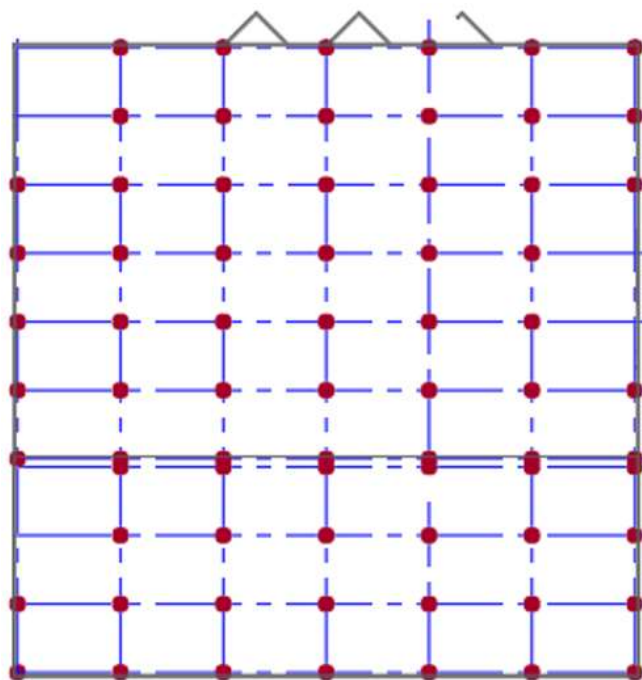


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема будівлі

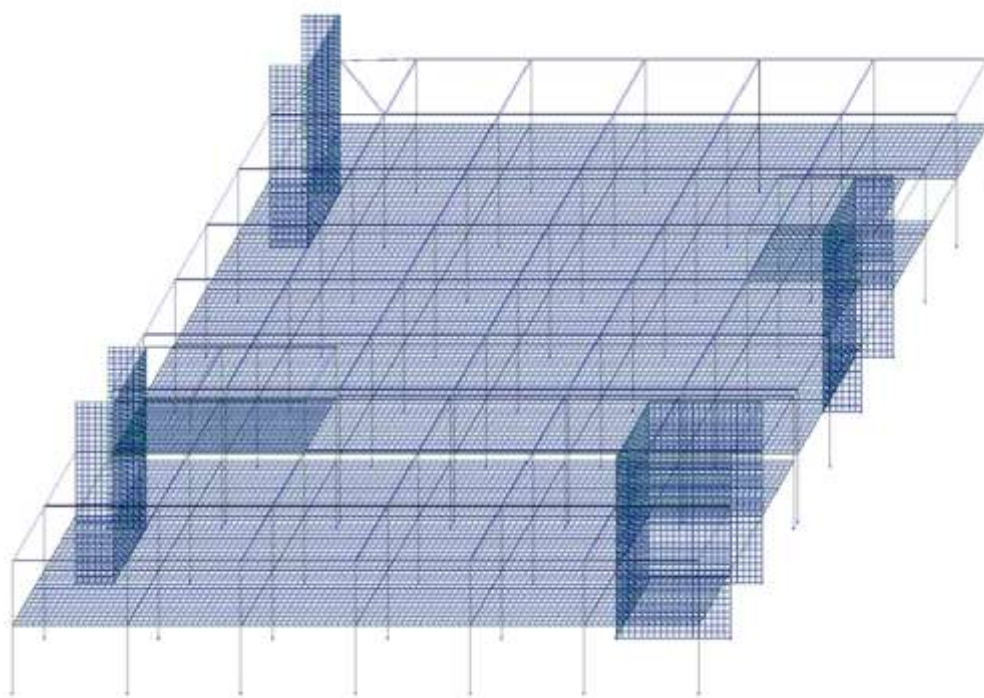


Рисунок 2.2 – Просторова модель

Корисне навантаження для подальшого розрахунку [10] наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Визначення навантажень на плиту перекриття

№	Найменування	Нормативне навантаження	Розрахункове навантаження
1	Рулонний килим - верхній шар «ІКО-ПАЛ»	5	6,5
2	Рулонний килим - нижній шар «ІКО-ПАЛ»	4	5,2
3	Стяжка цементно-піщана армована - 45 мм	113	147
4	Утеплювач "ROCKWOOL" - 40	6	7,8
5	Утеплювач "ROCKWOOL" - 120	18	23,4
6	Пароізоляція	1	1,3
7	Профнастил Н158	16	19,2
	Разом:	163	210,4
	Снігове навантаження	126	180
	Усього	289	390

Визначення снігового навантаження здійснюється відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи [11]. Нормативне значення снігового навантаження визначається за формулою (2.1):

$$S_0 = 0.7 \times c_e \times c_t \times \mu \times S_g \quad (2.1)$$

, де: S_g – вага від снігу на 1 м² площини в залежності від снігового району, $S_g = 1,8$ кПа;

$$c_e = 1,0$$

$$c_t = 1,0$$

Згідно до архітектурно-планувальних рішень, покрівля виконується з ухилом, який складає 20°. Згідно [11] для малих ухилів значення $\mu = 1,0$.

Виконуємо розрахунок (2.1):

$$S_0 = 0.7 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.8 = 1,26 \text{ кПа}$$

Висота парапету, яка відповідно до архітектурних розрізів становить 600 мм, є достатньою для запобігання утворенню снігових мішків вздовж парапетів. Проте на покрівлі, де розташовані приміщення венткамер та підняті стіни монолітних сходів, необхідно врахувати можливість утворення снігових мішків у цих зонах.

Висота цих ділянок складає 380 см, що виступає над покрівлею. Таким чином, використовуючи формулу (2.2) для знаходження μ на цих ділянках:

$$\mu = \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \times 3,8}{1,26} = 6,03, \quad (2.2)$$

, але коефіцієнт приймається не більше 2,5 згідно [11]. Таким чином:

$$S = 0.7 \times 1.0 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.8 = 3,15 \text{ кПа}$$

2.2.2 Розрахунок плити по міцності

Перекрыття в даному проєкті запроектовано як монолітне ребристе, що забезпечує необхідну міцність та стійкість конструкції. Перекрыття має товщину 200 мм і включає в себе головні балки з перетином 400х600 мм, які розташовані вздовж буквених осей, та другорядні балки з перетином 400х500 мм, розташовані уздовж цифрових осей.

Балки жорстко закладені в колони, що додає стійкості всій конструкції. Геометрія монолітних ребер під плитою була розроблена з урахуванням товщини плити: висота ребер під головними балками становить 400 мм, а під другорядними - 300 мм [12].

Деталі конструкції можна переглянути в графічній частині дипломного проєкту.

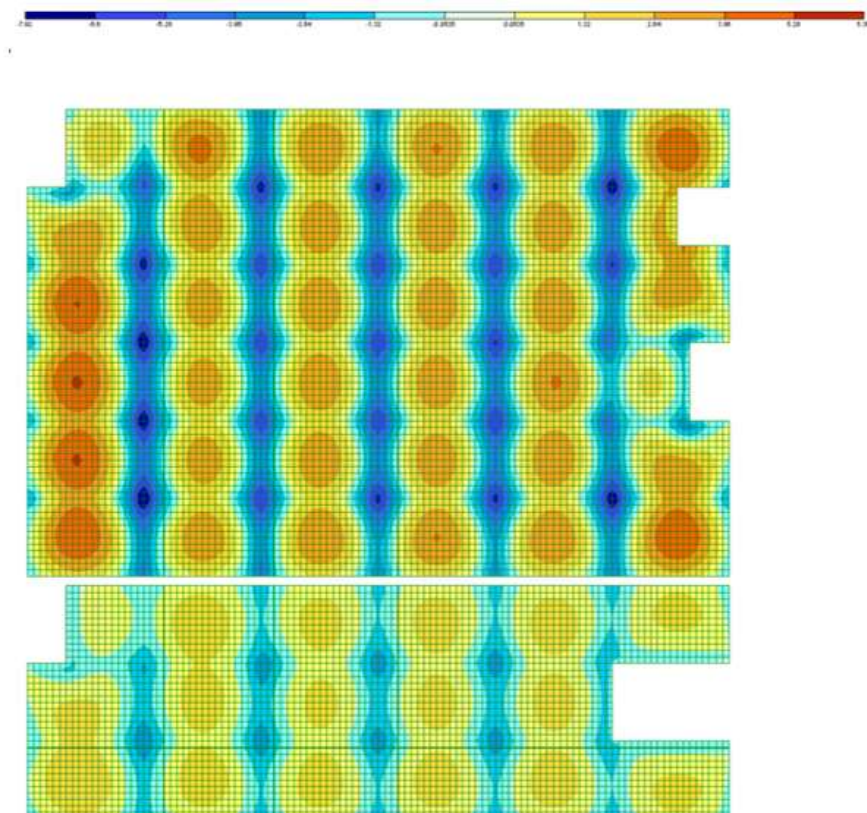


Рисунок 2.3 – Епюра M_y для перекриття $\left(\frac{T}{M}\right)$

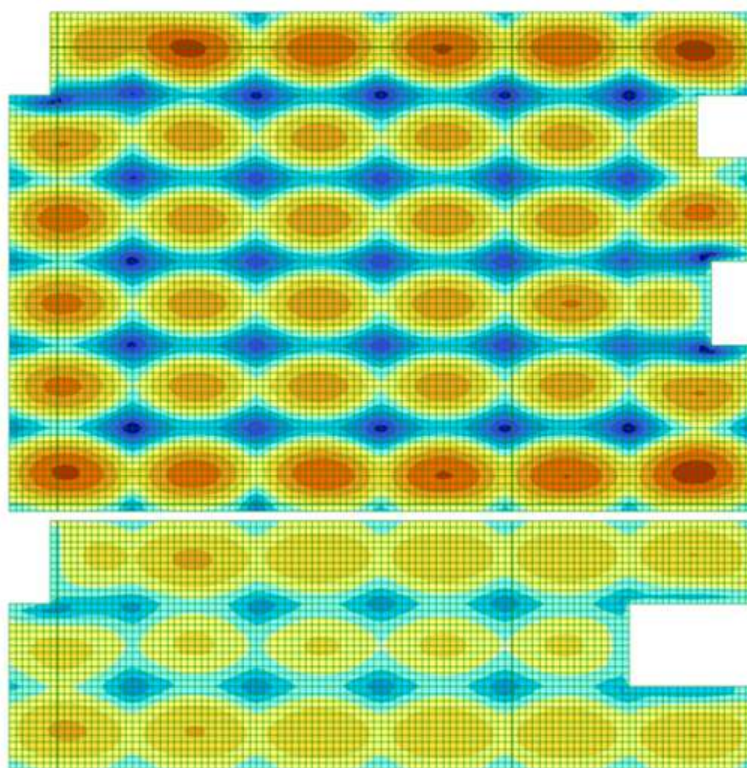


Рисунок 2.4 – Епюра M_x для перекриття $\left(\frac{T}{M}\right)$

Армування виконується за аналогічних умов, що й при армуванні колон:

- Бетон класу C20/25 використовується для забезпечення необхідної міцності конструкції.
- Твердіння бетону відбувається в природних умовах, без застосування додаткових методів прискорення.
- Допустима ширина розкриття тріщин становить 0,3 мм для короточасних навантажень та 0,2 мм для тривалих впливів.
- Експлуатаційні умови бетону класифікуються як нормальні, без впливу агресивних середовищ чи екстремальних температур.

Додатково можна зазначити, що всі матеріали та методи відповідають чинним будівельним нормам та стандартам, що гарантує довговічність та надійність конструкції.

Виконуємо армування в програмному забезпеченні ЛІРА САПР, котре наведене на рис. 2.5 – 2.7.

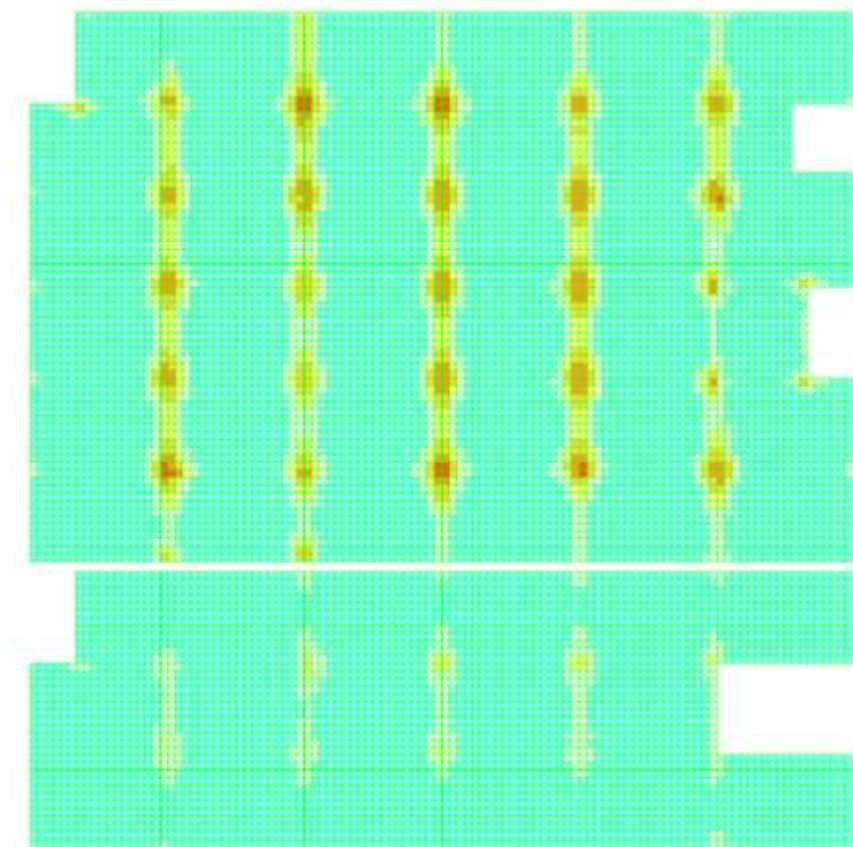


Рисунок 2.5 – Армування перекриття по осі X (нижнє)

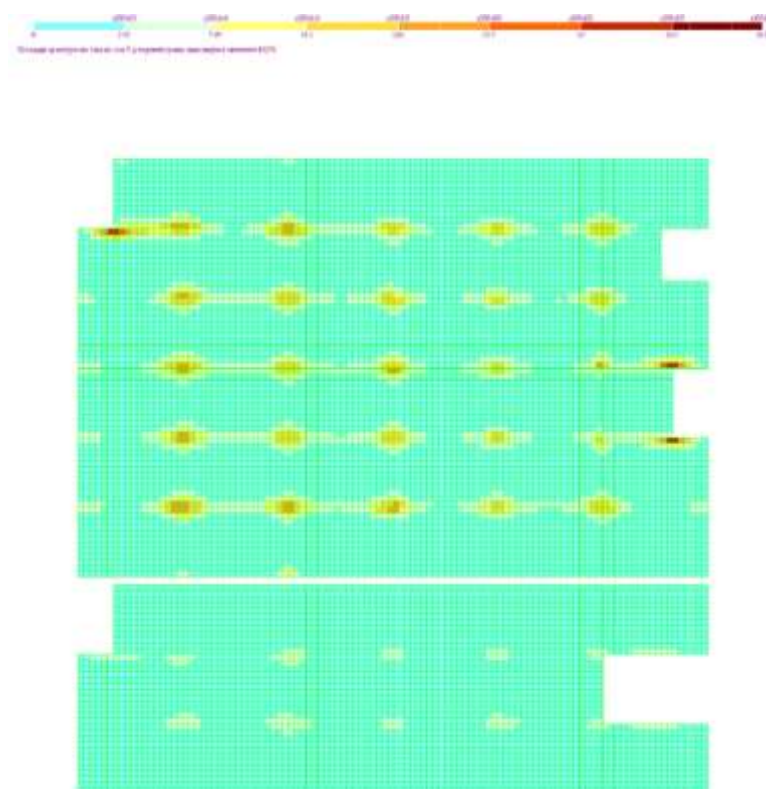


Рисунок 2.6 – Армування перекриття по осі У (верхня арматура)

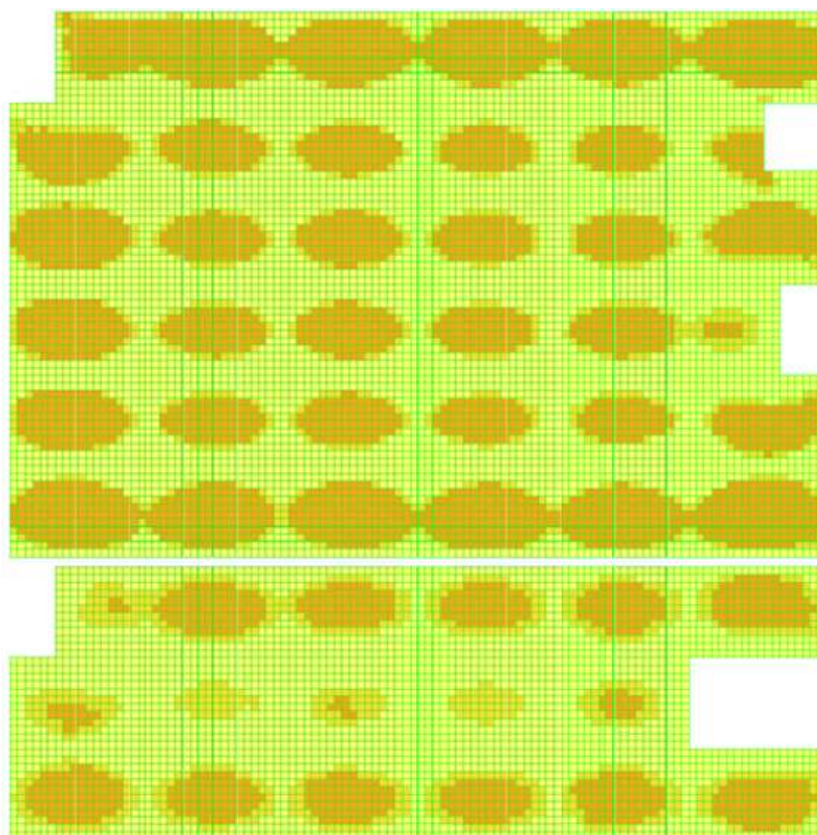


Рисунок 2.7 – Армування перекриття по осі У (нижня арматура)

Таким чином, після розрахунку приймаємо наступну арматуру [13]:

- Верхня арматура d12, класу А500, крок арматури 200 мм;
- Нижня арматура d16, класу А500, крок арматури 200 мм.

2.2.3 Розрахунок плити на вогнестійкість

Згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-196:2014 Настанова з проектування залізобетонних балок. Розрахунок на вогнестійкість [14] виконується перевірка захисного шару бетону. Товщина плити складає 200 мм, арматура А-500, бетон С20/25. У якості розрахункового прольоту приймаємо 6 м, розрахункове навантаження приймається 2300 кг/м².

Висота стиснутої зони бетону визначається за формулою (2.3):

$$x = \frac{(R_{snt} \times A_s - R_{sc} \times A'_s)}{R_{bn} \times b} \quad (2.3)$$

, де: A_s – площа арматури, прийнято за розрахунком d16 А500С. Крок 200 мм, $A_s = 10,05 \text{ см}^2$

A'_s – площа стиснутої арматури у прольоті, прийнято за розрахунком d12 А500С. Крок 200 мм, $A'_s = 5,65 \text{ см}^2$.

$$x = \frac{(3750 \times 10,05 - 3750 \times 5,65)}{189 \times 100} = 0,87 \text{ см}$$

Визначаємо розрахунковий момент за формулою (2.4):

$$\begin{aligned} M &= R_{snt} \times A_s \times (h_0 - 0,5x) + R_{sc} \times A'_s \times (0,5x - a') \\ M &= 3750 \times 10,05 \times (16,5 - 0,5 \times 0,87) + 3750 \times 5,65 \times (0,5 \times 0,87 - 3,5) = \\ &= 605450 - 64940 = 540510 \text{ кН} \times \text{см} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Звіряємо значення розрахункового моменту з максимальним (2.5):

$$5358 \text{ кН}\times\text{м} < 5405 \text{ кН}\times\text{м} \quad (2.5)$$

Умова міцності виконується. Визначаємо критичне значення коефіцієнта умов роботи арматури при подвійному армуванні за формулою (2.6):

$$\gamma_{st,cr} = \frac{M - R_{sct} \times A_s' \times (0.5x - a')}{R_{sn} \times A_s \times (h_0 - 0.5x)} \quad (2.6)$$

$$\gamma_{st,cr} = \frac{536000 - 3750 \times 5.65 \times (0.5 \times 0.87 - 3.5)}{3750 \times 10.05 \times (16.5 - 0.5 \times 0.87)} = \frac{600940}{605449} = 0,993$$

Визначаємо критичну температуру нагрівання арматури [15], котра складає: $t_{s,cr} = 307^\circ\text{C}$. Виходячи з нормативної документації [14, 15], час настання межі вогнестійкості складає ~ 50 хвилин, що є більше, ніж час, що вимагається (45 хв). Таким чином, умова виконується.

2.3 Розрахунок сталевих балок

Для визначення перерізу сталевих балок використаємо епюри поперечних сил Q . Оскільки під час підбору розрахунок виконувався для умовної смуги шириною 1 м, величина поперечної сили на опорі відобразатиме розподілену силу вздовж довжини сталевої балки.

На рисунках 2.8–2.10 показані епюри поперечних сил Q для різних варіантів навантаження.

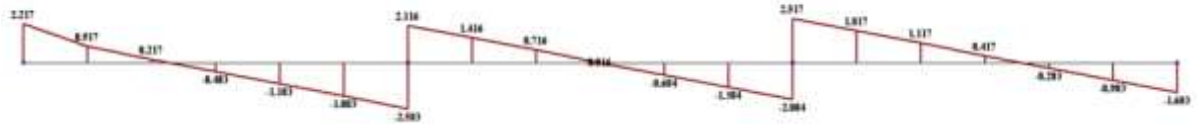


Рисунок 2.8 – Епюра Q над адміністративною частиною



Рисунок 2.9 – Епюра Q над адм. частиною біля венткамери

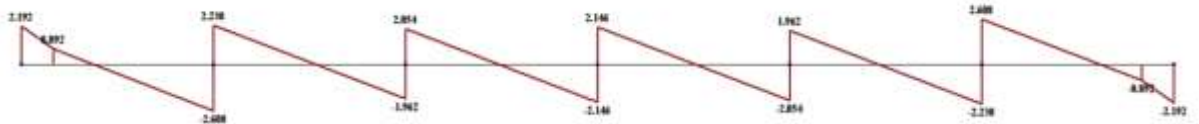


Рисунок 2.10 – Епюра Q ділянки над складською частиною

Значення максимальної сили, що виникає, складає 2,2 т. Це навантаження прийнято для розрахунку крайніх балок, тобто $g = 2,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$. Максимальний розрахунковий проліт складає 9 м. На монолітні колони балки встановлюються шарнірно за допомогою надколонників (2.7):

$$M = \frac{g \times l^2}{8}, \text{ кг} \times \text{м} \quad (2.7)$$

$$M = \frac{2217 \times 9^2}{8} = 22447 \text{ кг} \times \text{м}$$

Момент опору, що вимагається, визначається за формулою (2.8):

$$W_{\text{тр}} = \frac{M}{R}, \text{ см}^3 \quad (2.8)$$

$$W_{\text{тр}} = \frac{22447700}{2450} = 916,2 \text{ см}^3$$

Виходячи з умов міцності, наявна можливість обрати двотавр № 40Б1, але через існуючі обмеження по жорсткості, приймаємо двотаврову балку № 45Б1, котрий має наступні характеристики [16]:

$$W_{\phi} = 1287 \text{ см}^3;$$

$$I_{\phi} = 28699 \text{ см}^4.$$

Умова допустимого прогину перевіряється за формулою (2.9):

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{g \times l^4}{E \times I} \quad (2.9)$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{22,17 \times 900^4}{2,1 \times 10^6 \times 28699} = 3,14 \text{ см}$$

За [17] визначаємо та перевіряємо величину відносного допустимого прогину (2.10):

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{g \times l^4}{E \times I}$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{22,17 \times 900^4}{2,1 \times 10^6 \times 28699} = 3,14 \text{ см} \quad (2.10)$$

$$[f] = \frac{900}{250} = 3,6 \text{ см.}$$

Умова $f \leq [f]$ виконується. Приймаємо перетин балок двотавровий № 45Б1. Перевіряємо прогин для центральних балок (2.11):

$$M = \frac{g \times l^2}{8} \quad (2.11)$$

$$M = \frac{4846 \times 9^2}{8} = 49066 \text{ кг*м}$$

Момент опору $W_{тр}$ складає (2.12):

$$W_{mp} = \frac{M}{R}$$

$$W_{mp} = \frac{4906600}{2450} = 2002 \text{ см}^3 \quad (2.12)$$

З умов міцності приймаємо двотавровий перетин №45Ш1 за сортаментом, який має наступні характеристики:

$$W_{\phi} = 2546.7 \text{ см}^3$$

$$I_{\phi} = 56072 \text{ см}^4$$

Перевіряємо умову допустимого прогину (2.13):

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{g \times l^4}{E \times I}$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{48.46 \times 900^4}{2.1 \times 10^6 \times 56072} = 3.5 \text{ см} \quad (2.13)$$

$$[f] = \frac{900}{250} = 3.6 \text{ см}$$

Величина граничного прогину $[f] = \frac{l}{250}$.

Таким чином, умова $f \leq [f]$ виконується. Приймаємо перетин балок двотавровий № 45Ш1.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Загальні відомості щодо будівництва

У Київській області за проєктом будівництво нового торговельно-складського комплексу з офісними приміщеннями. Будівля спроектована за каркасною схемою з використанням комбінованих матеріалів.

Фундамент складається з монолітних стовпчастих ростверків, встановлених на залізобетонних палях перерізом 300×300 мм та 350×350 мм, довжиною 8 метрів, занурених методом вдавлювання.

Каркасні колони виконані монолітними з розмірами 400×400 мм. Перекриття представлено монолітною плитою товщиною 200 мм, яка доповнена поздовжніми головними балками висотою 600 мм і поперечними другорядними монолітними ребрами висотою 500 мм. Покриття будівлі складається з профільованого настилу, укладеного на сталеві балки [17].

Загальна стійкість конструкції забезпечується жорстким закріпленням колон у ростверках та наявністю горизонтального жорсткого диска у вигляді ребристої монолітної плити перекриття.

Жорсткість покриття в поздовжньому напрямку досягається за рахунок сталевих балок, а в поперечному—через жорсткий диск з профнастилу. Додатково, для підвищення стійкості будівлі, передбачені ядра жорсткості у вигляді монолітних сходових клітин, які жорстко інтегровані між несучими колонами каркасу.

Під зовнішні стіни запроєктовані монолітні залізобетонні цокольні плити марки ЦП, встановлені на ростверки. Усі будівельні роботи виконуються вахтовим методом з 8:00 до 20:00 у робочі дні, з дотриманням будівельних норм і стандартів [18].

Проєкт спрямований на створення функціонального та сучасного простору, який відповідатиме високим вимогам ефективності та безпеки. В процесі будівництва впроваджуються інноваційні технології та матеріали, що підвищують енергоефективність будівлі. Передбачено використання систем

автоматизації та контролю мікроклімату, які забезпечать комфортні умови для працівників та відвідувачів комплексу. Після завершення робіт об'єкт стане ключовим елементом інфраструктури регіону, сприяючи економічному розвитку та створенню нових робочих місць.

3.2 Визначення обсягів БМР, потреби в механізмах

Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт є найважливішим етапом у плануванні та організації будівельного процесу. Точний розрахунок обсягів необхідний для складання кошторисів, планування ресурсів та термінів виконання робіт. При цьому враховуються всі види робіт, починаючи від земляних і закінчуючи оздоблювальними [19].

Процес визначення обсягів базується на проектній документації, включаючи креслення, специфікації та технічні завдання. Інженери та кошторисники аналізують всі конструктивні елементи будівлі або споруди, обчислюють площі, обсяги та кількість необхідних матеріалів.

Точне визначення обсягів дозволяє уникнути перевитрати матеріалів та коштів, оптимізувати витрати та забезпечити ефективне використання трудових ресурсів. Такий підхід сприяє дотриманню графіка будівництва та підвищує загальну ефективність проекту.

Визначення обсягів БМР наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Визначення обсягів БМР

№ п/п	Найменування	Об'єм	
		Од. ізм	Кількість
1	2	4	5
1	Занурення збірних з/бетонних паль L=8 м	м3	282
2	Розробка ґрунту у відвал екскаваторами при влаштуванні фундаментів	м3	3050

3	Зворотне засипання пазах фундаментів піщаним ґрунтом	м3	360
4	Зрізання верху паль до проектної позначки	1 паля	215
5	Влаштування піщаної підготовки (заміна основи)	м3	146
6	Влаштування щебеневої підготовки	м3	580
7	Влаштування бетонної підготовки з бетону В7,5	м3	24
8	Влаштування монолітних ж/бетонних фундаментів та фундаментних балок з армуванням (24т)	м3	242
9	Гідроізоляція фундаментів бічна та горизонтальна	м2	2920
10	Влаштування монолітної з/бетонної силової плити з бетону кл.С20/25	м3	646
11	Влаштування монолітних ж/бетонних колон і стін каркасу з бетону кл.С20/25	м3	88
12	Влаштування монолітних ж/бетонних балок перекриття з бетону кл.С20/25	м3	2,2
13	Влаштування монолітних ж/бетонних стін з бетону кл.С20/25	м3	15
14	Влаштування монолітної з/бетонної плити перекриття з бетону кл.С20/25	м3	1280
15	Монтаж збірних ж/бетонних сходових маршів	шт	24
16	Монтаж металоконструкцій	т	124
17	Монтаж покриття із профлиста Н-158	м2	112
18	монтаж стін із сендвіч-панелей т.200 мм	м2	2160
19	Кладка стін із газобетону	м3	124
20	Цегляна кладка стін та перегородок	м3	320
21	Встановлення вітражів та віконних блоків	м2	420
22	Встановлення дерев'яних дверних блоків	м2	244
23	Встановлення металевих дверних блоків	м2	82
24	Утеплення покрівлі мінплітою	м3	584
25	Влаштування пароізоляції з поліетилену	м2	2920
26	Покрівля з ізопласту - 2 шари	м2	2920
27	Влаштування стяжки з цементно-піщаного т. 45 мм	м2	2920
28	Влаштування бетонної підготовки підлог В20, товщина 100	м2	72
29	Влаштування підлог посилених покриття підлоги - Duroquarts, товщина 150	м2	2820
30	Влаштування покриття підлоги з лінолеуму	м2	486
31	Влаштування підлоги з керамограніту	м2	1440

32	Влаштування підвісних стель типу «Армстронг»	м2	1840
33	Влаштування рейкової стелі	м2	121,7
34	Влаштування стелі з Гіпсокартону вологостійкого	м2	13,3
35	Шпаклівка стель	м2	2139,2
36	Забарвлення стель фарбами ПВА колір RAL 9003 Signal white	м2	2139,2
37	Облицювання стін керамогранітними плитами	м2	772,3
38	Шпаклювання стін	м2	6209,6
39	Забарвлення стін водоемульсійною фарбою RAL 9003 Signal white	м2	6209,6
40	Влаштування плінтусів полівінілхлоридних: на клеї КН-2	м.п.	772,3

Для забезпечення якісного та безпечного виконання монтажних робіт необхідно мати наявність відповідних механізмів, устаткування, інвентарю та пристосувань. Це дозволяє не лише підвищити ефективність праці, але й гарантує відповідність робіт будівельним нормам та стандартам [20].

У процесі монтажу будівельних конструкцій використовуються підйомні пристрої, такі як траверси та стропи. Вони забезпечують безпечне та рівномірне підняття і переміщення елементів різної форми та ваги. Застосування двогілкових і чотиригілкових стропів дозволяє адаптуватися до специфіки кожного конструктивного елемента.

Точність монтажних робіт досягається завдяки використанню геодезичних приладів — теодолітів і нівелірів. Вони необхідні для виконання кутових та висотних вимірів, що забезпечує правильне положення конструкцій у просторі. Будівельні рівні додатково використовуються для контролю горизонтальності та вертикальності встановлюваних елементів.

Зварювальне обладнання, зокрема зварювальні трансформатори, є невід'ємною частиною процесу, коли необхідно виконати надійне з'єднання металевих частин конструкцій. Якісне зварювання забезпечує довговічність і безпеку експлуатації будівлі.

Належне забезпечення монтажних робіт інвентарем та обладнанням сприяє оптимізації робочого процесу, зменшенню витрат часу та ресурсів, а

також підвищує загальний рівень безпеки на будівельному майданчику. Всі використовувані інструменти та пристосування повинні відповідати вимогам нормативних документів і проходити регулярну перевірку та обслуговування.

Інформація щодо потреби в інструментах та механізмах наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість потреби в інструменті

№ пп	Найменування інвентарю та інструменту	Марка, нормативний документ	Кількість	Призначення
1	Траверси	Промстальконструкція, Р9	1	Монтаж конструкцій
2	Строп двогілковий	Промстальконструкція, Р9	2	Монтаж конструкцій
3	Строп чотиригілля	Промстальконструкція, Р9	2	Монтаж конструкцій
4	Теодоліт	-	1	Кутові виміри
5	Нівелір	-	1	Висотні виміри
6	Рівень будівельний	-	2	Вивірка
7	Трансформатор зварювальний	-	2	Зварювальні роботи
8	Компресор	СО - 7	1	Забезпечення стисненим повітрям

3.3 Вибір крану для виконання монтажу

Для вибору кранів важливо враховувати три ключові технічні параметри: вантажопідйомність (Q_m), максимальну висоту підйому гака (H_k) та найбільший виліт гака (L_k) [21].

Вантажопідйомність крану розраховується за формулою (3.1):

$$Q_{\text{необ}} = P_{\text{ел}} + P_{\text{вант.пр}}, \text{ т}$$

$$Q_{\text{необ}} = 2,2 + 0,135 = 2,335 \text{ т} \quad (3.1)$$

, де $P_{\text{ел}}$ – максимальна вага монтуємого елемента в тонах;

$P_{\text{вант. прис}}$ – пристрій для захоплення вантажу, т.

Висота підйому стріли крану розраховується за формулою (3.2):

$$\begin{aligned} H_{\text{стр}} &= h_0 + h_z + h_{\text{ел}} + h_{\text{ст}}, \text{ м} \\ H_{\text{стр}} &= 0 + 13,42 + 0,25 + 1,30 = 14,97 \text{ м} \end{aligned} \quad (3.2)$$

, де: h_0 – перевищення опори елемента, що монтується, над рівнем розташування будівельного крана, м;

h_x – мінімальний необхідний запас висоти для підйому конструктивного елемента, м;

$h_{\text{ел}}$ – висота елемента, на який відбувається монтаж, м;

h_s – довжина строповки (висота пристрою для захоплення елемента), м.

Таким чином, приймаємо висоту підйому стріли крану $H_{\text{стр}} = 12$ м згідно розрахунку. Розраховується необхідний виліт гака за формулою (3.3):

$$\begin{aligned} L_{\text{стр}}^{\text{необ}} &= \frac{(c+d+e) \cdot (H_{\text{стр}}^{\text{тр}} - h_{\text{ш}})}{h_c + h_{\text{п}}} + a \\ L_{\text{стр}}^{\text{необ}} &= \frac{(1,0+0,2+0,5) \cdot (9,05-1,5)}{0,5+1,5} + 1,5 = 9,63 \text{ м} \end{aligned} \quad (3.3)$$

, де c – відстань по горизонталі між віссю крана і опорною точкою на монтажному майданчику, м;

d – відстань по горизонталі від опори до кінцевої точки стріли, м;

e – відстань між опорною точкою і місцем закріплення троса, м;

$H_{\text{стр(неох)}}$ – висота точки закріплення троса над рівнем землі, м;

$h_{\text{ш}}$ – висота опорної точки над землею, м;

h_s – висота місця закріплення троса відносно опори, м;

h_p – висота точки закріплення троса над рівнем землі на кінці стріли,
м;
 a – додатковий виліт стріли, м.

На основі зазначених параметрів обрано пневмоколісний автомобільний кран марки КС-5363Б, що має відповідні техніко-економічні характеристики. Його вантажопідйомність на опорах при найменшому вильоті гака становить 25/30 тонн, що дозволяє виконувати роботи з переміщення важких конструкцій. При найбільшому вильоті гака вантажопідйомність знижується до 3,3/4 тонн.

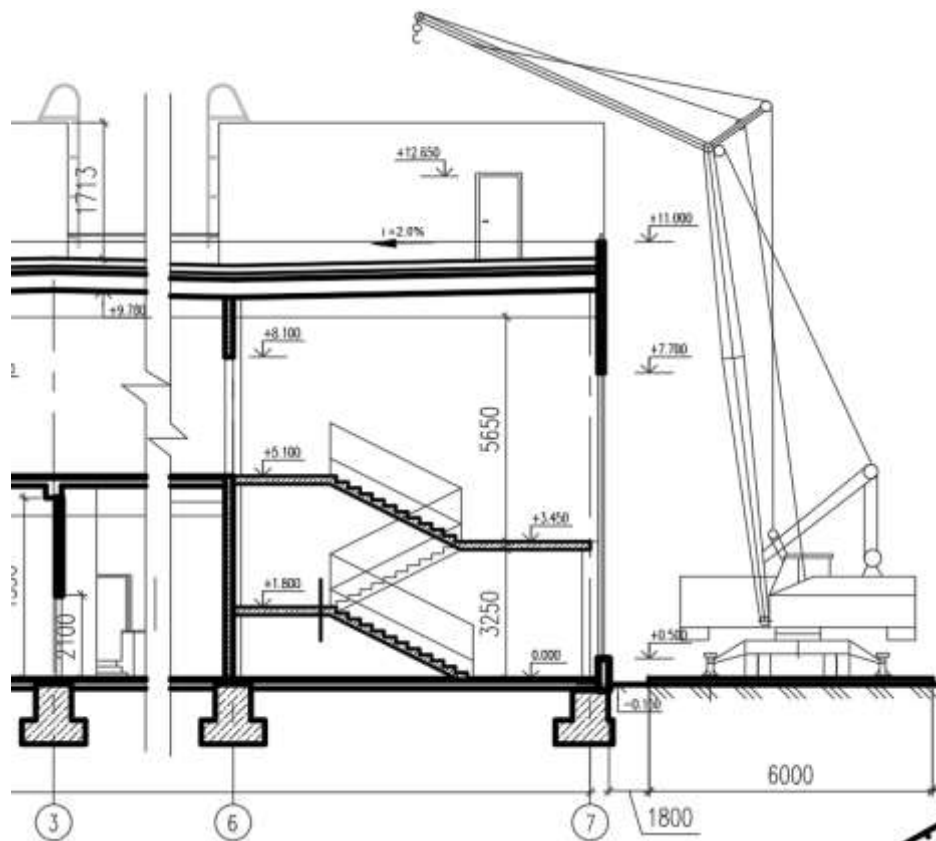


Рисунок 3.1 – Графічний варіант визначення характеристик крану

Кран також має ширину колії 2,4 метра, що забезпечує достатню стійкість під час виконання маневрів на майданчику. Максимальний виліт гака (L_k) дорівнює 15,9 метра, що дозволяє охоплювати велику робочу зону без

потреби в пересуванні крана. Максимальна висота підйому гака (H_k) досягає 16,3 метра, що дає змогу виконувати підйомні роботи на значній висоті.

Кран характеризується швидкістю підйому та опускання вантажу до 9 метрів за хвилину, що забезпечує продуктивність під час виконання монтажних операцій. Максимальна швидкість руху крана становить 20 км/год, що дозволяє ефективно переміщувати його між різними робочими точками на будівельному майданчику. Частота обертання стріли складає 1,3 оберти за хвилину, що сприяє швидкому виконанню робіт з підйому і переміщення вантажів у горизонтальній площині.

Таким чином, кран КС-5363Б є ефективним та надійним механізмом для виконання будівельних та монтажних робіт, забезпечуючи достатню вантажопідйомність і маневреність на будівельному майданчику.

3.4 Розробка технологічної карти на влаштування покрівлі

Основою для конструкції даху є профільований сталевий лист. Він повинен відповідати вимогам, зазначеним у ДСТУ 8898:2019 [22], що гарантує відповідний рівень якості та безпеки. Для того, щоб уникнути деформацій листа під час виконання монтажних або ремонтних робіт, важливо забезпечити достатню товщину профілю. Зокрема, товщина профнастилу має бути не меншою за 0,8 мм, що дозволяє забезпечити міцність конструкції.

Укладання профільованого настилу здійснюється таким чином, щоб широкі гребені профлиста розміщувалися зверху. Дуже важливо, щоб усі верхні гребені були вирівняні в одну горизонтальну площину, адже це дозволяє уникнути порушень в роботі покрівлі. Допустимий прогин основи з профнастилу не повинен перевищувати 1/300 від загальної довжини відстані між опорними точками. В місцях, де профлист підлягає вирізанню для прокладання комунікацій, водостічних воронок або інших проходів, необхідно виконати додаткове посилення. Для цього використовують оцинковану сталь

з товщиною не меншою за 0,8 мм, що дозволяє забезпечити надійність конструкції на цих ділянках.

Монтаж покрівлі з використанням профнастилу здійснюється за певною технологією, яка включає наступні етапи [23]:

1. **Підготовка основи** для пароізоляційного шару, що передбачає очищення та вирівнювання поверхні.
2. **Монтаж пароізоляційного шару** для захисту теплоізоляції від впливу вологи.
3. **Укладання нижнього шару теплоізоляції**, який забезпечує базовий рівень теплоізоляційних властивостей.
4. **Формування ухилу** для забезпечення стоку дощової води з поверхні даху.
5. **Укладання верхнього теплоізоляційного шару**, що підсилює загальну теплоізоляцію.
6. **Монтаж покрівельного покриття**, яке забезпечує остаточний захист конструкції даху від впливу зовнішнього середовища.

Додатково варто зазначити, що під час монтажу покрівлі потрібно приділити особливу увагу герметизації стиків та з'єднань, аби запобігти проникненню вологи всередину конструкції. Використання якісних матеріалів та дотримання технологічних вимог на кожному етапі монтажу гарантує довговічність і надійність даху.

Підготовка та прийом несучої основи

На етапі підготовки необхідно перевірити правильність монтажу профільованих листів, а також дотримання проектних вимог щодо їх кріплення до несучих конструкцій по всій площі даху. Особливої уваги потребують поздовжні стики профлиста, які повинні бути надійно закріплені за допомогою клепок або шурупів.

Перед початком робіт з поверхні профнастилу і з гофрованих ділянок необхідно ретельно видалити сміття, воду, сніг або лід, що може зібратися під час виконання будівельних робіт.

Схема влаштування покрівлі наведена на рис. 3.2.

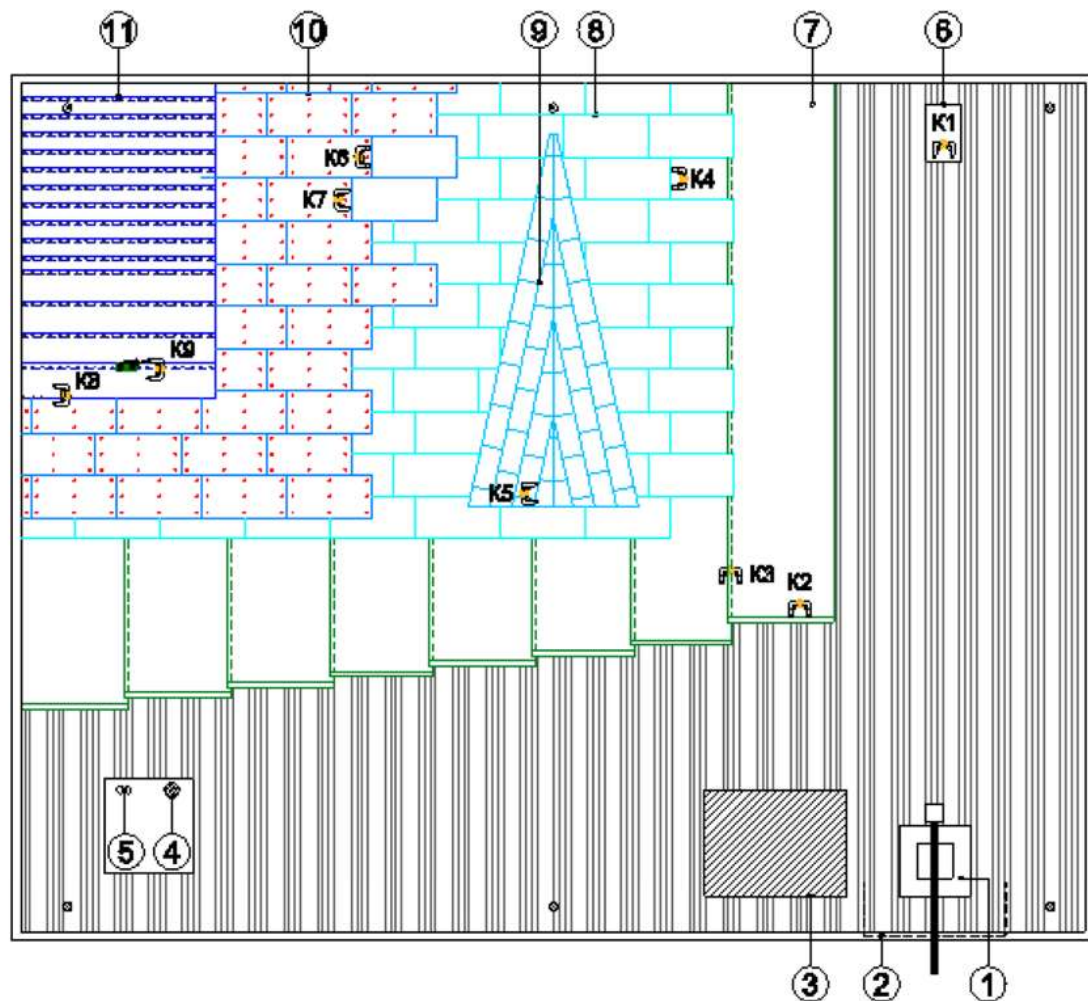


Рисунок 3.2 – Схема влаштування покрівлі

1 – даховий кран; 2 – огорожа даху; 3 – місце розвантаження матеріалів; 4 – відро з водою; 5 – вогнегасники;
6 – прибирання сміття; 7 – укладання пароізоляційних матеріалів; 8 – улаштування нижнього шару теплоізоляції; 9 – улаштування шару, що надає ухил; 10 – улаштування верхнього шару теплоізоляції; 11 – укладання полімерної мембрани; K1, K12, ... K9 – покрівельники.

Укладання пароізоляційного шару

Пароізоляційний шар влаштовується з використанням спеціальної пароізоляційної плівки. Вона укладається на основу з профільованого листа із нахльостуванням у бічних швах від 80 до 100 мм, а в торцевих швах – до 150 мм. Правильне нахльостування швів гарантує захист від проникнення вологи та продовжує термін служби конструкції.

З'єднання пароізоляційної плівки у місцях нахльостування виконується двома способами залежно від температурних умов. При температурі вище $+5^{\circ}\text{C}$ використовується двостороння клейка стрічка, а при температурі нижче $+5^{\circ}\text{C}$ – бутил-каучукова стрічка. Важливо, щоб склеювання бічних швів пароізоляційної плівки проводилося на верхній площині гребеня профільованого листа.

Не допускається склеювання швів у підвішеному стані.

Торцеві перехльости повинні склеюватися тільки на твердій основі, наприклад, використовуючи підкладки з OSB або фанери. При ухилах більше 10% необхідно додатково зафіксувати пароізоляційний матеріал за допомогою механічного або клейового кріплення. Допускається поєднання механічного кріплення пароізоляції з одночасним кріпленням теплоізоляційного шару [24].

Захист та ремонт пароізоляції

Під час монтажу слід уникати пошкоджень пароізоляційного шару. У випадку невеликих пошкоджень, їх можна відремонтувати за допомогою односторонньої клейкої стрічки. Якщо пошкодження більше, необхідно використовувати латки з пароізоляційного матеріалу, які закріплюються за допомогою тієї ж стрічки.

У разі серйозного пошкодження великої ділянки, пароізоляційний матеріал слід замінити повністю.

Отвори для труб, дротів та інших комунікаційних елементів повинні бути герметично ізолювані за допомогою клейкої стрічки або спеціальних гофрованих стрічок. У місцях примикання до стін, парапетів, шахт або обладнання, пароізоляційна плівка повинна бути заведена на висоту, що відповідає товщині теплоізоляційного шару. Плівка герметично приклеюється до вертикальної поверхні за допомогою самоклеючої стрічки для забезпечення герметичності з'єднання.

Технологічна карта на влаштування покрівлі також наведена в графічній частині дипломного проєкту.

3.5 Календарне планування будівництва

У процесі будівництва дуже важливо мати чіткий план дій для оптимального розподілу ресурсів і часу. З цією метою було розроблено детальний календарний графік виконання робіт, який є ключовим інструментом для організації будівельного процесу. Цей графік забезпечує впорядковане та послідовне виконання всіх етапів будівництва, починаючи від підготовчих робіт і завершуючи введенням об'єкта в експлуатацію.

Основною метою календарного графіка є забезпечення технологічно обґрунтованої черговості виконання робіт. Це означає, що кожен вид робіт виконується у відповідній послідовності з урахуванням технологічних вимог і термінів виконання попередніх робіт. Таким чином, забезпечується плавний перехід між етапами будівництва, що дозволяє уникнути затримок через несвоєчасне завершення попередніх операцій.

Крім технологічної послідовності, графік також включає раціональне розміщення робіт на будівельному майданчику. Це означає, що ресурси, робоча сила та техніка розподіляються таким чином, щоб мінімізувати простой та максимізувати продуктивність. Зокрема, завдяки грамотному плануванню, деякі роботи можуть виконуватися паралельно, що значно скорочує загальні терміни будівництва.

Такий підхід дозволяє оптимізувати використання техніки та робочої сили, зменшуючи витрати на кожному етапі.

Застосування ефективного календарного графіка дозволяє суттєво скоротити як терміни виконання робіт, так і загальну вартість будівництва. По-перше, чітке планування робіт і ресурсів дає можливість уникнути непередбачених затримок та забезпечує стабільний темп будівельних робіт.

Календарний план-графік будівництва відображено у графічній частині дипломного проекту.

3.5.1 Визначення графіку руху робітників

На підставі календарного планування будівництва за формулою (3.4) визначаємо коефіцієнт α , що відображає нерівномірність розподілу робочої сили протягом виконання робіт.

$$\alpha = \frac{N_{\max}}{N_{\text{cp}}} \quad (3.4)$$

, де: $N_{\max}$ – максимальна кількість працівників в одну зміну, чол;

N_{cp} – середня кількість працівників в зміну, визначається за формулою (3.5):

$$N_{\text{cp}} = \frac{\sum Q}{T}, \text{ чол} \quad (3.5)$$

$$N_{\text{cp}} = 2897,7/199 = 19,32 \text{ чол}$$

, де: $\sum Q$ – загальна трудомісткість;

T – розрахункова тривалість будівництва за календарний планом.

Таким чином, проводимо розрахунок:

$$\alpha = 29/19,32 = 1,5$$

Графік руху робітників наведено на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Графік руху працівників

3.6 Розробка будівельного генплану

Згідно завдання на дипломний проєкт розроблено будівельний генплан на БМР, котрі проводяться в основному періоді будівництва.

3.6.1 Розрахунок кількості працівників на будмайданчику

Для оптимальної організації робіт на будівельному майданчику необхідно чітко визначити кількість робітників та інженерно-технічного персоналу (ІТП), службовців, а також молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) [25]. На основі проведених розрахунків максимальна кількість працівників, задіяних у роботі на будівельному майданчику, становить 29 осіб.

Для подальшого планування розрахуємо кількість ІТП, службовців та МОП, які складають 15% від загальної кількості працівників. Це можна визначити за формулою (3.6):

$$A_1 = A \times 0,15 = 29 \times 0,15 = 5 \text{ осіб} \quad (3.6)$$

Таким чином, кількість інженерно-технічного персоналу, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу становить 5 осіб.

Кількість будівельних робітників розраховується як різниця між загальною кількістю працівників і кількістю ІТП, службовців та МОП (3.7):

$$A_2 = A - A_1 = 29 - 5 = 24 \text{ осіб} \quad (3.7)$$

Це означає, що безпосередньо будівельні робітники, залучені до виконання основних робіт, складають 24 особи.

Далі слід розрахувати кількість робітників, які будуть задіяні у найбільш численну зміну. Зазвичай робітники в найбільш завантажену зміну складають 70% від загальної кількості будівельних працівників (3.8):

$$A_3 = A_2 \times 0,70 = 24 \times 0,70 = 17 \text{ осіб} \quad (3.8)$$

Визначимо кількість ІТП, службовців та МОП, які будуть задіяні в найбільш численну зміну. Вони зазвичай складають 80% від загальної кількості ІТП, службовців та МОП:

$$A_4 = A_1 \times 0,80 = 5 \times 0,80 = 4 \text{ осіб} \quad (3.9)$$

Загальна кількість працюючих у найбільш численну зміну буде дорівнювати сумі кількості будівельних робітників і ІТП, службовців та МОП (3.10):

$$A_5 = A_3 + A_4 = 17 + 4 = 21 \text{ особа} \quad (3.10)$$

Працюючі жінки в найбільш численну зміну становлять 30% від загальної кількості працівників (3.11):

$$A_6 = A_5 \times 0,30 = 21 \times 0,30 = 7 \text{ осіб} \quad (3.11)$$

Кількість чоловіків у найбільш численну зміну визначається як різниця між загальною кількістю працівників і кількістю жінок (3.12):

$$A_7 = A_5 - A_6 = 21 - 7 = 14 \text{ осіб} \quad (3.12)$$

3.6.2 Визначення тимчасових будівель та споруд

Під час будівництва будь-якого об'єкта важливо передбачити розміщення тимчасових будівель і споруд, які забезпечуватимуть умови для зберігання матеріалів, розміщення техніки, а також організації робочих процесів [26].

Розрахунок виконано в табличному вигляді та занесено до табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Визначення потреби в тимчасових будівель та спорудах

Найменування	Призначення	Од. змін.	Нормативний показник	Необхідний показник з розрахунку
Контрольно-пропускний пункт		м ²		8
Диспетчерська		м ²		8
Приміщення для ІТП	Розміщення адміністративно-технічного персоналу - начальники дільниці -1 чол, виконробі-2 чол	м ²	4 на 1 чол. (+10% на коридори)	13,2
Вбиральня	Перевдягання робітників та зберігання вуличного одягу та спецодягу	м ²	0,89 на 1 чол.	25,8
Умивальна		м ²	0,07 на 1 чол.	2
Душові		м ²	0,54 на 1 чол.	15,7
Туалет жіночий		м ²	0,07 на 1 робітника	1,1
Туалет чоловічий		м ²		1,1
Приміщення для особистої гігієни жінок		м ²	2,28 до 100 жінок	2,28
Сушильна	Сушка спецодягу та спецвзуття	м ²	0,2 на 1 чол.	5,8
Приміщення для обігріву робітників	Приміщення для обігріву робітників	м ²	0,1 на 1 чол.	2,9
Їдальня	Прийняття їжі робітниками під час регламентованих перерв (обід та після зміни)	м ²	1,02 кв. м на 1 посадкове місце (75% від мах. кол-ва раб).	8,5
Буфет	Прийняття їжі робітниками під час регламентованих перерв (обід та після зміни)	м ²	0,7 кв. м на 1 посадкове місце (25% від мах. кол-ва раб).	3,5
Відкриті майданчики для відпочинку та місця для куріння		м ²	0,2 на 1 чол.	5,8

Розрахунок кількості і площі тимчасових будівель здійснюється на підставі загальної кількості робітників, об'єму будівельних матеріалів, необхідних для зберігання, а також особливостей будівельного процесу.

Важливо врахувати розміри та специфіку ділянки будівництва, щоб забезпечити зручний доступ до всіх тимчасових об'єктів і оптимізувати переміщення техніки та персоналу на будівельному майданчику.

3.6.3 Визначення необхідних площ складів

Склади необхідні для забезпечення своєчасного обслуговування будівництва будівельними матеріалами [27] у необхідній кількості та асортименті.

При проектуванні тимчасових складів необхідно врахувати кілька важливих аспектів:

- визначити номенклатуру та кількість матеріалів, деталей, напівфабрикатів, що будуть зберігатися на складі;
- обчислити корисну та загальну площу складу, виходячи з потреб у матеріалах;
- визначити типи складів, їх призначення та розміри.

а) Закритий опалювальний склад — за нормою 24 кв. м на од. максимальної річної вартості будівельно-монтажних робіт (3.13):

$$P_{\text{тр}} = B / T / 1000 \times 24 \times m \times k$$

$$P_{\text{тр}} = 87,6 / 0,9 / 1000 \times 24 \times 1,5 \times 1,1 = 3,8 \text{ кв. м} \quad (3.13)$$

де m — коефіцієнт нерівномірності виробничого споживання матеріалів (1,3);

k — коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склади будівництва (1,1).

б) Закритий неопалюваний склад — за нормою 51,2 кв. м на одиницю максимальної річної вартості БМР (3.14):

$$P_{\text{тр}} = Б / Т / 1000 \times 51,2 \times m \times k$$

$$P_{\text{тр}} = 87,6 / 0,9 / 1000 \times 51,2 \times 1,3 \times 1,1 = 7,12 \text{ кв. м} \quad (3.14)$$

в) Навіси — за нормою 76,3 кв. м на од. максимальної річної вартості БМР (3.15):

$$P_{\text{тр}} = Б / Т / 1000 \times 76,3 \times m \times k$$

$$P_{\text{тр}} = 87,6 / 0,9 / 1000 \times 76,3 \times 1,3 \times 1,1 = 10,6 \text{ кв. м} \quad (3.15)$$

Кількість матеріалу, що підлягає зберіганню на складі, визначається за формулою (3.16):

$$Q = n \times \frac{V}{T}, \text{ м}^3 \quad (3.16)$$

, де: Q — кількість матеріалу, необхідного для будівництва;

n — норма запасу матеріалів у днях;

T — тривалість розрахункового періоду в днях.

Корисну площу складу визначають за формулою:

$$S_{\text{кор}} = \frac{V}{K}, \text{ м}^2 \quad (3.17)$$

, де: V — кількість матеріалу, що укладається на 1 м² площі складу;

K — коефіцієнт проходів.

Загальна площа складу (з урахуванням проходів) визначається за формулою (3.18):

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{кор}} + K_{\text{пр}}, \text{ м}^2 \quad (3.18)$$

, де: $K_{пр}$ — коефіцієнт проходів.

Розрахунок площ складів заноситься до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок необхідних площ складів

№ п/п	Найменування матеріалу	Од.	Повна потреба	Число змін запасу	Кількісні характеристики	Норма складування	Площа складу	Коеф-т проходів	Розрахункова площа	Розмір складу м х м	Тип складу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Цегла, блоки	шт.	30200	10	6266,8	750	24,4	1,25	30,5	1,2x1	піддон
2	Сендвіч-панелі	м ³	2160	10	16,33	0,8	1082,3	1,5	1623,4	22,5	штабель
3	Сходові марші	шт.	24	10	0,82	0,65	61,54	1,5	92,31	9	штабель
4	Віконні та дверні блоки	м ²	664	10	18,99	8	16,75	1,5	115,13	18	штабель
5	Профнастил	м ²	112	10	6,29	22	27,73	1,25	34,66	12	піддон

3.6.4 Водопостачання будмайданчику

На будівельному майданчику вода використовується для різних потреб: виробничих, господарсько-питних та пожежних [28]. Для визначення загальної секундної витрати води на будівництві (у літрах) застосовується формула (3.19):

$$q_{\text{сум}} = q_{\text{пр}} + q_{\text{хоз}} + q_{\text{пож}}, \text{ л/с} \quad (3.19)$$

де $q_{\text{госп}}, q_{\text{пр}}, q_{\text{пож}}$ — розрахункова секундна витрата води на всі види потреб.

Збір даних оснований на визначеній кількості працівників на об'єкті, а також за прикладом об'єктів-аналогів.

Виробничо-будівельні потреби (3.20):

$$q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \frac{q_{\text{ср}} \cdot K_1}{3600 \cdot t} = 1,2 \cdot \frac{226 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 0,014 \text{ л / с} \quad (3.20)$$

Секундна витрата води для виробничих потреб враховує коефіцієнт на невраховані роботи (1,2) та середню витрату води ($q_{\text{ср}}$), яка складається з:

- 210 л — основна потреба;
- 6 л — додаткові витрати;
- 10 л — інші потреби.

Сума цих складових дає $q_{\text{ср}} = 226$ л. Також використовується коефіцієнт нерівномірності споживання води $K_1 = 1,5$ і тривалість зміни $t = 8$ годин.

Господарсько-питні потреби (3.21):

$$q_{\text{хоз}} = \frac{P_p}{3600} \cdot \left(\frac{n_1 \cdot K_1}{8} + n_2 \cdot K_2 \right) = \frac{14}{3600} \cdot \left(\frac{25 \cdot 3}{8} + 30 \cdot 0,3 \right) = 0,080 \text{ л / с} \quad (3.21)$$

Для розрахунку витрати води на господарсько-питні потреби враховується максимальна кількість працівників за зміну. Норми споживання води на одну особу становлять:

- $n_1 = 25$ л — без урахування душі;
- $n_2 = 30$ л — з урахуванням душі.

Коефіцієнт нерівномірності споживання води K_1 дорівнює 3,0, а коефіцієнт $K_2 = 0,3$ враховує відсоток працівників, які користуються душем.

Пожежні потреби:

Витрата води для пожежогасіння визначається виходячи з одночасної дії струменів з гідрантів по 5 л/с кожен. Тимчасовий водопровід проектується

за кільцевою схемою, що забезпечує безперебійну подачу води незалежно від можливих пошкоджень на окремих ділянках. Таким чином, витрата на пожежні потреби становить $q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с}$.

Сумарна секундна витрата води:

$$q_{\text{заг}} = 0,014 + 0,08 + 10 = 10,094 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Загальна витрата води в секунду розраховується шляхом додавання витрат на всі види потреб.

Визначення діаметра труби тимчасового водопроводу.

Діаметр труби для тимчасового водопроводу обчислюється за формулою (3.22):

$$D_e = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{сум}}}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,094}{3,14 \cdot 1000 \cdot 1,2}} = 0,104 \text{ м} \quad (3.22)$$

, де V — швидкість руху води в трубах, яка вибирається в діапазоні від 0,7 до 1,2 м/с. Враховуючи розрахункову витрату, приймається діаметр мережевих труб 100 мм.

3.6.5 Визначення потреби в електропостачанні

Визначення потреби в електроенергії та обладнанні для її трансформації базується на аналізі витрат енергії на експлуатацію машин, механізмів та забезпечення освітлення будівельного майданчика.

Розрахунок споживання електроенергії здійснюється за формулою (3.23), яка враховує різні складові енергоспоживання:

$$P = K(P_1 K_1 / \cos \varphi_1 + P_2 K_2 / \cos \varphi_2 + P_3 K_3 + P_4 K_4 + P_5 K_5) = 1,1(0,5 \cdot 0,6 / 0,7 + 0,7 \cdot 0,4 / 0,8 + 0,3 \cdot 0,8 + 2,2 \cdot 0,9 + 100 \cdot 0,8) = 89,34 \text{ Квт} \quad (3.23)$$

, де: K — коефіцієнт, що враховує втрати потужності в електромережі.

P_1 — сумарна потужність електродвигунів, які використовуються в машинах та установках.

K_1 — коефіцієнт завантаження електродвигунів.

P_2 — загальна потужність, необхідна для виконання окремих видів ремонтно-будівельних робіт.

K_2 — коефіцієнт одночасності роботи двигунів технологічних споживачів.

P_3 — сумарна потужність приладів та пристроїв внутрішнього освітлення.

K_3 — коефіцієнт одночасності використання внутрішнього освітлення.

P_4 — загальна потужність приладів та пристроїв зовнішнього освітлення.

K_4 — коефіцієнт одночасності роботи зовнішніх освітлювальних приладів.

P_5 — сумарна потужність зварювальних трансформаторів.

K_5 — коефіцієнт одночасності роботи зварювального обладнання.

$\cos \varphi$ — середній коефіцієнт потужності груп споживачів електроенергії.

Необхідна потужність трансформаторів визначається з урахуванням коефіцієнта збігу навантажень, який зазвичай приймається рівним 0,8 (3.24):

$$P_p = P \cdot K_{mn} = 89,34 \cdot 0,8 = 71,47 \text{ кВт} \quad (3.24)$$

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1 Розрахунок локального кошторису

Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи є документом, який детально відображає вартісний вираз усіх будівельних робіт, необхідних для зведення конкретного об'єкта. Цей кошторис складається на основі робочої проектної документації і служить для точного визначення фінансових ресурсів, необхідних для реалізації будівельного проекту. Він містить опис усіх видів загальнобудівельних робіт, таких як земляні, фундаментні, монтажні, оздоблювальні та інші, з указанням їх обсягів та вартості [29].

У процесі складання локального кошторису враховуються чинні нормативні документи, такі як державні будівельні та КНУ. Це забезпечує відповідність кошторису встановленим стандартам і дозволяє використовувати його як надійний інструмент фінансового планування. Розрахунки в кошторисі проводяться з високою точністю, оскільки від цього залежить ефективність управління проектом та оптимальне використання ресурсів.

Локальний кошторис дозволяє замовнику та підряднику чітко визначити вартість кожного етапу робіт і встановити прозорі договірні відносини. Це сприяє мінімізації фінансових ризиків і забезпечує контроль за використанням матеріалів, трудових та фінансових ресурсів. Кошторис служить основою для складання графіка виконання робіт, що допомагає ефективно організувати будівельний процес і дотриматися встановлених термінів.

У пояснювальній записці до проекту локальний кошторис на загальнобудівельні роботи використовується для обґрунтування економічної доцільності прийнятих технічних рішень. Він дозволяє детально проаналізувати структуру витрат, оцінити економічну ефективність проекту та продемонструвати раціональність використання ресурсів [30].

Це особливо важливо при порівнянні альтернативних варіантів виконання робіт або при пошуку шляхів оптимізації витрат.

Завдяки детальному опрацюванню кожного виду робіт, локальний кошторис забезпечує можливість контролювати витрати на всіх етапах будівництва. Це дозволяє вчасно виявляти та коригувати можливі відхилення від запланованого бюджету, що сприяє зниженню загальних витрат і підвищенню фінансової ефективності проекту. Крім того, наявність детального кошторису полегшує процес аудитів та перевірок, забезпечуючи прозорість фінансової звітності.

У підсумку, локальний кошторис на загальнобудівельні роботи є невід'ємною складовою успішного будівельного проекту. Він слугує не лише як інструмент фінансового планування, але й як засіб управління ресурсами та контролю якості виконання робіт. Його правильне складання та використання сприяють досягненню поставлених цілей у встановлені терміни з оптимальним використанням наявних ресурсів, забезпечуючи високу якість та економічну ефективність будівництва.

4.2 Інформація щодо діючих норм для розрахунку локального кошторису

Раніше в будівельній галузі широко використовувалися Єдині норми і розцінки (ЄНіР), які служили основою для складання кошторисної документації та визначення вартості будівельно-монтажних робіт. Згодом, з метою вдосконалення та актуалізації нормативної бази, були запроваджені Ресурсні елементні кошторисні норми (РЕКН) [31]. Ці норми враховували сучасні технології будівництва, матеріали та методи виконання робіт, що дозволяло більш точно визначати витрати ресурсів.

На даний час в Україні діють Кошторисні нормативні бази (КНУ) [23], які відповідають сучасним вимогам будівельної галузі та законодавства. Вони постійно оновлюються з урахуванням змін у технологіях, матеріалах та нормативно-правовій базі. Точну дату запровадження КНУ складно визначити без додаткової інформації, але відомо, що перехід на нові нормативи був

поступовим процесом, спрямованим на гармонізацію українських стандартів з європейськими.

Законодавство в будівельній сфері постійно змінюється та вдосконалюється, щоб відповідати сучасним тенденціям та забезпечувати високу якість будівництва. У зв'язку з цим, при складанні кошторисної документації необхідно користуватися актуальними збірниками КНУ. Наша кошторисна документація була розрахована саме за діючими збірниками КНУ, що гарантує її відповідність сучасним вимогам та стандартам.

Таким чином, використання актуальних кошторисних нормативів дозволяє забезпечити точність розрахунків, оптимальне планування ресурсів та відповідність проекту чинному законодавству. Це є важливим фактором для успішної реалізації будівельних проектів та забезпечення їх економічної ефективності.

Локальний кошторис розраховано в програмному забезпеченні Будівельні технології – Кошторис 8 та наведено в додатку А пояснювальній записці.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ

5.1 Основні заходи з організації техніки безпеки

Загальні засади з охорони праці на будівельному майданчику наведені в наступних нормативних документах:

- ДБН А.3.2-2-2009: "Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення".
- ДБН А.3.1-5:2016: "Організація будівельного виробництва".
- НПАОП 0.00-1.81-18: "Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті".
- НПАОП 45.2-7.02-12: "Правила охорони праці у будівництві".
- ДСТУ ISO 45001:2019: "Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо використання".
- ДСТУ Б А. 3.2-11:2009 Система стандартів безпеки праці. Роботи покрівельні і гідроізоляційні. Вимоги безпеки
- НПАОП 0.00-1.71-13: "Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском".
- НПАОП 0.00-1.32-01: "Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів".
- НПАОП 0.00-1.30-01: "Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском".

Розглянемо основні моменти, пов'язані з загальнобудівельними процесами на майданчику [33].

До виконання робіт з монтажу та ремонту покрівель допускаються чоловіки віком не молодше 21 року, які пройшли попередні та періодичні медичні огляди відповідно до вимог Міністерства охорони здоров'я, мають професійну підготовку, пройшли вступний інструктаж з охорони праці, пожежної та електробезпеки та отримали наряд-допуск.

Проведення інструктажу повинно бути зафіксоване у спеціальному журналі з підписами інструктованих осіб. Цей журнал зберігається у

відповідальної особи за проведення робіт на об'єкті або в будівельній чи ремонтній організації.

Працівники, які використовують спеціальне обладнання, зобов'язані пройти навчання за програмами пожежно-технічного мінімуму та успішно скласти відповідні заліки або іспити (рис. 5.1.).



Рисунок 5.1. – Охорона праці при виконанні покрівельних робіт. Плакат

Стороннім особам заборонено перебувати в робочій зоні під час виконання покрівельних робіт [34].

Укладання всіх шарів покриття повинно здійснюватися лише з використанням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до «Типових галузевих норм безкоштовної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим на

будівельних, будівельно-монтажних та ремонтно-будівельних роботах», пункт 26. Робочий та повсякденний одяг мають зберігатися в окремих шафах.

Перед початком роботи покрівельник повинен одягнути спеціальний одяг і перевірити його справність. Взуття має бути нековзким. Запобіжні засоби (пояс, мотузка, ходові містки, переносні драбини тощо) повинні бути своєчасно випробувані та мати відповідні бірки.

Допуск до покрівельних робіт надається після огляду основи, парапетів виконробом або майстром спільно з бригадиром, а також визначення, за потреби, місць і способів надійного закріплення страхувальних пристроїв.

Необхідно отримати від майстра чи керівника робіт інструктаж щодо безпечних методів, прийомів і послідовності виконання запланованих робіт.

Перед початком роботи покрівельник повинен підготувати робоче місце: прибрати зайві матеріали та очистити проходи від сміття та бруду.

Слід переконатися в надійності риштувань і лісів, а на плоскому даху — у наявності тимчасових огорожень. Перевірити, чи огорожене місце роботи внизу будівлі та закріпити всі матеріали на даху.

Під час роботи на схилах з ухилом понад 20° або при обробці карнизів з будь-яким ухилом покрівельник повинен користуватися запобіжним поясом і мотузкою, надійно прикріпленою до стійких конструкцій будівлі. Місця закріплення визначає майстер або виконроб.

Зона можливого падіння матеріалів, інструментів та сміття з будівлі, де ведуться покрівельні роботи, повинна бути огорожена. На огороженнях небезпечної зони розміщують застережливі знаки.

Роботи, що проводяться на відстані менше 2 метрів від краю з перепадом висоти 3 метри або більше, слід виконувати після встановлення тимчасових або постійних захисних огорожень. У разі їх відсутності необхідно використовувати запобіжний пояс (рис. 5.2), а місця закріплення карабіна повинні бути зазначені в проєкті виконання робіт.

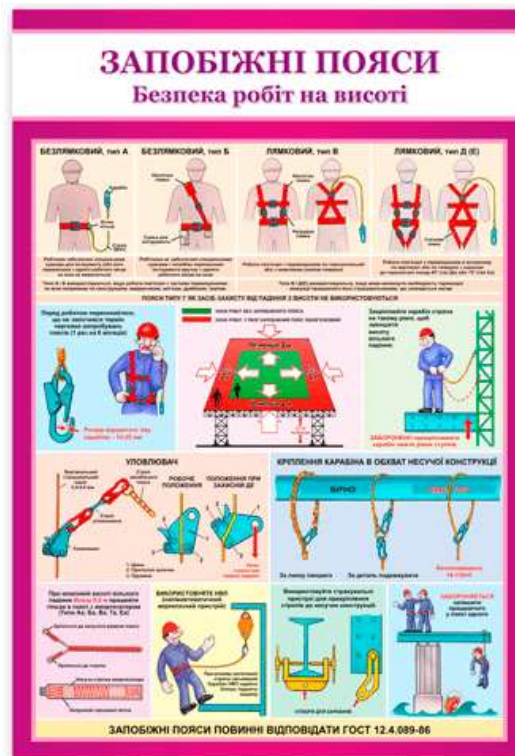


Рисунок 5.2 – Запобіжні пояси при роботі на висоті

Робочі місця мають бути вільними від сторонніх предметів, будівельного сміття та зайвих матеріалів.

Матеріали на даху дозволяється розміщувати лише в місцях, передбачених проєктом виконання робіт, із застосуванням заходів проти їх падіння, зокрема від впливу вітру.

При складуванні на покрівлі штучних матеріалів та інструментів необхідно вжити заходів проти їх ковзання по схилу або здування вітром. Розміщення матеріалів допускається лише в передбачених проєктом місцях.

Запас матеріалів на робочих місцях не повинен перевищувати змінної потреби.

Використання матеріалів без вказівок та інструкцій з техніки безпеки та пожежної безпеки забороняється.

Інструменти повинні забиратися з покрівлі після завершення кожної зміни.

Під час перерв у роботі технологічне обладнання, інструменти, матеріали та інші дрібні предмети на робочому місці повинні бути закріплені або прибрані з даху.

Після завершення роботи або зміни забороняється залишати на даху матеріали, інструменти чи пристрої, щоб уникнути нещасних випадків. Великогабаритне обладнання повинно бути надійно закріплене.

Після завершення робіт з електрообладнанням переносні джерела живлення слід відключити від мережі та прибрати в закриті приміщення.

5.2 Пожежна безпека на будівельному майданчику

Проаналізуємо основні моменти згідно ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення [35] для виявлення потенційних небезпек (табл. 5.1).

На будівельному об'єкті повинна бути призначена особа, відповідальна за забезпечення пожежної безпеки, а також за готовність до використання первинних засобів пожежогасіння. Для проведення робіт із застосуванням рулонних матеріалів та горючих утеплювачів керівник об'єкта зобов'язаний оформити наряд-допуск. У цьому документі необхідно вказати місце проведення робіт, технологічну послідовність, методи виконання, протипожежні заходи, відповідальних осіб і терміни дії наряду-допуску.

Усі вогнегасники на об'єкті повинні бути у справному стані, регулярно оглядатися, проходити перевірку та своєчасно перезаряджатися. Використання первинних засобів пожежогасіння для будь-яких потреб, крім гасіння пожеж, категорично забороняється. Всі працівники мають бути навчені користуванню цими засобами та дотримуватися вимог ДСТУ EN ISO 13943:2022 [36] щодо пожежної безпеки.

У місцях виконання покрівельних робіт, а також поблизу обладнання з підвищеною пожежною небезпекою, повинні бути встановлені відповідні

знаки пожежної безпеки (аншлаги та таблички). Перед початком робіт слід вжити заходів щодо запобігання поширенню вогню через отвори у стінах та перекриттях: забезпечити герметизацію стиків внутрішніх і зовнішніх стін, ущільнення в місцях проходу інженерних комунікацій, дотримуючись вимог щодо вогнестійкості.

Аналіз небезпек, пов'язаних з пожежною безпекою, наведено в таблиці.

5.1.

Таблиця 5.1 – Аналіз потенційних небезпек, пов'язаних з пожежною безпекою

№	Потенційна небезпека	Можлива загроза	Спосіб вирішення
1	Неправильне зберігання горючих матеріалів	Займання матеріалів, що може призвести до пожежі	Створення спеціальних місць для зберігання горючих речовин на безпечній відстані
2	Використання несправного електрообладнання	Коротке замикання, що може викликати займання	Регулярна перевірка та обслуговування електрообладнання
3	Відсутність належного інструктажу персоналу	Невміння користуватися засобами пожежогасіння під час надзвичайної ситуації	Обов'язкове навчання та проведення регулярних інструктажів з пожежної безпеки
4	Відсутність вогнегасників або несправність	Незмога оперативно погасити вогонь	Забезпечення достатньої кількості вогнегасників і їх своєчасна перевірка
5	Куріння в недозволених місцях	Ненавмисне займання пожежонебезпечних матеріалів	Заборона куріння у робочих зонах та на об'єкті
6	Займання внаслідок використання відкритого вогню	Поширення вогню на горючі матеріали	Заборона використання відкритого вогню на будівельному об'єкті
7	Порушення протипожежних розривів	Поширення пожежі на суміжні зони або будівлі	Дотримання протипожежних норм щодо відстаней між будівлями і матеріалами
8	Відсутність систем пожежної сигналізації	Несвоєчасне виявлення пожежі	Встановлення системи автоматичної пожежної сигналізації на всіх об'єктах

На покриттях будівель повинні бути встановлені всі передбачені проєктом огорожі та виходи на покриття, як із сходових кліток, так і по зовнішніх сходах. Протипожежні двері та люки на виходах мають бути в справному стані та під час робіт повинні залишатися закритими. Забороняється зачиняти ці виходи на замки або інші запори. Проходи та підступи до евакуаційних виходів і стаціонарних пожежних сходів завжди повинні бути вільними.

Укладання палих утеплювачів на покрівлі слід проводити ділянками не більше 500 м². Роботи з укладання покрівлі повинні виконуватися на відстані не менше 5 метрів від ділянок покрівлі з палим утеплювачем, не покритим цементно-піщаною стяжкою.

Під час зберігання горючих утеплювачів, будівельних матеріалів або обладнання на відкритих майданчиках, вони повинні бути складені у штабелі або групи площею не більше 100 м². Відстань між штабелями або групами, а також від них до будівель або споруд, повинна бути не менше 24 метрів.

Матеріали для покрівлі, такі як клейові склади, розчинники, є вогнебезпечними, оскільки містять нафтові дистилати. Куріння, використання відкритого вогню або проведення робіт поблизу джерел вогню або на закритих і невентильованих ділянках категорично забороняється. У разі займання цих матеріалів для гасіння слід використовувати порошкові вогнегасники [37] або пісок; водою користуватися заборонено.

5.3 Освітлення будівельного майданчику

Для освітлення будівельного майданчика передбачається використання світильників та ламп розжарювання. Кількість необхідних прожекторів (n) розраховується за формулою (3.25), яка враховує такі параметри:

- w — питома потужність освітлення (для світильників типу ПСЗ-35 вона становить 0,3 Вт/м²·лк).

- F — середня нормативна освітленість, необхідна для безпечного виконання робіт у темний час доби.
- S — площа майданчика, яка потребує освітлення.
- P — потужність одного прожектора (для ПЗС-35 це 500 Вт).

$$n = \rho \cdot E \cdot S / P_n = 0,3 \cdot 2 \cdot 900 / 800 \approx 11 \quad (5.1)$$

Прожектори типу ПЗС-35 були обрані як основні світильники для освітлення, оскільки їхня потужність становить 500 Вт, що забезпечує стабільну і потужну подачу світла на великі площі [38]. Розрахунок кількості прожекторів було здійснено за формулою, яка враховує такі параметри, як питома потужність освітлення (w), середня нормативна освітленість (F), площа майданчика (S) та потужність одного прожектора (P). Для будівельного майданчика загальна площа освітлення складає 900 м², нормативна освітленість для забезпечення безпечної роботи в темний час доби була прийнята рівною 2 лк, а питома потужність для світильників типу ПЗС-35 становить 0,3 Вт/м²·лк.

В результаті розрахунку отримано, що для освітлення всього майданчика необхідно встановити 11 прожекторів ПЗС-35. Це кількість прожекторів забезпечить рівномірне розподілення світла на робочій зоні і відповідатиме стандартам безпеки праці на будівельному майданчику.

5.4 Основні заходи з цивільної безпеки

Розділ цивільного захисту під час будівництва є актуальним компонентом забезпечення безпеки населення та працівників на етапі проектування, забудови та експлуатації будівель і споруд. Цивільний захист передбачає комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпеки під час надзвичайних ситуацій, природних та техногенних катастроф [39].

Одним із ключових нововведень в законодавчому полі є зареєстрований законопроект №7398, який пропонує зміни до правил планування та забудови територій з урахуванням вимог цивільного захисту. Цей законопроект передбачає важливі кроки щодо підвищення стандартів безпеки під час будівництва нових об'єктів та їхньої подальшої експлуатації.

Основні заходи цивільного захисту під час будівництва

1. Обов'язковий розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту в містобудівній документації Законопроектом передбачено, що жодна містобудівна документація не може бути затверджена без наявності окремого розділу, присвяченого інженерно-технічним заходам цивільного захисту/

2. Відмова у прийнятті в експлуатацію новобудов, що не відповідають вимогам цивільного захисту Якщо новозбудовані об'єкти не відповідають встановленим вимогам щодо цивільного захисту, їм буде відмовлено у видачі сертифіката про прийняття в експлуатацію.

3. Уточнення відповідальних за утримання захисних споруд цивільного захисту Законопроект уточнює коло осіб, відповідальних за належне утримання захисних споруд цивільного захисту у готовності до використання. Це дозволить чітко визначити суб'єктів, на яких покладається обов'язок стежити за станом укриттів та їхньою готовністю до прийняття населення в разі потреби.

4. Встановлення чітких термінів готовності захисних споруд Згідно з новими вимогами, терміни приведення захисних споруд у готовність до прийому населення будуть чітко регламентовані.

5. Спрощення процедури передачі земельних ділянок для будівництва захисних споруд Для прискорення процесу зведення захисних споруд цивільного захисту спрощується процедура передачі земельних ділянок, що забезпечить можливість оперативного будівництва нових об'єктів укриття, окремо розташованих від житлових і громадських будівель.

6. Підстави та процедура розірвання договору оренди захисних споруд Законопроект також встановлює підстави та процедуру розірвання

договорів оренди захисних споруд цивільного захисту. Заходи цивільного захисту, впроваджені на будівельному об'єкті

На нашому будівельному об'єкті впроваджено низку заходів для забезпечення належного рівня цивільного захисту відповідно до чинного законодавства [40]. Під час проектування враховано вимоги до цивільного захисту. Для забезпечення готовності до надзвичайних ситуацій:

- Забезпечено наявність і готовність до експлуатації захисних споруд, відповідальних за їх утримання призначено.
- Встановлено терміни приведення споруд у готовність до прийняття людей.
- Забезпечено оперативну передачу земельних ділянок для будівництва окремих захисних споруд цивільного захисту.
- Сплановано чіткі процедури використання захисних споруд, включаючи можливість розірвання договорів у разі невідповідності споруд вимогам цивільного захисту.

Прийняті заходи наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Прийняті заходи щодо з цивільного захисту

№	Заходи	Опис
1	Включення розділу інженерно-технічних заходів ЦЗ	В пояснювальну записку включено розділ, що стосується інженерно-технічних заходів цивільного захисту.
2	Призначення відповідальних осіб	Визначено відповідальних осіб за утримання захисних споруд у готовності до використання.
3	Терміни приведення захисних споруд у готовність	Встановлено терміни, протягом яких захисні споруди мають бути приведені у повну готовність для прийняття людей у разі надзвичайних ситуацій.
4	Евакуаційні шляхи та виходи	Спроектовано та забезпечено евакуаційні шляхи і виходи згідно з вимогами цивільного захисту, що гарантують швидку та безпечну евакуацію населення.
5	Пожежна сигналізація та системи оповіщення	Встановлено системи пожежної сигналізації та оповіщення для своєчасного інформування населення про загрозу та необхідність евакуації.
6	Створення місць для зберігання засобів індивідуального захисту	Передбачено спеціальні місця для зберігання засобів індивідуального захисту та іншого необхідного обладнання для забезпечення цивільного захисту.

У рамках проекту передбачено дотримання всіх норм і вимог законодавства з цивільного захисту. Особлива увага приділяється створенню умов для евакуації та укриття людей у разі виникнення загрозових ситуацій.

Одним із ключових аспектів проекту є наявність захисних споруд, доступних для людей, які перебувають у комплексі. Поруч з об'єктом розташовані модульні укриття, спеціально призначені для захисту населення під час надзвичайних ситуацій. Ці укриття відповідають усім вимогам цивільного захисту та розташовані на достатньо близькій відстані, що дозволяє швидко та безпечно дістатися до них у разі потреби [41]. Під час повітряної тривоги або іншої небезпеки, люди, які перебувають у торгово-складському комплексі, можуть організовано перейти до цих укриттів. Система оповіщення, встановлена в комплексі, забезпечує своєчасне інформування про загрозу, після чого розпочинається евакуація.

Модульні укриття, розташовані поблизу, обладнані всіма необхідними умовами для тимчасового перебування людей: вентиляційними системами, аварійним освітленням, запасами води та засобами першої допомоги. Вони здатні прийняти значну кількість осіб і гарантують захист від вибухів, обвалів або інших небезпек, пов'язаних із надзвичайними ситуаціями.

Також у проекті передбачено створення чітких і зрозумілих планів евакуації для працівників і відвідувачів комплексу. Евакуаційні маршрути розроблені з урахуванням швидкого доступу до модульних укриттів, і вони будуть позначені на території комплексу відповідними вказівниками. Для забезпечення належного рівня підготовки персоналу регулярно проводитимуться навчання та тренування, що підвищують рівень обізнаності та готовності до дій у разі надзвичайних ситуацій.

РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ

6.1 Проблематика проектування вибухостійких будівель

В умовах сучасних військових конфліктів, особливо широкомасштабних бойових дій на території України, перед інженерами та конструкторами постає важливе завдання – забезпечення надійного захисту населення та критичної інфраструктури. Події сьогодення вимагають не тільки створення надійних будівельних конструкцій, але й розробки спеціальних приміщень цивільного захисту, здатних витримати специфічні динамічні навантаження, що виникають під час артилерійських та ракетних обстрілів, вибухів і пожеж. Ця інженерно-будівельна практика стає елементом забезпечення безпеки житлових та промислових об'єктів, особливо в районах підвищеного ризику.

Під час проектування вибухостійких будівель та споруд необхідно враховувати здатність конструкцій протистояти надзвичайним впливам, включаючи вибухові хвилі, механічні удари та термічні навантаження. Аналіз наслідків руйнування будівель під час воєнних дій свідчить про те, що залізобетонні конструкції демонструють найкращі показники стійкості та витривалості. Вони мають значно більшу несучу здатність у порівнянні з традиційними будівлями, зведеними з цегли або сталевих каркасів. Завдяки своїм властивостям залізобетон може ефективно поглинати та розсіювати енергію вибуху, знижуючи ризик прогресуючого руйнування конструкцій [42]. Це забезпечує додаткову безпеку будівлям, де зосереджено велике число людей або важливі матеріальні активи.

Ключовим принципом при створенні вибухостійких конструкцій є використання раціональних інженерних рішень, що ґрунтуються на симетричних та компактних планах. Прості конструктивні системи з високою стійкістю до динамічних впливів дозволяють знизити ймовірність прогресуючого руйнування будівель у разі вибухів або обстрілів. Успішне проектування таких споруд вимагає спеціального підходу до вузлів з'єднання

вертикальних і горизонтальних елементів конструкцій, які повинні бути пластичними та здатними до поглинання і розсіювання енергії. Це особливо актуально для несучих елементів, які повинні витримувати як звичайні гравітаційні навантаження, так і навантаження, спричинені динамічними вибуховими ударами або підніманням плит перекриттів.

Особливу увагу необхідно приділяти проектуванню приміщень цивільного захисту в будівлях із високим класом наслідків (СС2, СС3), де постійно або тимчасово перебуває велика кількість людей. Такі приміщення повинні розташовуватися нижче рівня землі, що забезпечує додатковий захист від вибухових хвиль та пожеж. Зокрема, підземні приміщення мають бути спроектовані з урахуванням різноманітних навантажень, включаючи вибухові хвилі та теплові впливи, що вимагає особливої уваги до вибору матеріалів та конструкцій. Залізобетонні каркаси з монолітними ребристими перекриттями і жорсткими вузлами з'єднання в цьому контексті демонструють максимальну ефективність [43].

Сучасні технології дозволяють проектувати вибухостійкі будівлі, які не тільки здатні витримати надзвичайні впливи, але й забезпечити безпеку людей, що перебувають у них. Інженерні рішення повинні враховувати всі можливі ризики та загрози, а також включати в себе систему цивільного захисту, розташовану в підземних частинах будівель для максимального захисту.

Дослідження [43-45] показують, що найбільш ефективними є конструкції, засновані на каркасах з монолітними залізобетонними ребристими перекриттями та системами головних і другорядних балок, які забезпечують рівномірний розподіл навантажень між несучими елементами будівлі. Однак існує ряд чинників, що можуть призвести до руйнування таких конструкцій, особливо під час вибухових впливів знизу.

До основних причин руйнування залізобетонних плит перекриттів належать згинальні навантаження та продавлювання внаслідок тиску вибухових хвиль. У випадках реверсування вибухового впливу будівля може зазнавати додаткових деформацій, включаючи можливе закручування несучих

елементів. Наведені процеси можуть суттєво вплинути на цілісність конструкції та її здатність витримувати подальші навантаження (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Аналіз вибухостійкості будівельних конструкції з наданням рекомендацій

Аспект	Характеристика	Рекомендації для проектування
Залізобетонні конструкції	Залізобетон має високу несучу здатність, інерційний опір і негорючі властивості, що робить його ефективним для захисту будівель від вибухових і пожежних впливів [44].	Використання залізобетонних монолітних каркасів, що дозволяють поглинати та перерозподіляти вибухові навантаження.
Динамічні властивості	Залізобетон здатен змінювати свої динамічні характеристики залежно від конструктивної форми та рівня армування, що дозволяє регулювати його вибухостійкість.	Проектування будівель з можливістю регулювання вибухових навантажень через зміну конструктивних форм і коефіцієнта армування.
Пластичність конструкцій	Висока пластичність залізобетону забезпечує можливість деформування при вибухових навантаженнях і запобігає каскадному руйнуванню конструкцій.	Використання стовбурних конструктивних систем з залізобетону для розподілу зусиль та запобігання прогресуючому колапсу будівлі.
Вибухові навантаження	Залізобетонні конструкції можуть витримувати різні види вибухових навантажень, зокрема горизонтальні вибухові хвилі, що передаються через зовнішні стіни.	Проектування вибухостійких будівель з діафрагмами жорсткості та несучими каркасами, що забезпечують стійкість до вибухових хвиль.
Система «tube in tube»	Ця система з високою вертикальною та горизонтальною жорсткістю сприяє рівномірному розподілу навантажень, що зменшує деформації і покращує стійкість будівлі.	Використання конструктивної системи "tube in tube" для підвищення стійкості до вибухових навантажень і покращення жорсткості каркаса.
Сприйняття вибухових впливів	Основні навантаження від вибуху передаються через зовнішні огорожувальні конструкції, які захищають внутрішні несучі елементи від руйнівного впливу вибухової хвилі.	Забезпечення належної жорсткості зовнішніх стін для розподілу вибухового тиску на вертикальні та горизонтальні несучі конструкції.

Залізобетонні конструкції, завдяки своїм пластичним властивостям, можуть ефективно перерозподіляти навантаження в разі виникнення прогресуючого руйнування, що дозволяє уникнути каскадної послідовності пошкоджень (табл. 6.1). Цей процес можна контролювати завдяки зміні

коефіцієнта армування та формування конструкцій з урахуванням можливих навантажень.

Система «tube in tube», в якій несучі стіни розташовані по периметру будівлі, забезпечує підвищену жорсткість та стабільність конструкції в умовах впливу вибухових хвиль. Такі системи ефективно поглинають та розподіляють навантаження, що виникають під час вибухів, зберігаючи структурну цілісність будівлі та зменшуючи її деформації.

Малоповерхові будівлі часто містять укриття, але вони можуть бути особливо вразливими до вибухових навантажень у випадку детонації значної кількості вибухових речовин на відстані. В таких ситуаціях вибухові хвилі можуть досягти верхньої частини будівлі, викликаючи тиск, що значно перевищує розрахункові нормативи, що часто призводить до руйнування покрівельних конструкцій та загрожує цілісності всієї будівлі (рис. 6.1).

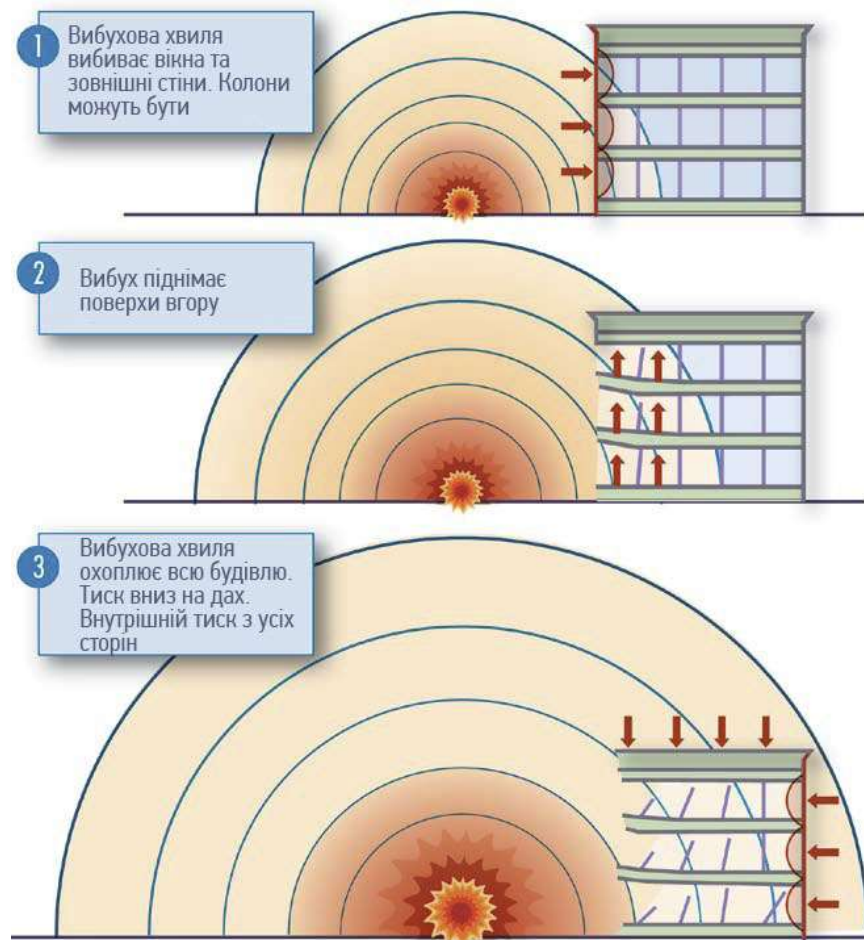


Рисунок 6.1 – Руйнування від вибухової хвилі [45]

Висотні будівлі мають особливі вимоги до конструктивної стійкості, оскільки повинні протидіяти як вертикальним, так і горизонтальним навантаженням. Хоча нижні поверхи висотних споруд зазвичай міцніші та стійкіші до вибухового впливу, ніж у малоповерхових будівлях, вибухові хвилі можуть поширюватися в густонаселених районах і відбиватися від сусідніх споруд.

У проектуванні висотних каркасно-монолітних будівель особлива увага повинна бути приділена заходам по зміцненню перекриттів, які можуть постраждати від вибухових навантажень. Це стосується ділянок, що піддаються реверсуванню тиску, коли вибухова хвиля спрямовується вгору, створюючи підвищені навантаження на плити перекриття (рис. 6.2).



Рисунок 6.2 – Основне руйнування залізобетонного перекриття

Для забезпечення надійності конструкції основну арматуру розташовують у двох взаємно перпендикулярних напрямках уздовж ліній максимальних згинальних моментів і поперечних сил. Це розташування відбувається уздовж координаційних осей колон або пілонів будівлі. Поздовжню арматуру закріплюють за допомогою хомутів, створюючи

просторові арматурні каркаси. В результаті у перекриттях утворюються так звані приховані ригелі, які забезпечують додаткову жорсткість. У середніх зонах комірок каркасу для армування використовують одну арматурну сітку, розташовану внизу плити.

Щоб визначити необхідну площу перерізу поздовжньої робочої арматури прихованих ригелів, приймають ширину перерізу рівною $1/6$ відстані між осями колон, але не більше 1000 мм у кожен бік від координатних осей. Така схема армування плит перекриттів є ефективною при традиційних умовах експлуатації, коли основні навантаження спрямовані вниз під впливом гравітації [46].

Однак, у випадку вибухостійких будівель необхідно враховувати інший тип навантаження — тиск, що діє знизу на перекриття. Вибухова хвиля може спричинити руйнування залізобетонних плит перекриття через згинання або продавлювання. Тому необхідно підсилювати верхні ділянки плит перекриттів і покриття біля колон та пілонів додатковими сталевими арматурними сітками. Це посилення допоможе підвищити вибухостійкість конструкцій та запобігти їх руйнуванню під впливом вибухових хвиль, забезпечуючи стійкість будівлі у випадку надзвичайних ситуацій.

Аналіз проблематики проєктування вибухостійких конструкцій дає змогу зробити наступні висновки:

1. У вибухостійких будівлях особливу увагу необхідно приділяти зміцненню ділянок перекриттів, які можуть постраждати від реверсування вибухового тиску, зокрема шляхом додаткового армування в зонах біля колон та пілонів.

2. Основна арматура повинна бути розташована у взаємно перпендикулярних напрямках уздовж ліній максимальних згинальних моментів і поперечних сил, що забезпечує підвищену стійкість до вибухових навантажень.

3. Формування прихованих ригелів за допомогою просторових арматурних каркасів дозволяє збільшити жорсткість плит перекриттів, що важливо для забезпечення стійкості конструкції до вибухів.

4. Для протидії вибуховим навантаженням знизу, верхні ділянки плит перекриттів необхідно додатково підсилювати сталевими сітками, що зменшує ризик їх руйнування від згинання або продавлювання.

6.2 Моделювання впливу вибухових навантажень на конструкції

Метою є дослідження впливу вибухових навантажень на типові будівельні конструкції шляхом моделювання різних сценаріїв вибуху та аналізу їх впливу на структурну цілісність будівельних елементів.

Існує три основних типи відбиття вибухових хвиль, які визначаються кутом нахилу відбиваючої поверхні відносно напрямку поширення вибухової хвилі (рис. 6.3).

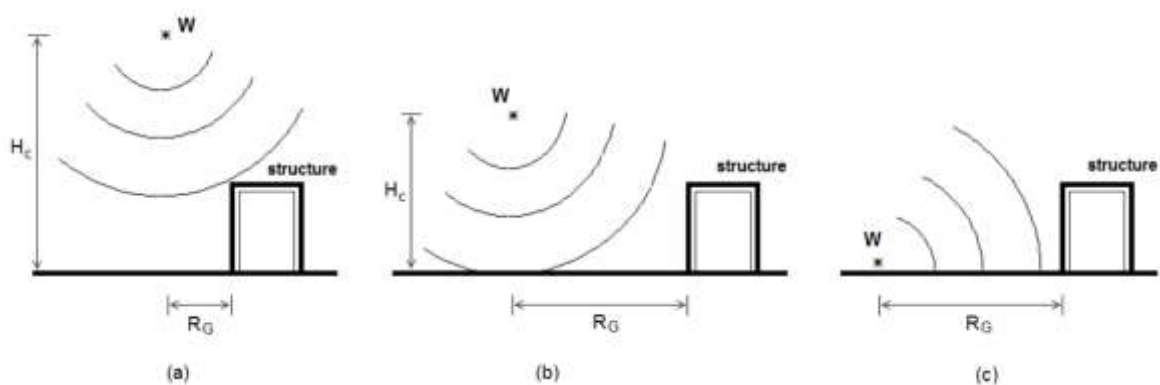


Рисунок 6.3 – Класифікація вибухів і вибухових впливів [47]:

- (а) вибухи у відкритому повітряному просторі, (б) вибухи на певній висоті над землею та (в) вибухи, що відбуваються на поверхні землі

Найбільші навантаження на конструкції виникають при нормальному відбитті, коли поверхня розташована перпендикулярно до напрямку вибухової хвилі. У такому випадку тиск на конструкцію є найвищим, оскільки відбувається максимальне відбиття вибухової енергії назад до джерела вибуху.

Цей тип відбиття характерний для площин, які прямо перетинаються вибуховою хвилею, і може викликати суттєве перевантаження конструкцій.

Коли вибухова хвиля досягає поверхні під малим косим кутом, відбувається косе відбиття. Це призводить до меншого навантаження на конструкцію, оскільки частина енергії розсіюється у бік, і тиск, що діє на конструкцію, знижується.

Третій тип відбиття пов'язаний з утворенням складної структури хвиль. Цей феномен виникає, коли вибухова хвиля стикається з поверхнею під певним кутом, що призводить до формування додаткових хвильових компонентів, які збільшують загальне навантаження на конструкцію.

Незалежно від типу відбиття, відбите тиск завжди більше за інцидентне (початкове) тиск. Найбільше значення відбитого тиску спостерігається тоді, коли хвиля вдаряє по поверхні під нормальним кутом (90°). У міру збільшення кута нахилу поверхні до фронту хвилі, відбите тиск поступово зменшується, досягаючи мінімуму, коли поверхня паралельна до фронту хвилі.

Врахування різних типів відбиття дозволяє знизити ризик руйнування будівель та забезпечити їхню стійкість до вибухових навантажень.

Для кожного з цих типів вибуху (рис. 6.3) характерне своєрідне вибухове навантаження на конструкції, оскільки процеси відбиття та інтерференції під час поширення вибухової хвилі можуть істотно впливати на зміну її інтенсивності, а також тиску, який вона створює на елементи будівель.

Для моделювання обираємо залізобетонні панелі, які широко використовуються в будівництві (рис. 6.4). Об'єктом аналізу може стати плоска залізобетонна плита, розміром 3 м х 3 м, товщиною 0,2 м. Ця конструкція буде піддаватися різним вибуховим навантаженням для оцінки її стійкості до вибухових хвиль.

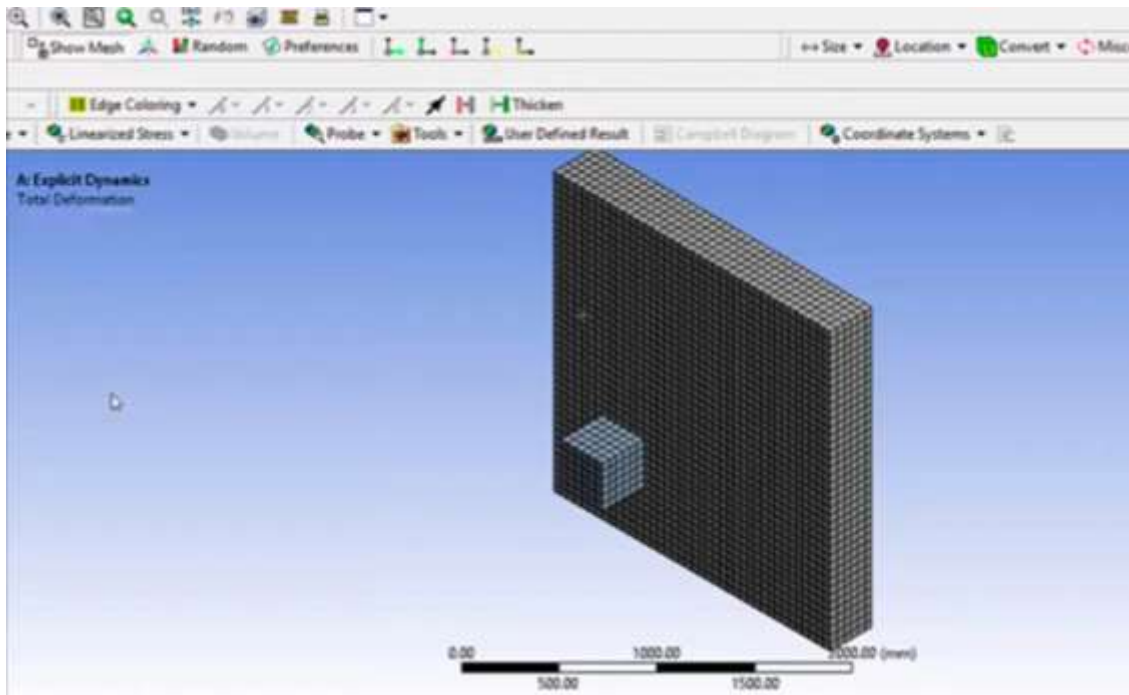


Рисунок 6.4 – Обрана залізобетонна панель в ANSYS LS-DYNA

Алгоритм проведення дослідження:

- 1) В програмі будуємо модель залізобетонної плити з заданими геометричними параметрами (3 м x 3 м x 0,2 м);
- 2) Задаємо властивості залізобетону (модуль пружності, коефіцієнт Пуассона, щільність та інші властивості, важливі для динамічного навантаження);
- 3) Вводимо дані про вибухову хвилю, базуючись на відстані, потужності та типі вибуху. Для цього використовуються стандартні формули визначення тиску та тривалості вибухової хвилі;
- 4) Запускаємо симуляцію для кожного сценарію вибуху і отримуємо дані про реакцію плити на навантаження (напруги, деформації, можливі пошкодження);
- 5) Аналізуємо результати моделювання, зокрема максимальні значення напруг і деформацій в плиті, щоб оцінити можливість руйнування або пошкодження.

Для коректного моделювання вибуху в ANSYS LS-DYNA необхідно задати параметри вибухової хвилі, яка буде взаємодіяти з залізобетонною

плитою. Вибухова хвиля є потужним динамічним процесом, що виникає в результаті вибуху, і характеризується рядом ключових параметрів: тиск, швидкість поширення, тривалість імпульсу і відстань до об'єкта.

Сценарій 1. Вибух у повітрі

Для цього сценарію ми беремо вибух у повітрі, потужністю еквівалентною 50 кг тротилу, на відстані 10 м від стіни, на висоті 1 м над її поверхнею.

Методологія розрахунку полягає у наступному.

Радіус зони детонаційної хвилі знаходиться за формулою (6.1) [48]:

$$r_1 = 17.53 \cdot m^{1/3} \quad (6.1)$$

, де: m – маса вибухової речовини в тоннах, т;

$$r_1 = 17.53 \cdot (0.1)^{1/3} = 8,14 \text{ м}$$

Радіус зони детонаційної хвилі складає приблизно 8.14 м.

Обчислення надлишкового тиску в зоні вибуху ΔP , що визначається за формулою (6.2):

$$\Delta P = \frac{K \cdot W^{1/3}}{r}, \text{ кПа} \quad (6.2)$$

, де: ΔP – надлишковий тиск, кПа,

K – емпіричний коефіцієнт, емпіричний коефіцієнт (залежить від типу вибухової речовини, для тротилу $K \approx 300K$;

W – маса вибухової речовини в кг;

r – відстань до об'єкта (м).

$$\Delta P = \frac{300 \times 4,64}{10} = 139,2 \text{ кПа}$$

Зона повітряної ударної хвилі складає (6.3):

$$\begin{aligned} \text{при } \Psi \leq 2, \quad \Delta P_3 &= \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + 29,8 \cdot \Psi^3} - 1)} \text{ кПа}, \\ \text{при } \Psi > 2, \quad \Delta P_3 &= \frac{22}{\Psi \cdot \sqrt{\lg \Psi + 0,158}} \text{ кПа}, \end{aligned} \quad (6.3)$$

При вибуху 50 кг тротилу на відстані 10 метрів надлишковий тиск становитиме приблизно 139,2 кПа. Такий тиск належить до категорії серйозних вибухових впливів і може призвести до значних пошкоджень будівельних конструкцій. На такій відстані можуть бути повністю зруйновані вікна, двері, перегородки та легкі конструкції. Цей надлишковий тиск може викликати значні ушкодження несучих стін, а також становити серйозну небезпеку для людей, що перебувають у зоні дії вибухової хвилі.

Пошкодження можуть включати деформацію металевих конструкцій, часткове руйнування будівель з цегли або бетону та небезпечне розповсюдження уламків від руйнувань.

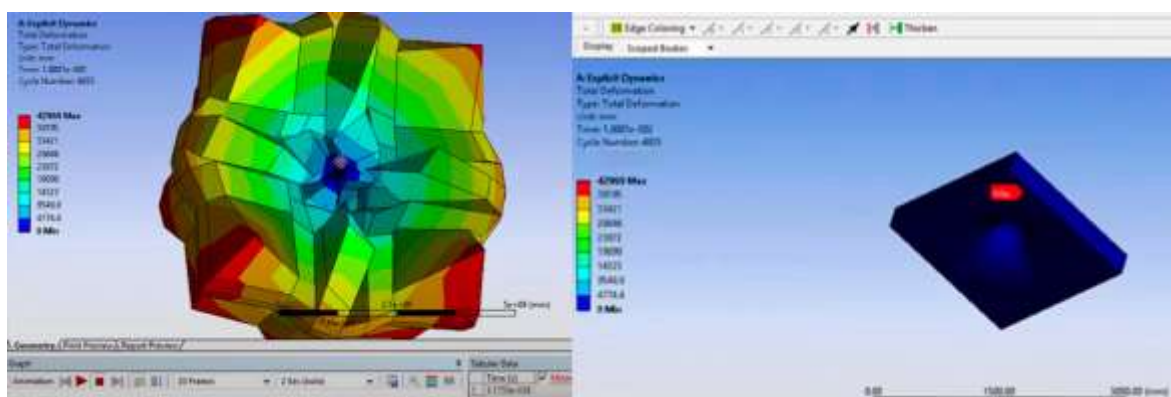


Рисунок 6.5 – Результати розрахунку (деформації в мм)

Моделювання проводилось у три етапи. На першому етапі за допомогою методу динамічної релаксації було отримано початковий стан напружено-деформованої залізобетонної стіни, який відповідає заданим навантаженням.

На другому етапі моделювали нестационарні газодинамічні процеси вибуху 50 кг тротилу та їх вплив на стіну. Напружено-деформований стан стіни під час проходження ударної хвилі розраховувався в нелінійній постановці з урахуванням незворотних деформацій і руйнування залізобетонних елементів та арматури.

За результатами моделювання час дії вибуху склав 2,8 мс. Третій етап розглядав руйнування залізобетонної стіни, пошкодженої вибухом, під впливом постійних і тимчасових навантажень від вищерозташованих частин конструкції

Зображення (рис. 6.5) використовується для оцінки здатності матеріалу або конструкції витримувати екстремальні навантаження, такі як вибухи або інші ударні впливи. За допомогою LS-DYNA моделюються різні сценарії впливу для оцінки поведінки конструкції під дією таких навантажень, що дає змогу приймати рішення щодо зміцнення або зміни конструкції для підвищення її стійкості. В центрі знаходиться найменша деформація. Цей регіон може відповідати точці прикладання сили або області, яка найбільш захищена від навантаження.

Контури та форма моделі показують, як деформація поширюється по всій конструкції. Візуалізація допомагає зрозуміти, де структура буде зазнавати найбільших зусиль і які частини піддаються критичним навантаженням.

Сценарій 2. Вибух поруч з будинком

У якості розрахунку обираємо типову будівельну конструкцію в формі одноповерхового будинку з плоским дахом для того, щоб зрозуміти, як напруження будуть розподілятися в ній [49].

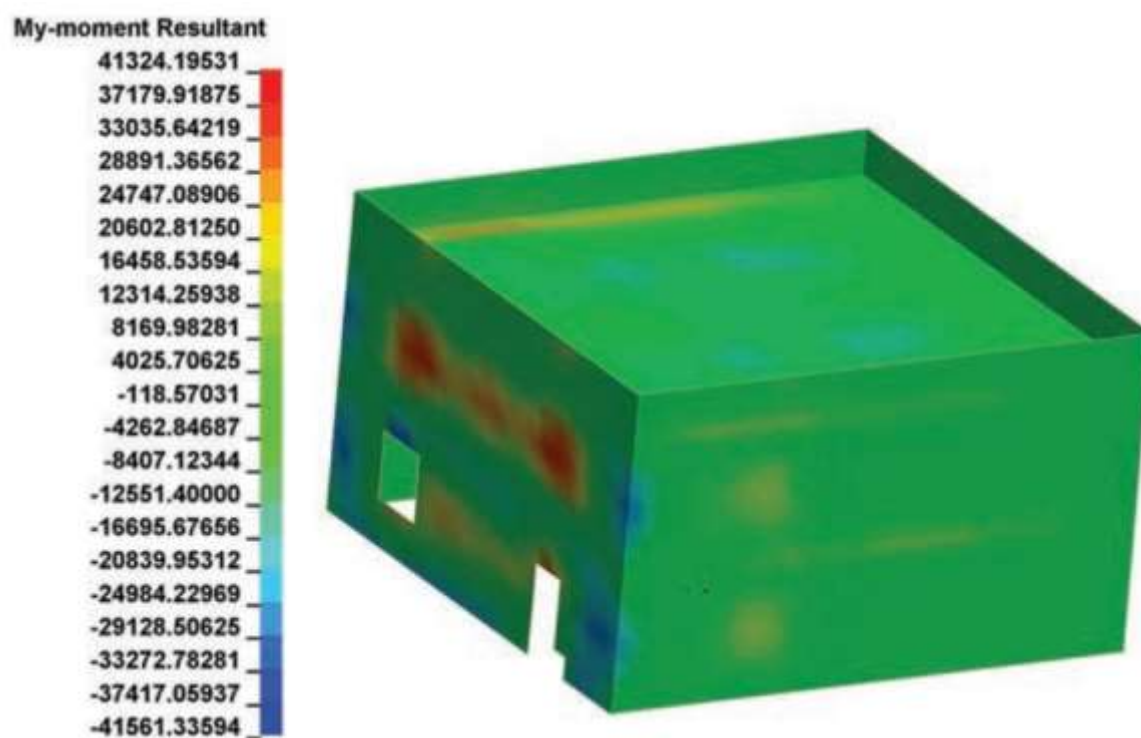


Рисунок 6.5 – Мозаїка напружень по M_y

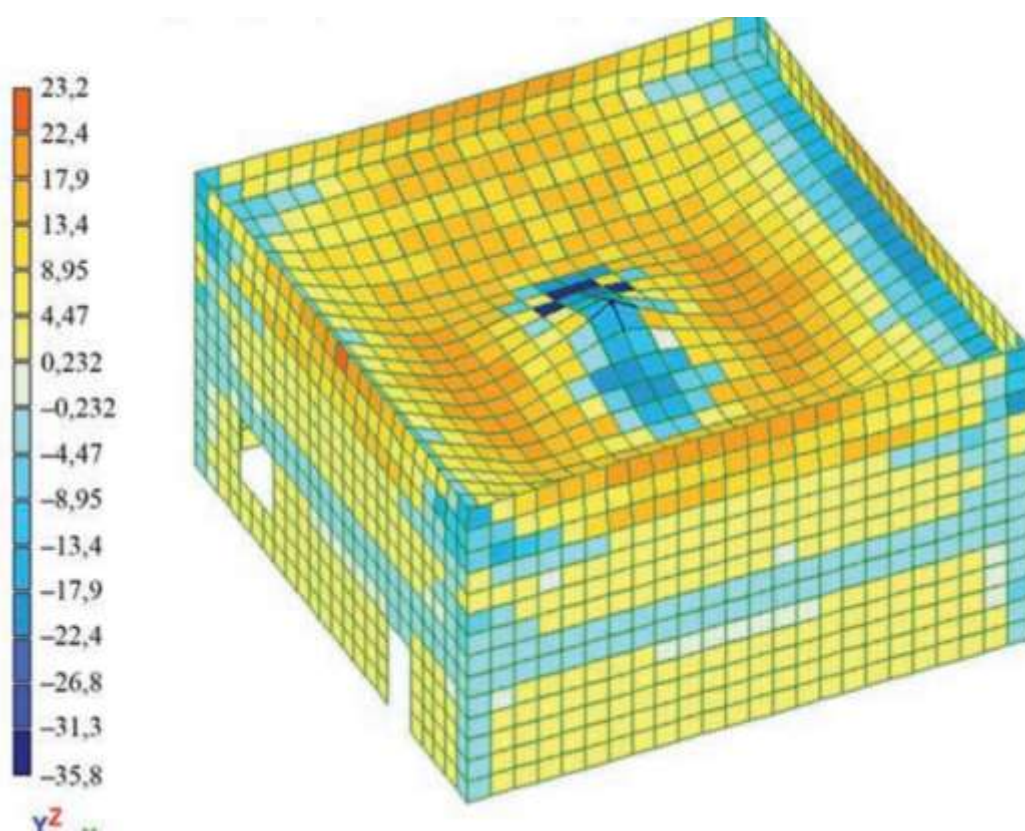


Рисунок 6.6 – Мозаїка напружень по M_y в стінах та покритті

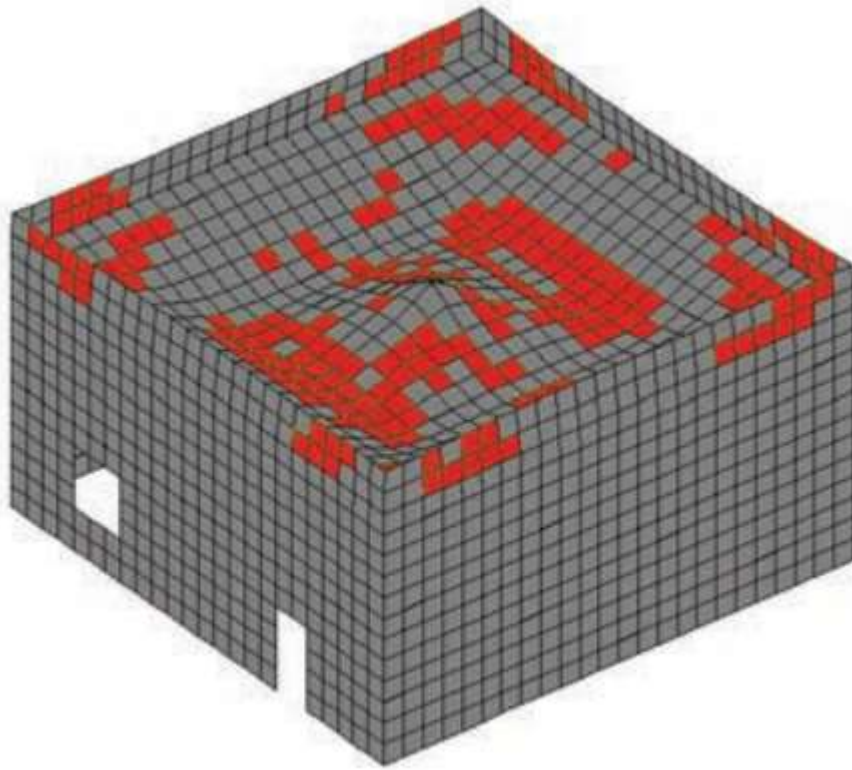


Рисунок 6.7 – Картина руйнувань

Результати розрахунків (рис. 6.5-6.7) наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати розрахунку в LS Dyna

Зусилля	Метод розрахунку
Метод розрахунку	Нелінійний розрахунок в LS
Тип зусиль	DYNA
Максимальний згинальний момент M_y у стінах, тм	На опорах — 17,4 тм У прольоті — 8,2 тм
Максимальний згинальний момент M_y перекриттях, тм	На опорах — 29,5 тм У прольоті — 20,3 тм
Зусилля N у колоні, т	168

Дослідження поведінки будівельних конструкцій під впливом вибухових навантажень набуло важливості в умовах сучасного розвитку міської інфраструктури та загрозливих умов. Одним із ключових аспектів є розробка вибухостійких будівель, здатних витримувати потужні динамічні навантаження, спричинені вибухами.

Для оцінки таких навантажень необхідно використовувати сучасні числові методи моделювання, які здатні більш точно відтворювати динамічні процеси та взаємодію матеріалів.

Таким чином:

1) Результати показують важливість використання нелінійних методів моделювання для більш точної оцінки поведінки конструкцій під час вибухових впливів. Програмне забезпечення, наприклад, LS-DYNA, дозволяють враховувати складну взаємодію матеріалів і конструктивних елементів, що важливо для вибухостійких будівель.

2) Аналіз руйнувань конструкцій показав, що основними причинами пошкоджень є неврахування інерційних характеристик конструкцій та неправильний розподіл навантажень під час проєктування вибухостійких будівель. Недостатня увага до цих факторів може призвести до непередбачених перевантажень у критичних точках, що значно збільшує ризик руйнування конструкцій під дією вибухових навантажень.

3) Традиційні еквівалентно-статичні методи не є достатніми для оцінки вибухових навантажень, і необхідно використовувати більш складні числові методи моделювання, щоб точно оцінити вплив вибухів на конструкції, особливо в умовах сьогодення.

Підтверджено, що при розробці вибухостійких конструкцій необхідно застосовувати числові методи, такі як LS-DYNA, щоб врахувати динамічні характеристики матеріалів і уникнути критичних помилок у проєктуванні.

Наявна пропозиція розроблення нових способів посилення стін і перекриттів, а також конструкцій ненесучих перегородок, руйнування яких не призводило б до руйнування будівлі

6.3 Техніко-конструктивні заходи для гарантування цивільної безпеки

Проектування будівель з урахуванням вимог цивільної безпеки стає важливим аспектом сучасного будівництва, особливо в умовах підвищених ризиків сьогодення.

Захист будівельних конструкцій від надзвичайних ситуацій, таких як вибухи, пожежі чи землетруси, стає надзвичайно актуальною проблемою, особливо в умовах сучасної урбанізації та розвитку висотного будівництва у великих містах. Висотні будівлі є найбільш вразливими до прогресуючого руйнування через їхню висоту та складність конструкцій. Непередбачувані обвалення можуть спричинити значні людські та матеріальні втрати, тому питання захисту таких будівель є критично важливим для забезпечення безпеки мешканців та збереження інфраструктури.

Основні конструктивні елементи висотних будівель піддаються значним навантаженням, що вимагає використання матеріалів з підвищеними фізико-механічними характеристиками. Традиційні матеріали часто не забезпечують необхідного рівня стійкості до екстремальних впливів, тому особлива увага приділяється використанню сучасних композиційних матеріалів для армування несучих конструкцій. Зовнішнє армування опор та згинальних елементів балок і плит може значно підвищити їхню стійкість до динамічних навантажень, спричинених вибухами або сейсмічними подіями.

За останні роки кількість наукових досліджень та конструкторських розробок, спрямованих на запобігання обваленню будівельних конструкцій, значно зросла. Це пов'язано з підвищеними вимогами до безпеки будівель у сучасних умовах, особливо при будівництві висотних та складних споруд. Науково-експериментальні роботи показали, що існує можливість значного (до 50%) підвищення міцності стиснених опорних конструкцій, таких як колони круглих, квадратних та прямокутних перетинів. Ці елементи є

ключовими для стійкості будівель, а також для інших згинальних конструкцій, як плити, балки та ригелі.

Проте проблема полягає в тому, що протягом тривалого часу не було достатньо даних про характер руйнування таких конструкцій під впливом ударної хвилі, що викликало значні труднощі в оцінці їхньої поведінки в умовах надзвичайних ситуацій.

Полімерні клейові склади, які забезпечують міцність зв'язку між вуглецевою тканиною і конструкцією, починають втрачати свої властивості при відносно низьких температурах – від 65 до 150°C. Це може призвести до розшарування матеріалів, втрати міцності та в крайніх випадках – до їх займання з виділенням токсичних продуктів горіння. (рис. 6.8).



Рисунок 6.8 – Використання вуглепластику для посилення колон (з ним та без відповідно) [50]

Вуглецева тканина сама по собі є досить вогнестійким матеріалом, її температура займання перевищує 1000°C, що робить її придатною для використання у конструкціях, де важливим є підвищений рівень термостійкості. Однак ефективний вогнезахист вуглепластикових конструкцій повинен враховувати комплексний вплив на всі компоненти матеріалу. Необхідно забезпечити захист епоксидної матриці, що включає використання

додаткових термостійких матеріалів, покриттів або бар'єрів, які можуть захистити клейові склади від надмірного нагрівання.\

Вибухостійкі стіни — це спеціальні конструкції, призначені для забезпечення захисту від вибухових навантажень, розповсюдження вибухової хвилі та пошкоджень. Такі конструкції зазвичай використовуються для захисту людей, обладнання та майна від можливих наслідків вибухів на виробництвах, промислових об'єктах або в місцях зберігання небезпечних матеріалів.

Основні характеристики та застосування вибухостійких стін:

- Бетон високої міцності забезпечує основну жорсткість і стійкість до великих механічних навантажень;
- Композитні матеріали можуть підвищувати стійкість стін до вибуху завдяки своїм легким і водночас міцним властивостям;
- Листи сталі можуть додатково зміцнювати стіни, забезпечуючи їх захист від пошкоджень уламками та вибуховими хвилями;
- Вибухостійкі стіни можуть виготовлятися у вигляді блокових панелей з болтовим або звареним кріпленням, залежно від місця розміщення і рівня навантажень. Кріплення вибираються з урахуванням специфіки експлуатації та необхідних умов стійкості.
- Такі стіни найчастіше використовуються в промислових установах, нафтопереробних заводах, об'єктах, пов'язаних із зберіганням вибухонебезпечних речовин, а також у банках, сейфових кімнатах, об'єктах спецслужб та на складських комплексах. Вони також можуть застосовуватися в приватних будинках, якщо є ризик вибухових впливів у безпосередній близькості.
- Вибухостійкі стіни проектуються з урахуванням норм і стандартів, які визначають необхідні характеристики для таких конструкцій. Це включає стійкість до ударних і теплових навантажень, а також можливість додаткового обладнання, такого як прокладка кабельних каналів. Після

встановлення, стіни можуть бути облицьовані різними будівельними матеріалами для естетичних і функціональних потреб (рис. 6.9).



Рисунок 6.9 – Використання вибухостійких панелей

Для підвищення безпеки у будівлях, особливо на виробничих чи комерційних об'єктах, можна створювати вибухостійкі кабінети із застосуванням вибухозахисних стін і панелей, як на зображенні. Ці кабінети можуть служити безпечними зонами, де люди можуть перебувати під час вибуху, що знижує ризик отримання травм від вибухових хвиль і уламків. Такі конструкції виготовляються з міцних матеріалів, як-от високоміцний бетон,

композитні склади та броньовані сталеві листи, що забезпечують надійний захист.

Окрім захисту від вибухів, такі кабінети можуть також захищати від завалів, залежно від сили вибуху. Якщо вибух не спричиняє критичне руйнування будівлі, вибухостійкий кабінет може залишатися непошкодженим, навіть коли прилеглі конструкції зазнали руйнування. Це дозволяє створити в будівлях безпечні простори для тимчасового перебування людей, поки не настане можливість евакуації або рятувальної операції.

Актуальним є можливість перейняття досвіду Ізраїлю з використанням «безпечних кімнат» (рис. 6.10). З досвіду Ізраїлю, де існує постійна загроза ракетних та авіаударів, було розроблено концепцію «безпечної кімнати», відому як МаМад. Ця захисна кімната призначена для багатопверхових житлових будинків та забезпечує додатковий рівень безпеки для їх мешканців. Її будівництво може відбуватися різними шляхами: як частина загальної конструкції будинку, як додаткова окрема споруда поруч із будинком або ж шляхом встановлення готової броньованої конструкції в одній з кімнат квартири.



Рисунок 6.10 – Безпечна кімната в Ізраїлі

До основних характеристик таких приміщень належать: посилений армований бетон для підвищеної міцності, вибухозахисні двері та вікна, система спеціальної вентиляції з фільтрацією повітря, окремі трубопроводи та точки телекомунікації.

Ці кімнати мають бути обладнані засобами зв'язку для виклику поліції або аварійних служб. Як правило, безпечні кімнати залишаються секретними і функціонують як жилі сейфи, де можна безпечно сховати не тільки людей, але й цінності.

Двері до таких приміщень можуть бути приховані і обладнані герметичними замками з підвищеною міцністю, подібними до тих, що використовуються у банківських сховищах. Такі кімнати надають захист від пожеж, включаючи бойові дії, завдяки системі регенерації повітря, а також забезпечують захист від нападу на квартиру або будинок завдяки броньованим дверям, стінам і екрануванню від електромагнітних випромінювань. Окрім цього, укріплені кімнати мають автономне електроживлення та можуть витримувати наслідки вибуху, обвалу стін і навіть землетруси більшості категорій завдяки міцній конструкції з залізобетону або металу.

ВИСНОВКИ

1. Виконано проєкт будівництва торговельно-складського комплексу, охоплюючи конструктивні елементи, організацію будівництва, охорону праці та економічні аспекти. Розробка проєкту включає в себе детальний аналіз та розрахунок конструктивних елементів, встановлення календарного плану, технології будівельного виробництва, заходи з охорони праці та розрахунок локального кошторису.

2. Проведений детальний аналіз проблематики проектування вибухостійких конструкцій, що є надзвичайно актуальним в умовах зростаючих техногенних та антропогенних ризиків. За допомогою програмного забезпечення LS-DYNA було змодельовано різні сценарії впливу вибухових навантажень на будівельні конструкції. Це дозволило виявити критичні точки в конструкції будівлі та розробити рекомендації щодо посилення цих елементів для забезпечення максимальної стійкості та безпеки.

3. В умовах сучасних викликів, пов'язаних із безпекою та захистом об'єктів цивільної інфраструктури, проектування будівель з підвищеною вибухостійкістю стає пріоритетним напрямком. Застосування новітніх технологій і матеріалів, а також інтеграція систем безпеки на етапі проектування сприяють зниженню потенційних ризиків для життя та здоров'я людей.

4. Результати цього дослідження є основою для подальшого розвитку ефективних та сталих підходів до підвищення рівня захисту населення та об'єктів інфраструктури. Отримані дані можуть бути використані для вдосконалення методик проектування, розробки нових матеріалів та технологій будівництва, а також для навчання та підготовки фахівців у галузі будівельної безпеки. Це сприятиме підвищенню загального рівня стійкості суспільства перед сучасними загрозами та забезпечить безпечні умови проживання для населення..

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-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія [Чинний від 01.11.2011]. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 127с. (Інформація та документація).
6. 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).
7. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності) [Чинний від 01.12.2019]. Технічний комітет стандартизації «Експертиза містобудівної та проектної документації на будівництво» (ТК 319), 19с. (Інформація та документація).
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» (для слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.06010101 – «Промислове та цивільне будівництво») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова; уклад.: Є. С. Сєдишев. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2013. – 50 с.

9. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011, 71с.
10. Методичні вказівки до виконання з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції». Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурцева. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 35 с.
11. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи.
12. 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.
13. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови, 28с.
14. ДСТУ-Н Б В.2.6-196:2014 Настанова з проектування залізобетонних балок. Розрахунок на вогнестійкість
15. ДБН В.1.2-7-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека
16. ДСТУ 8807:2018 Балки двотаврові та швелери сталеві спеціальні. Сортамент
17. Технологія будівельного виробництва, Курсове й дипломне проектування / Хамзин С. К., | Карасев А. К. Для будів, спец. внз. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006, 216с., 62с.
18. 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.
19. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник / А. М. Дорош. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 255 с.
20. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва, 62с.
21. Організація будівництва. С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.

22. ДСТУ 8898:2019 Профілі сталеві гнуті листові з трапецієподібним гофром. Сортамент.
23. Технологія будівельного виробництва: навчальний посібник / В.М. Гуденко. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 481 с.
24. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проектування) : навчальний посібник / Дудар І. Н., Лівінський О. М., Прилипко Т. В. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.
25. Навчальний посібник «Проектування будівельних генеральних планів» (з дисципліни «Організація будівництва») / Л.Г. Щербінін, Є.В. Дяченко, Ю.В. Дрижирук – Полтава: ПолтНТУ, 2016 – 139 с.
26. Організація будівництва. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 86 с.
27. Новак, Є., Собко, Ю., & Сумарюк, О. (2023). Особливості проектування будівельних генеральних планів. Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування, (66), 300–309.
28. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.
29. Ціноутворення в будівництві [Текст]: конспект лекцій для студентів 4 курсу зі спеціальності 5.06010101 «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання/ уклад. В.С.Оласюк – Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2016. – с.43 .
30. Ціноутворення та інвесторська кошторисна документація будівництва : навч. посіб. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2021. – 98 с.
31. Волкова М. В. Конспект лекцій з дисциплін «Організація проектнокошторисної справи», «Проектно-кошторисна справа ремонту житла та будівель» (для студентів усіх форм навчання напряму підготовки 6.030601 «Менеджмент») / М. В. Волкова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ, 2014. – 58 с.

32. Кошторисна справа в будівництві : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / О. Г. Лялюк, О. Г. Ратушняк. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 90 с.

33. ДБН А.3.2-2-2009: "Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення

34. ДСТУ Б А. 3.2-11:2009 Система стандартів безпеки праці. Роботи покрівельні і гідроізоляційні. Вимоги безпеки

35. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення

36. ДСТУ EN ISO 13943:2022 Пожежна безпека. Словник термінів (EN ISO 13943:2017, IDT; ISO 13943:2017, IDT)

37. ДСТУ EN 3-7:2014 Вогнегасники переносні. Частина 7. Характеристики, вимоги до робочих параметрів і методи випробування

38. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Дослідження прожекторного освітлення з застосуванням LED світильників» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі», для студентів усіх спеціальностей та форм навчання / Укл. М. І. Лазуткін, М. О. Журавель – Запоріжжя : Каф. ОП і НС, НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 26 с.

39. Законопроект №7398 від 01.06.2022 року "Про забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови територій" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/39666>. – Назва з екрану.

40. ДБН В.1.2-4:2019 Система надійності та безпеки в будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту

41. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту

42. Гетун, Г., Колякова, В. ., Безклубенко, І., & Соломін, А. (2023). конструктивні рішення вибухостійких будівель з приміщеннями цивільного захисту населення. Будівельні конструкції. Теорія і практика, (13), 41–50.

43. Іванченко Г. М. Гетун Г. В., Безклубенко І. С., Соломін А. В. Вплив вибухових навантажень на будівлі та споруди цивільного захисту населення // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2023. – вип. 111, с. 108-117.

44. Getun G., Butsenko Y., Balina O., Bezklubenko I., Solomin A. Дифузійні процеси з накопичувальними характеристиками при експлуатації будівель // Strength of materials and theory of structures. – 2019. – Issue 102, p. 243-251.

45. Укриття в будівлях зі сталевим каркасом [Електронний ресурс] // Український союз промисловців і підприємців. – Режим доступу: <https://uscc.ua/news/ukritta-v-budivlah-zi-stalevim-karkasom>. – Назва з екрану.

46. Думич А. Вплив вибухової хвилі на напружено-деформований стан конструкцій укриття [Електронний ресурс] / А. Думич, В. Колякова, А. Сердечна // робоча програма міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «BUILD-MASTER-CLASS-2023» – 2023.

47. Bhardwaj, M., Jain, P., & Kapoor, A. (2023). Explosive Blast Effects on Structures: Numerical and Experimental Approaches. In: Advances in Structural Engineering and Construction (pp. 517-528). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-39663-2_48

48. Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи «Розрахунок зон ураження від вибухів і пожеж, що виникли у наслідок надзвичайної ситуації техногенного характеру або терористичного акту» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» для студентів усіх спеціальностей та форм навчання / Укл.: М. О. Журавель, О. Б. Курков, С. М. Журавель – Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 18 с.

49. Raghavendra, M., Yashasvi, P. M., Reddy, A. B., Gaurav, B., & Siddharth, K. (2022). Experimental and Analytical Study on Performance of Blast Load on RC Structure. International Research Journal of Engineering and Technology, Vol. 9, Issue 6, pp. 2134-2141. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.irjet.net/archives/V9/i6/IRJET-V9I6408.pdf>. – Назва з екрану.

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

51. 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.

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

53. 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.

54. 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.

55. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту, 131 с.

56. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», К.: Мінрегіон України, 2016 – 39с.

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

58. НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання», 2018. – 214с.

59. Lu B., Silva P., Nanni A., Baird J. Retrofit for Blast-Resistant RC Slabs with Composite Materials. SP-230-76. 7-th International Symposium "Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Reinforcement for Concrete Structures.

60. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги, К.: Держбуд України, 2012. – 14с.

61. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», К.: Мінрегіон України, 2018. – 137с.

62. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD)», К.: Мінрегіон України, 2012. – 31с.

63. Осипов О. Ф. Технологічні аспекти зведення конструкцій підземної частини з поруч розташованими будинками [Текст] / О. Ф. Осипов, Ф. Н. Акимов, І. Т. Гладун // Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. трудов. – Симферополь: КАПКС, 2008. – Вип. 22. – С. 70-75 (концепція та методика дослідження, узагальнення результатів)

64. Шерешевський І. А. Конструювання промислових будівель та споруд. – М.: «Архітектура-С», 2005.– 186 с

65. 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).

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

67. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», К.: Держбуд України, 2012. – 202с.

68. Конспект лекцій з курсу «Безпека праці в будівництві» / Заїченко В. І // 2014 – 97с.

69. ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терmini и визначення основних понять», Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці, 2014, 13с.

70. Охорона праці в будівництві: підручник / Сухачов О.А. // 2013 – с. 229 – 232.

71. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98-2009. – [Чинні з 01.06.2011 р.]. СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації: ДСТУА.2.4-4-2009. – [Чинний з 24.01.2009 р.]

Додаток А

Локальний кошторис на БМР

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

76_лк 02-001

Зведення торгівельно-складського центру в Київській області
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-001

на Зведення торгівельно-складського центру в Київській області
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА: креслення(специфікації)№	Кошторисна вартість	63184.126 тис. грн.
	Кошторисна трудомісткість	121.14307 тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	10452.227 тис. грн.
	Середній розряд робіт	3.8 розряд

Складений в поточних цінах станом на жовтень 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин	
					Всього	експлуатації	Всього	заробітної плати	експлуатації	тих, що обслуговують машини	
заробітної плати	в тому числі заробітної плати				на одиницю	всього					
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	3.005	23726.78	23478.37	71299	746	70553	3.1500	9.47
248.41					4417.80	13275			49.6264	149.13	
2	КБ1-27-2	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту	0.37	7520.20	7520.20	2782	-	2782	-	-
3	КБ5-18-6	Заглиблення агрегатами копровими залізобетонних паль-колон довжиною до 8 м на глибину до 4 м у ґрунти групи 2	1м3 паль-колон	282.0	-	1578.10	3623852	99041	584	17.6730	6.54
					12850.54	3244.23			914873	4.4000	1240.80
4	КБ5-10-1	Вирубування бетону з арматурного каркаса залізобетонних паль площею	1 паля	215.0	351.21	434.42	91874	29004	122506	4.3012	1212.94
					427.32	283.48			60948	1.6900	363.35
					134.00	72.74			15854	0.0204	201.07

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

76_лк 02-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	КБ8-2-1	Улаштування основи під фундаменти піщаної	1 м3 основи	1460.0	1136.90	93.29	1659874	229381	136203	2.3000	3358.00
					157.11	27.71			40457	0.3399	496.25
6	КБ8-2-2	Улаштування основи під фундаменти щебеневі	1 м3 основи	580.0	1884.92	136.48	1093254	95085	79158	2.4000	1392.00
					163.94	40.41			23438	0.5009	290.52
7	КБ6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	0.24	288495.39	2459.78	69239	2471	590	150.7000	36.17
					10294.32	965.14			232	10.6641	2.56
8	КБ6-1-5	Улаштування залізобетонних фундаментів загального призначення під колони, об'єм до 3 м3	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	2.42	467365.12	11447.21	1131024	104676	27702	582.3200	1409.21
					43254.73	4363.06			10559	48.3367	116.97
9	КБ8-3-3	Гідроізоляція стін, фундаментів горизонтальна обклеювальна в 2 шари	100 м2 поверхні, що ізолюється	22.32	53395.00	-	1191776	51534	-	30.3200	676.74
					2308.87	-			-	-	-
10	КБ6-1-16	Улаштування фундаментних плит залізобетонних плоских	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	6.46	513407.26	9007.38	3316611	119679	58188	249.4100	1611.19
					18526.17	2938.19			18981	32.7235	211.39
11	КБ6-14-7	Улаштування колон залізобетонних у дерев'яній опалубці висотою понад 4 м до 6 м, периметром до 2 м	100 м3 залізобетону в ділі	0.88	883404.51	51729.56	777396	147138	45522	2145.0000	1887.60
					167202.75	19008.60			16728	210.5475	185.28
12	КБ6-18-2	Улаштування балок для перекриттів, підкранових і обв'язувальних на висоті від опорної площадки до 6 м при висоті балок до 500 мм	100 м3 залізобетону в ділі	2.2	940082.09	35531.94	2068181	275352	78170	1624.4000	3573.68
					125160.02	10979.33			24155	122.3669	269.21
13	КБ29-152-4	Улаштування з монолітного залізобетону ребристого перекриття	100м3 бетону в конструкції	7.83	1320318.22	314.86	10338092	2840869	2465	4360.8000	34145.06
					362818.56	66.29			519	0.8722	6.83
14	КБ6-16-10	Улаштування стін і перегородок бетонних висотою понад 3 м до 6 м, товщиною понад 300 мм до 500 мм	100 м3 бетону в ділі	0.17	386758.86	12063.54	65749	8114	2051	642.6000	109.24
					47732.33	4710.06			801	52.0865	8.85

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

76_лк 02-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	КБ7-21-7	Установлення сходових маршів при найбільшій масі монтажних елементів у будівлі до 8 т	100 шт збірних конструкцій	0.24	2188852.04	42212.30	525324	7639	10131	423.4000	101.62
					31831.21	15674.61			3762	177.0622	42.49
16	КБ9-22-2	Монтаж кроквяних і підкроквяних ферм на висоті до 25 м прогоном до 24 м, масою до 5 т	1 т конструкцій	124.0	26465.95	3036.33	3281778	227084	376505	24.9600	3095.04
					1831.32	994.28			123291	10.3332	1281.32
17	КБ9-42-1	Монтаж покрівельного покриття з профільованого листа при висоті будівлі до 25 м	100м2 покриття	27.36	195968.71	3066.19	5361704	101816	83891	50.7200	1387.70
					3721.33	912.95			24978	9.3275	255.20
18	КБ7-38-1	Установлення стінових панелей зовнішніх	100 м2 збірних конструкцій	28.12	254764.36	23111.77	7163974	158554	649903	76.8500	2161.02
					5638.48	4713.94			132556	50.8156	1428.93
19	КБ8-20-2	Мурування стін із легкобетонних каменів без облицювання при висоті поверху понад 4 м	1 м3 мурування	124.0	3873.33	68.26	480293	52040	8464	5.7200	709.28
					419.68	28.31			3510	0.3128	38.79
20	КБ8-5-8	Конструкції з цегли. Мурування стін внутрішніх при висоті поверху понад 4 м	1 м3 мурування	320.0	4558.98	121.68	1458874	201805	38938	8.4900	2716.80
					630.64	50.46			16147	0.5576	178.43
21	КБ10-26-1	Установлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах кам'яних стін, площа прорізу до 3 м2	100 м2 прорізів	2.44	473568.24	6914.31	1155507	26258	16871	139.6700	340.79
					10761.57	2404.95			5868	23.5338	57.42
22	КБ10-20-2	Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею до 2 м2 з металлопластику в кам'яних стінах житлових і громадських будівель	100 м2 прорізів	4.2	13392.11	865.91	56247	52241	3637	149.5000	627.90
					12438.40	555.24			2332	6.4856	27.24
23	КБ12-1-6	Улаштування покрівель скатних із наплавлених матеріалів у два шари	100 м2 покрівлі	29.2	16546.39	342.44	483155	50199	9999	21.8000	636.56
					1719.15	111.12			3245	1.2096	35.32
24	КБ12-18-3	Утеплення покриттів плитами з мінеральної вати або перліту на бітумній мастиці в один шар	100 м2 покриття, що утеплюється	29.2	109361.61	527.02	3193359	148398	15389	63.6700	1859.16
					5082.14	172.22			5029	1.8756	54.77
25	КБ12-20-3	Улаштування пароізоляції прокладної в один шар	100 м2 поверхні, що ізолюється	29.2	5623.55	116.59	164208	24393	3404	10.9700	320.32
					835.37	36.26			1059	0.4017	11.73
26	КБ11-11-1	Улаштування стяжок цементних з розчину товщиною 20 мм	100 м2 стяжки	29.2	10900.61	100.86	318298	117439	2945	56.2500	1642.50
					4021.88	85.89			2508	1.0323	30.14
27	КБ11-14-1	Улаштування підлоги бетонної товщиною 100 мм	100 м2 підлоги	28.2	40169.18	3584.91	1132771	108980	101094	47.8700	1349.93
					3864.55	235.97			6654	2.3214	65.46

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

76_лк 02-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28	КБ11-14-2	Улаштування підлоги бетонної товщиною 150 мм	100 м2 підлоги	28.2	57733.00	4284.25	1628071	120500	120816	52.9300	1492.63
29	КБ15-66-1	Улаштування підшивки підвісних стель гіпсокартонними або гіпсоволокнистими листами, горизонтальні поверхні	100 м2 поверхні опорядження	18.4	4273.04	342.98	229248	218000	9672	3.3698	95.03
					12459.14	22.77			419	136.3700	2509.21
30	КБ11-39-1	Улаштування покриттів з лінолеуму полівінілхлоридного на клеї 'Бустилат'	100 м2 покриття	4.86	11847.83	19.39	256785	20647	357	0.2331	4.29
					52836.47	6.51			32	55.7900	271.14
31	КБ11-28-3	Улаштування покриттів із плиток керамічних однокольорових з барвником	100 м2 покриття	14.4	4248.41	5.54	548327	171558	27	0.0666	0.32
					38078.23	143.30			2064	160.3900	2309.62
32	КБ15-45-16	Штукатурення поверхонь вапняним розчином високоякісне по каменю і бетону стель вручну	100 м2 поверхні штукатурення	21.39	11913.77	103.70	547224	376004	1493	1.2489	17.98
					25583.19	240.18			5137	211.2800	4519.28
33	КБ15-152-4	Високоякісне фарбування приміщень клейовими розчинами стель	100 м2 поверхні фарбування	21.39	17578.50	199.63	74129	35751	4270	2.8276	60.48
					3465.57	1.08			23	20.4000	436.36
34	КБ15-19-2	Зовнішнє облицювання по бетонній поверхні керамічними окремими плитками на цементному розчині стін	100 м2 поверхні облицювання	32.91	1671.37	0.92	2353299	1141509	20	0.0111	0.24
					71507.12	67.91			2235	439.8400	14475.13
35	КБ15-179-3	Фарбування полівінілацетатними водоемульсійними сумішами поліпшене по штукатурці стін	100 м2 поверхні фарбування	62.1	34685.78	42.55	1138374	304306	1400	0.5135	16.90
					18331.30	2.17			135	64.3500	3996.14
36	КБ11-43-1	Улаштування плінтусів полівінілхлоридних на клеї КН-2	100 м плінтусів	77.23	4900.25	1.85	429311	81244	115	0.0222	1.38
					5558.86	2.17			168	12.8400	991.63
					1051.98	1.85			143	0.0222	1.71
		Разом прямих витрат по кошторису					57481263	7749455	2931405		97762.27
									636525		6864.01
		Разом прями витрати				грн.	57481263				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	46800403				
		вартість ЕММ				грн.	2931405				

	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.	636525	
	заробітна плата робітників	грн.	7749455	
	всього заробітна плата	грн.	8385980	
	Загальновиробничі витрати	грн.	5702863	
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г		16516.79
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.	2066247	
	Всього по кошторису	грн.	63184126	
	Кошторисна трудоємність	люд-г		121143.07
	Кошторисна заробітна плата	грн.	10452227	

Склала

Омельченко О.С.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

Бобраков А.А.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]