

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 РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З
ПЕРЕОСНАЩЕННЯМ ПОВЕРХІВ ПІД СЛУЖБОВІ КАБІНЕТИ В ОДЕСЬКІЙ
ОБЛАСТІ

RESIDENTIAL BUILDING RECONSTRUCTION PROJECT WITH THE RE-
EQUIPMENT OF THE FLOORS FOR OFFICES IN THE ODESA REGION

Виконав: студент II курсу, групи БАДз-113м

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

МАТВИЄЦЬ С.К.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник БОБРАКОВ А.А.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ПОМАЗАН М.Д.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну
Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами
Ступінь вищої освіти 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

МАТВІЄЦЬ Сергій Костянтинович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проект реконструкції житлового будинку з переоснащенням поверхів під службові кабінети в Одеській області. Residential building reconstruction project with the re-equipment of the floors for offices in the Odesa 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 «_____» квітня 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	ПРІЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Архітектурно-будівельний розділ	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Розрахунково-конструктивний розділ	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Організаційно-технологічний розділ	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Економіка будівництва	БОБРАКОВ А.А., доцент		
Охорона праці та цивільна безпека	ЯКІМЦОВ Ю.В., доцент		
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	

Студент

(підпис)

Сергій МАТВІЄЦЬ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Анатолій БОБРАКОВ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи магістра: 99 с., 12 табл., 33 рис., 2 дод., 50 джерел.

Структура та обсяг роботи. Ця робота є науковим дослідженням на тему оптимізації армування складних залізобетонних конструкцій з використанням Autodesk Revit на прикладі проекту реконструкції житлового будинку з переоснащенням поверхів під службові кабінети в Одеській області. Дослідження акцентує увагу на застосуванні сучасних BIM-технологій для оптимізації розташування арматури в залізобетонних конструкціях, що дозволяє підвищити точність проектування, автоматизувати процеси.

Методи дослідження – Дослідження використанні програмних комплексів, моделюванні та узагальненні наукових праць українських та зарубіжних авторів, а також на вивченні нормативних документів, що регулюють проектування залізобетонних конструкцій. У роботі досліджується впровадження підходів до армування, таких як автоматизоване розміщення арматурних стрижнів. Проводиться моделювання армування для забезпечення максимальної ефективності конструкції, що включає автоматичне коригування параметрів і контроль захисних шарів бетону.

Об'єкт дослідження – реконструкція житлового будинку з переоснащенням поверхів під службові кабінети в Одеській області.

Предмет дослідження – оптимізація армування залізобетонних конструкцій із використанням BIM-технологій, зокрема Autodesk Revit.

Актуальність теми полягає в наступному: в необхідності використання сучасних методів армування, які дозволяють підвищити ефективність та точність проектування. Складні завдання, що виникають у процесі реконструкції будівель, потребують точного розміщення арматурних стрижнів для забезпечення надійності та довговічності конструкцій. В умовах зростаючої складності будівельних проектів та вимог щодо економії ресурсів і часу, оптимізація армування за допомогою BIM-технологій стає необхідною умовою.

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА,
КОНСТРУКТИВНІ РОЗРАХУНКИ, BIM ТЕХНОЛОГІЇ, ПРОЄКТНА
ДОКУМЕНТАЦІЯ

ABSTRACT

Explanatory note to the master's thesis: 99 pages, 12 tables, 33 figures, 1 app, 50 sources.

Structure and Scope of Work. This work is a scientific study on the optimization of reinforcement for complex reinforced concrete structures using Autodesk Revit, demonstrated through the project of reconstructing a residential building by converting floors into office spaces in the Odessa region. The study focuses on the application of modern BIM technologies to optimize the placement of reinforcement in reinforced concrete structures, allowing for enhanced design accuracy and process automation.

Research Methods. The study is based on the use of software tools, modeling, and the analysis of scientific literature by Ukrainian and international authors, as well as on the study of regulatory documents governing the design of reinforced concrete structures. The work explores approaches to reinforcement, such as automated placement of reinforcement bars. Reinforcement modeling is performed to ensure maximum efficiency of the structure, including automatic parameter adjustment and control of concrete protective layers.

Object of research: The reconstruction of a residential building with the conversion of floors into office spaces in the Odessa region.

Subject of research: Optimization of reinforcement for reinforced concrete structures using BIM technologies, specifically Autodesk Revit.

The relevance of this study lies in the necessity of employing modern reinforcement methods that enhance the efficiency and accuracy of design. Complex tasks arising during the reconstruction of buildings require precise placement of reinforcement bars to ensure the reliability and durability of structures. In light of the increasing complexity of construction projects and the demands for resource and time efficiency, reinforcement optimization through BIM technologies becomes essential.

**BUILDING INFORMATION MODELING, CONSTRUCTION ORGANIZATION,
STRUCTURAL CALCULATIONS, BIM TECHNOLOGIES, PROJECT
DOCUMENTATION**

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	9
1.1 Загальні відомості щодо будівництва	9
1.2 Прийняті конструктивні рішення	10
1.2.1 Фундаменти	12
1.2.2 Зовнішнє підсилення будівлі	13
1.2.3 Підсилення будівлі зсередини	14
1.2.4 Внутрішні та зовнішні стіни	15
1.2.5 Покриття та перекриття.....	16
1.2.6 Сходи в будівлі.....	17
1.2.7 Вікна та двері та фасад	18
1.3 Інженерні системи будівлі.....	19
1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	20
1.5 Визначення класу наслідків (відповідальності) будівлі.....	23
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	26
2.1 Проведення розрахунку конструкцій будівлі.....	26
2.1.1 Створення розрахункової моделі	27
2.1.2 Збір навантажень.....	28
2.1.3 Експорт та аналіз в програмі LIRA	29
2.1.4 Розрахунок металевих конструкцій В ПК Lira	31
2.1.5 Розрахунок ЗБК підсилення в Lira-ARM.....	33
2.2 Перевірка автоматизованих розрахунків	37
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	39
3.1 Загальні відомості щодо технології будівництва.....	39
3.2 Розробка технологічної карти	40
3.2.1 Розрахунок крану для виконання БМР	42
3.2.2 Технічна підготовка ділянки будівництва	45
3.3 Розробка будгенплану.....	45
3.3.1 Розрахунок площ складів	46
3.4.2 Розрахунок водопостачання	48

3.4.3 Визначення потреби в електроенергії.....	50
3.5 Календарне планування будівельного виробництва	51
3.5.1 Визначення послідовності виконання робіт	52
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	54
4.1 Загальна інформація щодо проєктування	54
4.2 Розробка локального кошторису	54
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ	55
5.1 Загальні відомості щодо охорони праці.....	55
5.1.1 Аналіз потенційних небезпек на будмайданчику.....	56
5.2 Профілактика нещасних випадків на будівництві.....	58
5.2.1 Запобігання падінню вантажу	59
5.2.2 Попередження падінню робітників.....	61
5.2.3 Запобігання електронебезпеки	62
5.2.4 Профілактика негативного погодного впливу	62
5.2.5 Освітлення робочих місць.....	63
5.2.6 Пожежна безпека на будівництві	63
5.3 Розрахунок діаметру канатів строп	64
5.4 Безпека праці при виконання робіт, пов'язаних з реконструкцією	66
РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ	68
6.1 Оптимізація армування складних залізобетонних конструкції з використанням Autodesk Revit.....	68
6.2 Дослідження можливостей та застосування Revit для армування.....	73
6.2.1 Налаштування поздовжнього армування	74
6.2.2 Налаштування поперечного армування.....	77
6.2.3 Муфтові з'єднання та подальше редагування	80
6.3 Висновки до науково-дослідного розділу	86
ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	89
Додаток А.....	94
Додаток Б	99

ВСТУП

Сучасне будівництво вимагає впровадження інноваційних технологій та нових підходів до проектування і організації будівельних процесів, особливо коли йдеться про реконструкцію та переоснащення існуючих будівель. Будівельна галузь є одним із головних рушіїв економіки, тому постійне вдосконалення методів проектування, управління ресурсами та оптимізації процесів сприяє розвитку як окремих проєктів, так і держави в цілому.

В умовах зростаючої складності проєктів реконструкції, особливо для таких завдань, як переобладнання житлових будинків під службові кабінети, оптимізація конструктивних рішень та технологій армування є ключовим аспектом забезпечення надійності та довговічності конструкцій. Зокрема, впровадження технології інформаційного моделювання будівель (BIM) з використанням таких інструментів, як Autodesk Revit, відкриває нові можливості для оптимізації армування складних залізобетонних конструкцій. Цей підхід дозволяє інженерам розробляти детальні моделі арматури, які точно відображають конструктивні особливості об'єкта та забезпечують високу якість виконання робіт.

Застосування BIM-технологій у проектуванні залізобетонних конструкцій забезпечує точне розташування арматури, автоматичну корекцію параметрів, а також дає змогу уникати конфліктів між елементами конструкції, що особливо важливо при реконструкції будівель. Ці інструменти дозволяють проєктувальникам інтегрувати всі аспекти конструктивного рішення у єдиній цифровій моделі, полегшуючи процеси узгодження, автоматизації креслень і оптимізації витрат на матеріали.

Раціональне управління ресурсами, впровадження інноваційних методів армування та постійне вдосконалення процесів проектування стають визначальними факторами успіху сучасних проєктів реконструкції..

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальні відомості щодо будівництва

В дипломному проекті розглядається проект реконструкції житлового будинку з переоснащенням поверхів під службові кабінети в Одеській області. Основною метою реконструкції є переобладнання перших двох поверхів будівлі для офісних приміщень, а також частини першого поверху під архів. У зв'язку з цим планується виконати ряд заходів з підсилення конструкцій для забезпечення безпечної експлуатації будівлі після змін у навантаженнях.

У проекті заплановано улаштування металевого поясу по всьому периметру будівлі на рівні перших чотирьох поверхів та в зоні стику панелей перекриття. Це забезпечить рівномірний розподіл навантажень і зміцнить конструкцію на рівні нижніх поверхів, що особливо важливо для стійкості будівлі. Додатково планується улаштування шпонкових швів між стіновими панелями для поліпшення сприйняття навантажень і уникнення переміщень конструкцій.

Для врахування нового навантаження від переобладнаних приміщень, виконуються роботи з підсилення підвального приміщення, першого та другого поверхів. У підвалі планується нарощування шару залізобетону за допомогою «сорочок» для стін, а також встановлення металевих розвантажуючих балок для забезпечення міцності конструкцій. На першому і другому поверхах передбачається улаштування металевих в'язей на стінових панелях, що дозволить покращити їхню стійкість та забезпечить безпечне функціонування офісних приміщень.

Даний проект реконструкції спрямований на забезпечення безпеки та функціональності будівлі після змін у її використанні, з акцентом на підсилення конструкцій та забезпечення стійкості.

Будівля є дев'ятиповерховою з підвальним і горищним поверхами, розмірами в плані 44,800 мм x 12,520 мм і загальною висотою 26,450 мм.

Конструкція будівлі має два під'їзди і дві ліфтові шахти, що забезпечують зручний доступ до всіх поверхів.

На кожному поверсі спроектовано чотири квартири: дві трикімнатні, одна двокімнатна та одна однокімнатна. Загальна кількість квартир у будівлі становить:

- 21 однокімнатна квартира,
- 19 двокімнатних квартир,
- 40 трикімнатних квартир.

Площа забудови складає 578,0 м², загальна площа будівлі — 4541,0 м², а загальна житлова площа — 2599 м².

Відносна позначка 0,000 прийнята як позначка сходової клітини першого поверху, що відповідає абсолютній позначці -5,800 м.

Ці параметри характеризують проект будівлі, яка має продуману функціональність і забезпечує комфортне проживання для мешканців з різними потребами в площі житла.

1.2 Прийняті конструктивні рішення

Прийняті конструктивні рішення — це комплекс заходів, пов'язаних з вибором і застосуванням будівельних конструкцій, матеріалів і технологій, що забезпечують міцність, надійність, стійкість і довговічність будівлі. Вони є невід'ємною частиною проектної документації і визначають основні параметри, за якими будуть зведені елементи будівлі, такі як фундаменти, стіни, перекриття, покриття, внутрішні перегородки та інші конструктивні елементи.

На основі типу будівлі та її призначення вибираються матеріали для основних конструктивних елементів. Це можуть бути залізобетонні панелі, цегла, металеві конструкції тощо. Матеріали повинні відповідати нормативним вимогам і забезпечувати необхідні технічні характеристики:

міцність, стійкість до навантажень, звукоізоляцію, теплоізоляцію, стійкість до кліматичних умов.

Таблиця 1.1 – Рішення щодо конструкцій та оздоблення будівлі

Тип панелі	Серія або модель
Панелі покриття	Сер. 2.260-1 в.3: П1-1ПБ, П1-2ПБ, П1-3ПБ, П1-9ПБ, П1-10ПБ, П2-2ПБ, П2-12ПБ
Панелі перекриття	Сер. 121 к, компл. ИЖЗ-1: П1-1ПБ, П1-2ПБ, П1-3ПБ, П1-9ПБ, П1-10ПБ, П2-2ПБ, П2-12ПБ
Стінові панелі внутрішні і перегородки	Сер. 121 р: 10.2-9; 10-2-10, 9вс1и, 9вс1-2и, 9вс20и, 9вс17-3и, 9вс1ик, 9вс1-10ик, 9вс1к-13, вп21, вп23, вп31-2, вп40
Панелі стінові зовнішні	Сер. 121 р: 10.1-1, 10-1-40, 9нс1-2, 9нс2, 9нс2-4, 9нс22-2к-3, 9нс50к-2, 9нс1к-6
Цокольні панелі	Керамічна плитка - чорний колір
Зовнішні стінові панелі	Фактурний шар на полімер-цементному розчині з напиленням скловолокна
Огородження балконів і лоджій	Колір білий
Капюшони, стіни сушок	Фактурний шар білого кольору

Приймається рішення щодо типу перекриттів (з/б панелі, монолітні плити) і покриття для забезпечення надійності та стійкості до навантажень. Перекриття повинні мати необхідну несучу здатність і відповідати вимогам пожежної безпеки. Покриття будівлі захищає її від атмосферних впливів і може бути утепленим або експлуатованим. Вибір конструктивних рішень також впливає на інтеграцію інженерних систем (електропостачання, водопостачання, вентиляція, опалення). Конструктивні елементи повинні

передбачати можливості для розміщення комунікацій без порушення загальної міцності будівлі.

Техніко-економічні показники будівлі визначені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – ТЕП будівлі

Параметр	Значення
Загальна площа будівлі	561 м ²
Загальна площа поверхів	5049 м ²
Будівельний об'єм	14835 м ³
Загальна площа забудови	578 м ²
Периметр будівлі	115 м
Висота поверхів	2,5 м (звичайний), 1,72 м (горищний поверх)

1.2.1 Фундаменти

Фундамент будівлі спроектовано на основі використання забивних паль типу С-15-35, загальною довжиною до 15,34 м, що забезпечує надійне перенесення навантажень від будівлі на несучі шари ґрунту. Загальна кількість паль становить 227 штук.

Розрахункове навантаження на одну палю складає 50 т, що забезпечує стійкість та міцність фундаменту під час експлуатації. Несуча здатність кожної палі становить 60 т, що створює додатковий запас міцності. Під час забивки паль використовується молот С-996, і розрахункова відмова палі становить 0,54 см.

На основі проведених інженерно-геологічних досліджень території було виділено кілька інженерно-геологічних елементів (ІГЕ), кожен з яких має різні фізико-механічні характеристики:

1. ІГЕ-1: Представлений середньозернистим піском, середньої щільності, з низьким ступенем водонасичення. Товщина шару складає 4 м, і він

розташований на глибині від -2,34 м до -6,34 м. Ґрунт має наступні параметри: питоме зчеплення $c = 1$ кПа, внутрішній кут тертя $\varphi = 30^\circ$, модуль деформації $E = 18$ МПа.

2. ІГЕ-2: Шар тугопластичної глини потужністю 6 м, розташований на глибині від -6,34 м до -12,34 м. Параметри ґрунту: $c = 35$ кПа, $\varphi = 22^\circ$, $E = 15$ МПа. Цей шар забезпечує хорошу несучу здатність для фундаменту.

3. ІГЕ-3: Щільний дрібнозернистий пісок, з низьким ступенем водонасичення, потужністю 2 м. Розташований на глибині від -12,34 м до -14,34 м. Показники ґрунту: $c = 5$ кПа, $\varphi = 33^\circ$, $E = 25$ МПа. Цей шар забезпечує додаткову стабільність для пальового фундаменту.

4. ІГЕ-4: Твердопластична глина потужністю 4 м, що залягає на глибині від -14,34 м до -18,34 м. Її параметри: $c = 65$ кПа, $\varphi = 20^\circ$, $E = 25$ МПа. Це найглибший шар, який забезпечує стійкість конструкцій до можливих деформацій.

Під час інженерних вишукувань було виявлено, що рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 3,57 м, що потребує врахування при проектуванні дренажних систем та захисних заходів для уникнення підмиву фундаменту.

Загалом, запропоновані конструктивні рішення враховують геологічні особливості території, забезпечуючи необхідну міцність та стабільність фундаменту в умовах змінних навантажень і впливу ґрунтових вод.

1.2.2 Зовнішнє підсилення будівлі

Для підсилення конструкції будівлі передбачено ряд заходів, які спрямовані на підвищення стійкості та міцності зовнішніх і внутрішніх стін. Основні рішення включають:

1. Зовнішнє одностороннє підсилення зовнішніх панелей: Підсилення виконується за допомогою залізобетонних "сорочок" товщиною 100 мм. Це підсилення здійснюється на ділянках зовнішніх панелей поза балконами. Залізобетонні сорочки мають арматурну сітку діаметром 12 мм з кроком 100

мм, що забезпечує рівномірний розподіл навантажень. Для додаткового зміцнення біля віконних прорізів використовуються стержні діаметром 14 мм, що підвищує стійкість конструкцій в цих ділянках до локальних навантажень.

2. Влаштування шпонок: З метою підсилення зв'язку між зовнішніми та внутрішніми стінами будівлі передбачено встановлення шпонкових з'єднань. Це підсилення виконується в межах загальних коридорів та сходових клітин, що дозволяє покращити стійкість будівлі до горизонтальних навантажень, а також забезпечити монолітність між стінами та перекриттями.

3. Металевий пояс: Для додаткового підсилення будівлі по зовнішньому периметру встановлюється металевий пояс із прокатного швелера №14. Цей пояс розміщується на рівні перекриття перших чотирьох поверхів будівлі. Він забезпечує рівномірний розподіл вертикальних і горизонтальних навантажень та підвищує жорсткість всієї конструкції, що особливо важливо для високих споруд.

Завдяки цим заходам значно підвищується стійкість будівлі, забезпечується її довговічність та безпека під час експлуатації. Підсилення зовнішніх і внутрішніх стін, а також встановлення металевого пояса, дозволяють ефективно розподілити навантаження та запобігти можливим деформаціям конструкції під впливом зовнішніх факторів.

1.2.3 Підсилення будівлі зсередини

В дипломному проекті передбачено переобладнання першого та другого поверхів будівлі під офісні приміщення, а також облаштування архівних приміщень на першому поверсі. У зв'язку з цим, для забезпечення достатньої несучої здатності будівлі, заплановано проведення робіт з підсилення підвального поверху, а також першого та другого поверхів.

Підвальный поверх:

1. Для зміцнення стінових панелей передбачено влаштування залізобетонних сорочок товщиною 60 мм. Сорочки будуть армовані

арматурними сітками з діаметром стержнів 10 мм та кроком 200 мм, що забезпечить додаткову жорсткість і стійкість стін до навантажень, які виникатимуть внаслідок експлуатації архівних приміщень.

2. Для підсилення перекриття підвального поверху передбачено влаштування сталевих двотаврових балок №12. Це підсилення дозволить рівномірно розподілити навантаження на перекриття та запобігти можливим деформаціям у процесі експлуатації.

Перший та другий поверхи:

1. Для зміцнення стінових панелей на першому і другому поверхах передбачається встановлення сталевих в'язей, виконаних із сталевих кутиків розміром 100x10x5 мм. Це підсилення підвищить стійкість стінових конструкцій до вертикальних та горизонтальних навантажень, забезпечуючи необхідний рівень безпеки для офісних приміщень.

Ці заходи з підсилення є критично важливими для адаптації будівлі до нових експлуатаційних умов, оскільки архівні та офісні приміщення створюють додаткові навантаження на конструктивні елементи. Підсилення дозволить зберегти конструктивну цілісність будівлі та забезпечити її довговічність при нових функціональних призначеннях.

1.2.4 Внутрішні та зовнішні стіни

У даному проекті передбачено використання типових залізобетонних панелей для виконання перегородок та стін внутрішніх і зовнішніх приміщень. Основні характеристики конструктивних елементів наступні:

- Внутрішні перегородки: Виконані з типових залізобетонних панелей товщиною 80 мм. Це забезпечує необхідну міцність та звукоізоляцію між приміщеннями, а також достатню легкість конструкції для зниження навантаження на перекриття.

- Внутрішні стіни: Зовнішні стіни також виконані з типових залізобетонних панелей, товщиною 120 мм та 160 мм. Вибір товщини залежить від призначення приміщень і необхідних вимог до міцності та шумоізоляції.

- Зовнішні стіни: Виконані з типових залізобетонних панелей товщиною 300 мм, що забезпечує високу стійкість будівлі до зовнішніх навантажень, включаючи кліматичні умови, та відповідає вимогам щодо теплоізоляції та енергоефективності.

Таке рішення дозволяє зберегти баланс між міцністю, тепловою ізоляцією та ефективністю використання простору, забезпечуючи надійність і довговічність конструкції.

1.2.5 Покриття та перекриття

Міжповерхові перекриття в даному проекті виконані з монолітних суцільних залізобетонних панелей товщиною 200 мм, що забезпечує високу міцність та стійкість конструкції. Довжина плит варіюється в залежності від розмірів приміщень і становить 5,78 м, 1,0 м і 3,2 м. Обпирання плит на стіни здійснюється шарнірним методом, що дозволяє ефективно розподіляти навантаження між конструктивними елементами будівлі та забезпечує необхідну гнучкість під час деформаційних процесів.

Підлога технічного поверху вимощена керамічною плиткою, що має високі експлуатаційні характеристики в умовах підвищеної вологості. Для зручності обслуговування і забезпечення довговічності експлуатації, підлога виконана з ухилами для відведення води в спеціальні лотки, що запобігає скупченню води та підвищує безпеку в умовах вологого середовища. Це рішення сприяє тривалому збереженню функціональності підлоги та підтриманню чистоти на технічному поверсі.

Запроектована будівля покрита типовими монолітними панелями, що забезпечують надійність і довговічність конструкції. Склад конструкції

покриття включає кілька шарів матеріалів, які забезпечують теплоізоляцію, гідроізоляцію та захист від впливу зовнішнього середовища.

- Верхній шар покриття складається з двох шарів руберойду, укладених на бітумній мастиці. Така система забезпечує ефективний захист від проникнення вологи, що важливо для підтримання довговічності утеплювача та захисту внутрішніх приміщень від води.

- Утеплення даху здійснюється за допомогою жорстких мінераловатних плит торгової марки "Rockwool", товщиною 150 мм і питомою вагою 16 кг/м². Мінераловатні плити забезпечують високий рівень теплоізоляції, знижуючи втрати тепла через покриття будівлі, що особливо важливо для енергоефективності споруди.

- Для захисту утеплювача від проникнення пари, у конструкції використовується шар паробар'єру, що запобігає утворенню конденсату всередині покриття.

- Основу покриття складають збірні залізобетонні круглопустотні плити товщиною 220 мм, які забезпечують міцність і стійкість конструкції до зовнішніх навантажень, таких як сніг, вітер і температурні зміни.

1.2.6 Сходи в будівлі

У будівлі передбачені збірні залізобетонні сходові марші, що є важливим конструкційним елементом для вертикального переміщення між поверхами. Сходи зібрані з окремих проступів, які укладаються по косоурам, а сходові площадки спираються всією гранню на металеві столики, приварені до закладних деталей на стінах сходових клітин. Ширина сходових маршів складає 1,35 м, а ширина сходових площадок — 1,2 м, що забезпечує достатній простір для безпечного та комфортного переміщення. Ухил сходів становить 1:1,75, що робить їх зручними для підйому та спуску.

Висота ступені міжповерхових сходів складає 150 мм, а ширина — 300 мм, що відповідає стандартам і забезпечує комфортний крок при пересуванні.

Для забезпечення безпеки руху сходи обладнані вертикальними огороженнями, що знижує ризик випадкових падінь і підвищує загальну безпечність сходових клітин.

Завдяки таким конструктивним рішенням, сходи відповідають усім вимогам щодо надійності, безпеки та зручності експлуатації, що є важливим для комфорту користувачів будівлі.

1.2.7 Вікна та двері та фасад

У проекті передбачено використання різних типів дверей і вікон, які відповідають функціональним вимогам будівлі та забезпечують належну ізоляцію, безпеку та естетичність.

Внутрішні двері:

- Вхідні двері на сходові клітини є стандартними дерев'яними конструкціями, зашкеленими армованим склом, що забезпечує безпеку і стійкість до пошкоджень.
- Двері, що ведуть до квартир, виготовлені з металу, підсилені і вогнестійкі, що гарантує додатковий захист мешканців від пожежі та злочину.
- Внутрішньо квартирні двері виконані у вигляді стандартних дерев'яних конструкцій, які забезпечують легкий доступ між приміщеннями.
- Вхідні двері до загальних службових приміщень також виготовлені з деревини стандартного типу.

Зовнішні двері:

- Вхідні двері до житлової частини будинку виконані з металопластику і зашкелені двокамерними склопакетами, що сприяє як енергоефективності, так і шумоізоляції.
- Балконні двері в квартирах також металопластикові, з двокамерними склопакетами, що забезпечує додаткову теплоізоляцію і комфорт.

- Вхід до підвалу та сміттекамер здійснюється через спеціальні металеві двері, які забезпечують додатковий захист та міцність у важких умовах експлуатації.

- Виходи на покрівлю будівлі облаштовані протипожежними дверима для забезпечення безпеки в разі надзвичайних ситуацій.

Зовнішні вікна:

- У житлових приміщеннях встановлені металопластикові вікна з двокамерними склопакетами, що забезпечує високу теплоізоляцію та енергоефективність.

- Скління будівлі виконане за допомогою віконних блоків із металопластику, які мають різні розміри: 2000x1200 мм для основних приміщень, 1400x800 мм і 1300x800 мм на технічному поверсі.

- Стики між віконними блоками і стінами ущільнюються теплоізоляційними та герметизуючими матеріалами, що сприяє зниженню тепловтрат і покращенню герметичності будівлі.

Зовнішнє оздоблення фасадів будівлі виконується із застосуванням декоративної штукатурки «Ceresit СТ 35», що забезпечує естетичний вигляд будівлі та захищає її від зовнішніх впливів. Декоративна штукатурка має високі експлуатаційні характеристики, стійка до вологи, ультрафіолетового випромінювання та перепадів температур. Після нанесення штукатурки фасади додатково покриваються спеціальними фасадними фарбами, що збільшують довговічність покриття та надають будівлі завершеного вигляду.

1.3 Інженерні системи будівлі

Будівля оснащена комплексом внутрішньоквартальних інженерних мереж, що забезпечують комфортне проживання та безпеку мешканців. Система холодного та гарячого водопостачання забезпечує постачання води для побутових потреб, а гаряча вода може надходити централізовано або від

індивідуальних нагрівачів. Газопостачання надає можливість використовувати газ для приготування їжі або для опалення приміщень.

Вся система каналізації призначена для відведення стічних вод з приміщень і підключена до центральної міської каналізації.

Опалення будівлі водяне, що здійснюється через радіатори, підключені до центральної системи опалення або індивідуальних котлів, забезпечуючи рівномірне розподілення тепла в квартирах. Електропостачання здійснюється від мережі з напругою 380/220В для забезпечення потреб будівлі в електроенергії.

У будинку встановлені мережі телефонізації та радіофікації, що дають доступ до комунікаційних послуг. Для безпеки мешканців передбачені системи пожежної та охоронної сигналізації. Вентиляція в будівлі природна, приточно-витяжна, що забезпечує циркуляцію повітря та створює комфортні умови для проживання.

1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни виконуємо згідно ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель, а також ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.

Оскільки місто Одеса відноситься до другої температурної зони, то мінімальний опір теплопередачі для зовнішніх огорожувальних стінових конструкцій (в контексті розгляду житлових та громадських будівель) складає (1.1):

$$R_{qmin} = 3,50 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.1)$$

Показники клімату для другої температурної зони, а саме – Одеської обл., наведені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики клімату м. Одеси

Температура зовнішнього повітря, °C				Зона вологості	Температурна зона
Найбільш холодної доби, із забезпеченням		Найбільш холодних п'яти діб, із забезпеченням			
0,98	0,92	0,98	0,92		
$t_1^{0,98} = -22$	$t_1^{0,92} = -19$	$t_5^{0,98} = -17$	$t_5^{0,92} = -15$	Нормальної вологості	2

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, зокрема стін, є важливим етапом проектування будівель, оскільки він дозволяє визначити необхідні параметри теплоізоляції для забезпечення комфортних умов проживання і енергоефективності будівлі.

Таблиця 1.4 – Характеристики стіни до розрахунок

№ шару	Найменування матеріалу	Щільність, ρ_0 кг/м ³	Товщина, δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ_i , Вт/(м К)
1	Пінополістирольні плити	50	0,1	0.038
2	Керамічна цегла на цементно-піщаному розчині	1600	0,51	0,67
3	Піщано-цементна штукатурка	1600	0,02	0,81

Основною метою теплотехнічного розрахунку є визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару стіни для забезпечення теплового захисту, мінімізації тепловтрат і дотримання нормативних вимог з енергоефективності.

Для цього розраховується опір теплопередачі стіни, який повинен відповідати нормативним показникам для конкретної кліматичної зони, за формулою (1.2):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_g} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_s}, \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.2)$$

Таким чином, розрахунок проведено в табличному вигляді з використанням формули (1.2) в MS Excel та наведено в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Теплотехнічний розрахунок стіни

№	Матеріал шару конструкції	Товщина шару δ , м	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м×К)	Відношення δ / λ
1	Пінополістирольні плити	0,1	0,038	2,632
2	Керамічна цегла на цементно-піщаному розчині	0,51	0,67	0,761
3	Піщано-цементна штукатурка	0,02	0,81	0,025
				1/a
—	Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, h_{in} , Вт/м ² ·К	8,7		0,115
—	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, h_{ex} , Вт/м ² ·К	23		0,043
Опір теплопередачі, R_{np}, м²·К/Вт				3,575

При невідомій товщині утеплювача вона визначається за формулою (1.3) для забезпечення оптимальних теплотехнічних характеристик житлової будівлі:

$$d_3 = \left[R_{qmin} - \left(\frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{1p}} + \dots + \frac{d_2}{\lambda_{2p}} + \frac{1}{h_{se}} \right) \right] \times \lambda_{3p}, \text{ м} \quad (1.3)$$

В даному випадку застосовуються пінополістирольні плити товщиною 100 мм в якості утеплювача, що забезпечують належний рівень термічного опору будівлі. Мета розрахунку є перевірка виконання умови (1.4), а саме:

$$R_{qmin} = 3,5 \frac{m^2 \cdot K}{Вт} < R_{\Sigma факт} = 3,575 \frac{m^2 \cdot K}{Вт} \quad (1.4)$$

Умова виконується. Товщина утеплювача підібрана вірно.

1.5 Визначення класу наслідків (відповідальності) будівлі

Визначення класу наслідків виконуємо у програмному комплексі БУДІВЕЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ – КОШТОРИС ПВР у відповідності до ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)» [7, табл. 1].

Розрахунок № 021 БПС
класу наслідків (відповідальності) для об'єкта будівництва:
«ПРОЄКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З
ПЕРЕОСНАЩЕННЯМ ПОВЕРХІВ ПІД СЛУЖБОВІ КАБІНЕТИ В
ОДЕСЬКІЙ 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) - 180.

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) - 90.

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

3. Можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта (кількість людей) - 360.

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. ;

T_{ef} – середнє значення розрахункового строку експлуатації об'єкта,

років: (100);

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

Прогнозований обсяг збитку від можливого руйнування об'єкта дорівнює:

$$\Phi = 0,45 * 176145600 * (1 - 1/2 * 100 * 0,01) \\ = 39\,632\,760 \text{ грн.}$$

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

$$\Phi = 0 \text{ грн.}$$

Загальний обсяг збитків дорівнює:

$$\Phi = 39\,632\,760 + 0 = 39\,632\,76 \text{ грн.}$$

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

$$39\,632\,760 / 8000 = 4954,1 \text{ м.р.з.п.}$$

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

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 РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ПЕРЕОСНАЩЕННЯМ ПОВЕРХІВ ПІД СЛУЖБОВІ КАБІНЕТИ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ» відноситься до класу наслідків (відповідальності) - СС2.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1 Проведення розрахунку конструкцій будівлі

Будівля має планові розміри 44,8 м на 12,52 м і загальну висоту 26,45 м. Конструкція складається з 9 поверхів, підвального та горищного поверхів, з двома під'їздами та двома ліфтовими шахтами. Внутрішні перегородки виконані з типових залізобетонних панелей товщиною 80 мм, що забезпечує достатню міцність і звукоізоляцію. Зовнішні та внутрішні стіни також виконані з типових залізобетонних панелей. Товщина внутрішніх стін варіюється від 120 мм до 160 мм, тоді як зовнішні стіни мають товщину 300 мм, що забезпечує належну теплоізоляцію та міцність конструкції.

Міжповерхові перекриття виконані із суцільних монолітних залізобетонних панелей товщиною 200 мм і різної довжини (5,78 м, 1,0 м та 3,2 м). Плити перекриття спираються на стінові панелі по контуру приміщення, причому обпирання здійснюється шарнірно, що дозволяє забезпечити рівномірний розподіл навантажень. З'єднання між панелями виконується шляхом зварювання арматурних випусків та бетонування швів, що підвищує міцність і монолітність конструкції.

Підлога технічного поверху вимощена керамічною плиткою, яка може використовуватись у вологому режимі. Для ефективного відведення води підлога має ухили, що направляють воду в лотки.

Покриття будівлі виконане з монолітних типових залізобетонних панелей. Склад покрівлі включає два шари руберойду на бітумній мастиці для гідроізоляції, утеплювач у вигляді жорстких мінераловатних плит товщиною 150 мм, а також монолітні залізобетонні плити товщиною 200 мм.

Фундамент будівлі складається з забивних паль типу С-15-35 довжиною до 15,34 м у кількості 227 штук. Розрахункове навантаження на одну палю становить 50 тонн, тоді як несуча здатність палі досягає 60 тонн. Розрахункова відмова палі при забивці молотом С-996 становить 0,54 см, що забезпечує достатню надійність фундаменту під час експлуатації будівлі.

2.1.1 Створення розрахункової моделі

Створення моделі будинку було виконано за допомогою ПК «Мономах 4.2» при проектуванні конструкцій багатоповерхових будівель. Програмний комплекс МОНОМАХ-САПР спеціалізується на розрахунках і проектуванні монолітних залізобетонних конструкцій, а також будівель з цегляними стінами. Він дозволяє моделювати будівлі, проводити розрахунки окремих елементів і створювати робочі креслення та схеми армування конструктивних елементів.

Програма «Мономах» є незамінною для розрахунку конструкцій житлових і громадських багатоповерхових будівель. Вона допомагає приймати проектні рішення під час розробки індивідуальних проектів, особливо за наявності великого обсягу проектних робіт. Програмний комплекс дозволяє проводити експертну оцінку виконаних проектів, що є важливою складовою процесу проектування та будівництва.

Характеристики матеріалів, що використовуються в розрахунку, наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики матеріалів

Конструктивний елемент	Матеріал	Арматура	Модуль пружності (E)	Коефіцієнт Пуассона (ν)	Щільність (ρ)
Зовнішні стіни	Бетон B10 (C8/10)	AIII, AI (A400C, A240C)	235 Т/см ²	0.2	2,75 т/м ³
Внутрішні стіни і перегородки	Бетон B10 (C8/10)	AIII, AI (A400C, A240C)	235 Т/см ²	0.2	2,75 т/м ³
Плити перекриття	Бетон B10 (C8/10)	AIII, AI (A400C, A240C)	235 Т/см ²	0.2	2,75 т/м ³
Елементи підсилення (з/б сорочки)	Бетон B10 (C8/10)	AIII, AI (A400C, A240C)	245 Т/см ²	0.2	2,75

Розрахункова модель наведена на рис. 2.1.

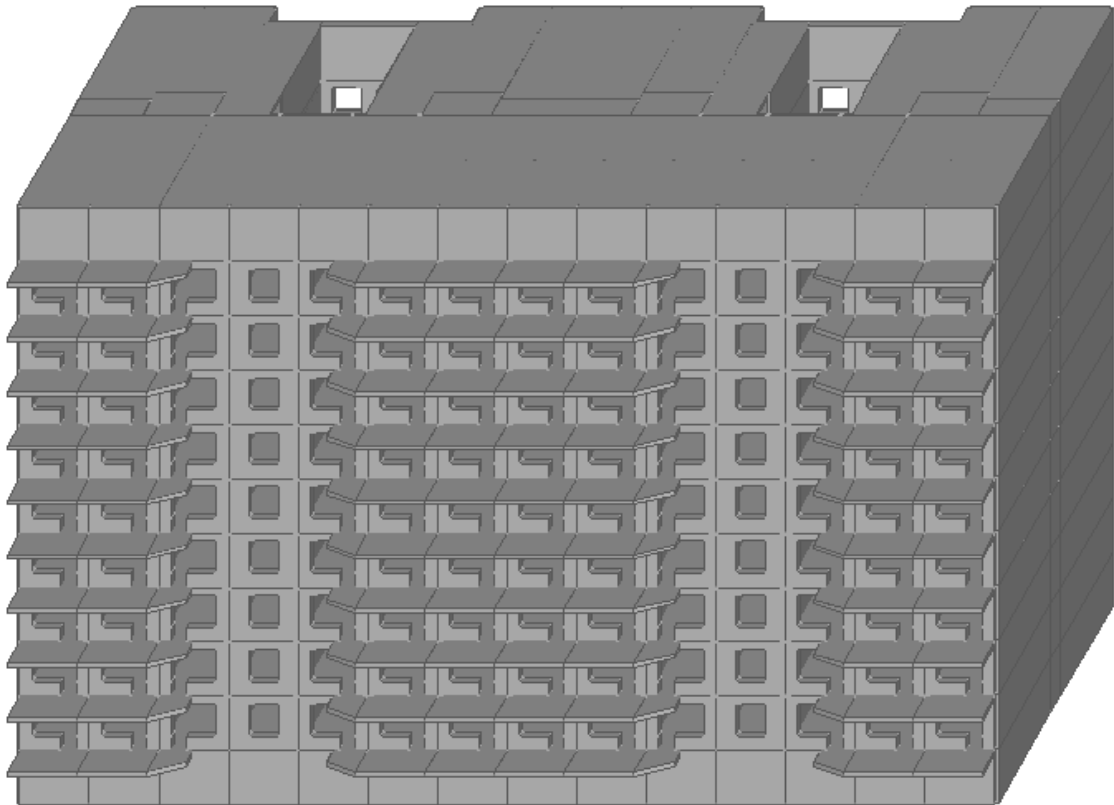


Рисунок 2.1 – Розрахункова модель до розрахунку

2.1.2 Збір навантажень

Збір навантажень на конструкцію охоплює кілька видів впливів. В першу чергу, враховуються постійні навантаження від власної ваги конструкцій, таких як стіни, перекриття, перегородки та покрівля. Додатково до постійних навантажень розраховуються тимчасові, які залежать від корисного використання приміщень — це можуть бути меблі, обладнання та люди. Також враховуються кліматичні навантаження, такі як снігові та вітрові, які впливають на зовнішні елементи будівлі.

Постійні навантаження включають вагу всіх конструктивних елементів будівлі: стін, перекриттів, покрівлі та інших елементів, що залишаються незмінними протягом усього періоду експлуатації. Важливо точно врахувати ці навантаження, оскільки вони визначають базову несучу здатність конструкцій.

Тимчасові навантаження варіюються залежно від функціонального призначення будівлі. До них відносяться навантаження від людей, меблів, техніки та іншого обладнання. Вони є змінними протягом часу і залежать від типу використання приміщень, наприклад, офіси, житлові приміщення або склади матимуть різні розрахункові навантаження.

Таблиця 2.2 – Збір навантажень на конструкції

№	Вид навантаження	Хар. Значення, кПа (кгс/м ²)	γ_n	γ_f	Граничне значення кПа (кгс/м ²)
1	Постійне: 1.1 стяжка, ліноліум	1,3 (130)	1,05	1,1	1,5 (150)
	1.2 перегородки	1,0 (100)	1,05	1,2	1,26 (126)
	1.3 утеплювач, шар гідроізоляції	2,16 (216)	1,05	1,1	2,5 (250)
2	Тимчасове: 2.1 житлові приміщення	1,5 (150)	1,05	1,3	2,05 (205)
	2.2 коридорні приміщення	3,0 (300)	1,05	1,2	3,8 (378)
	2.3 балкони	2,0 (200)	1,05	1,2	2,52 (252)
	2.4 снігове	0,92 (92)	1,05	1,0	0,97 (97)

Для кожного типу навантаження застосовуються відповідні нормативні коефіцієнти надійності, що дозволяє врахувати ймовірність виникнення найгірших сценаріїв і забезпечити достатній запас міцності для всіх конструктивних елементів будівлі.

2.1.3 Експорт та аналіз в програмі LIRA

Експорт моделі в ПК «Ліра» здійснюється з кроком триангуляції 0,5 м, що дозволяє більш точно аналізувати розподіл навантажень і деформації

конструкцій. Триангуляція розбиває площини на дрібні трикутники, що підвищує точність розрахунків напружень у будівлі.

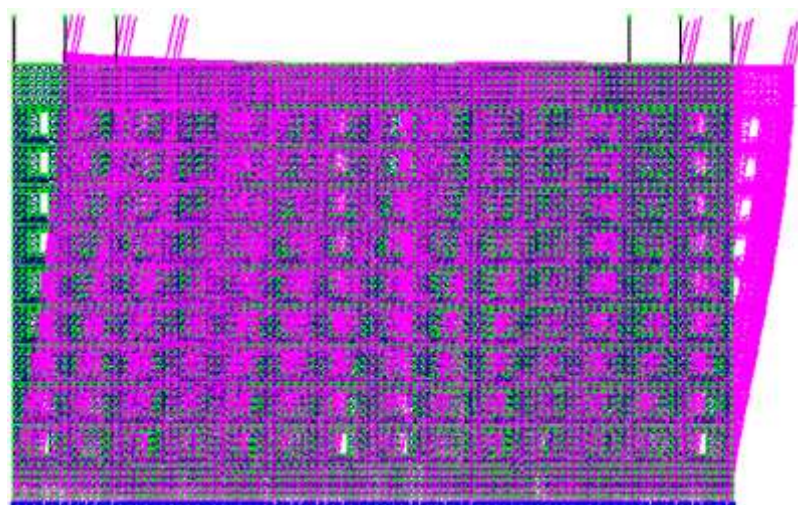


Рисунок 2.2 – Аналіз розрахунку в ЛІРА №1

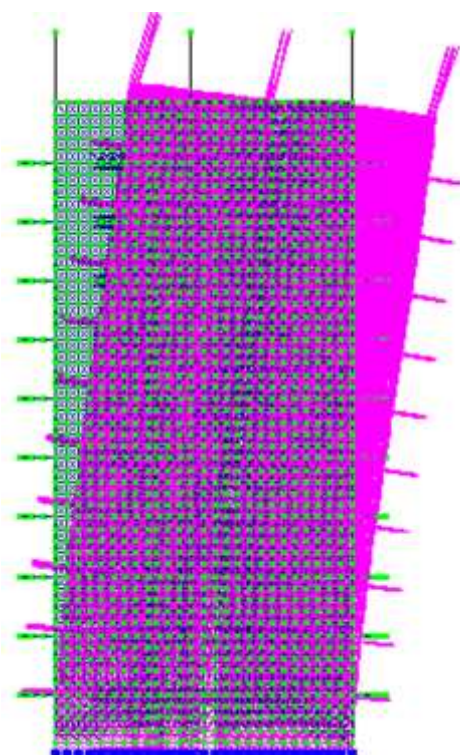


Рисунок 2.3 – Аналіз розрахунку в Ліра №2

Також під час експорту зберігаються всі фізичні властивості матеріалів і конструкційні характеристики, такі як модуль пружності, коефіцієнт

Пуассона і щільність матеріалів, що дозволяє виконувати коректні розрахунки у Ліра без необхідності повторного введення цих параметрів.

2.1.4 Розрахунок металевих конструкцій В ПК Лира

Після проведення розрахунку скінчено-елементної моделі на сейсмічні навантаження для забезпечення додаткової жорсткості конструкції і підвищення її сейсмостійкості додаються необхідні металеві елементи, що актуально для Одеського регіону.

Характеристики металевих конструкцій

- Балка настилу: використовуємо двотавровий профіль №12Б1. Цей тип двотаврової балки забезпечує високу міцність і стійкість, підходячи для сприйняття навантажень настилу в умовах сейсмічних впливів.
- Вибираємо марку сталі С275. Цей вид сталі має високі характеристики міцності та еластичності, що дозволяє конструкціям ефективно витримувати сейсмічні навантаження та інші експлуатаційні вимоги.

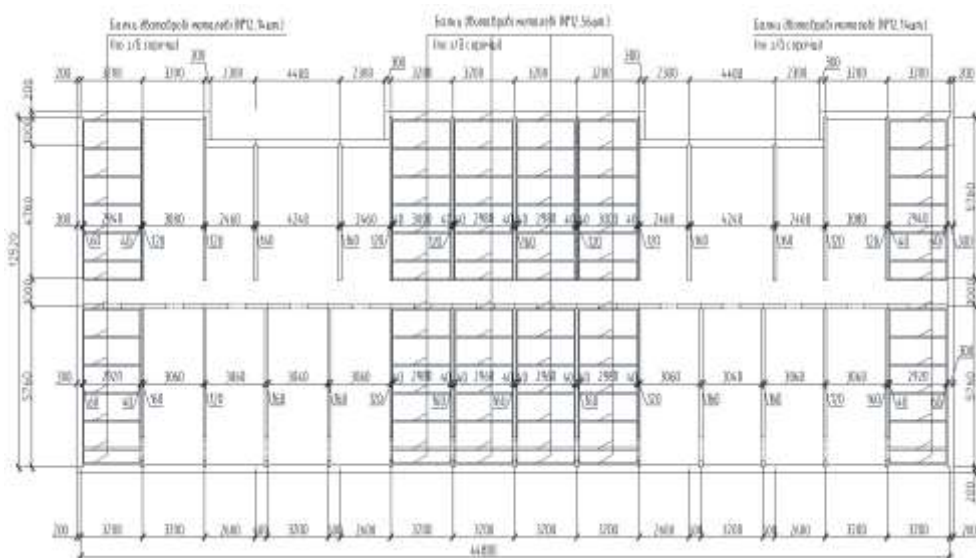


Рисунок 2.4 – Елементи будинку до розрахунок

Додавання цих елементів покращить стійкість усієї системи до деформацій і забезпечить її надійність в умовах сейсмічного впливу.

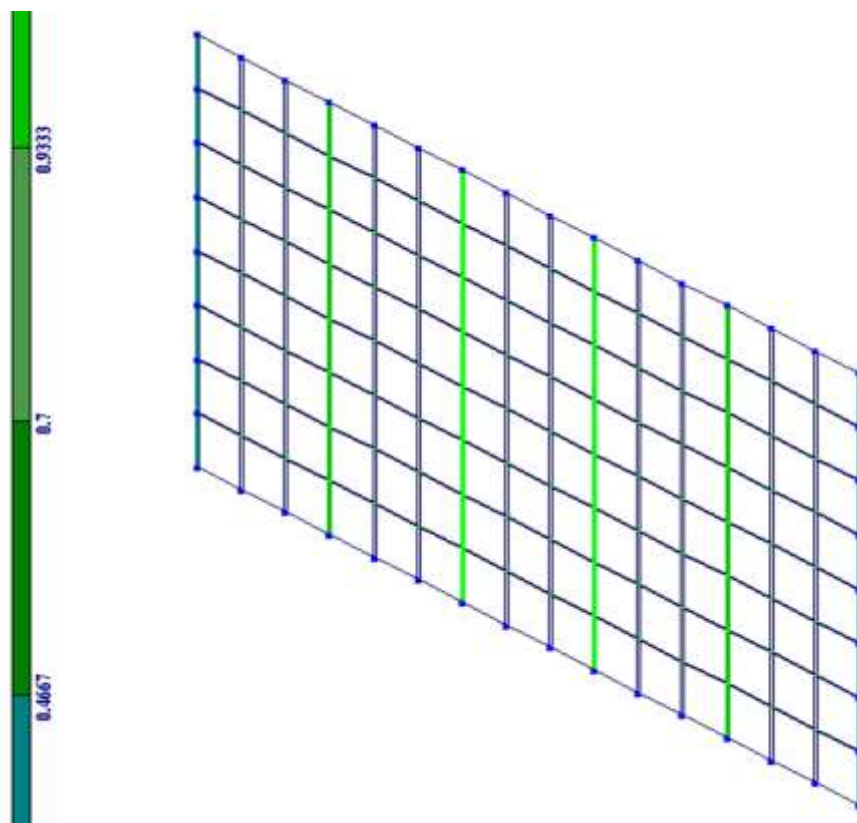


Рисунок 2.5 – Результати розрахунку по першій групі граничних станів

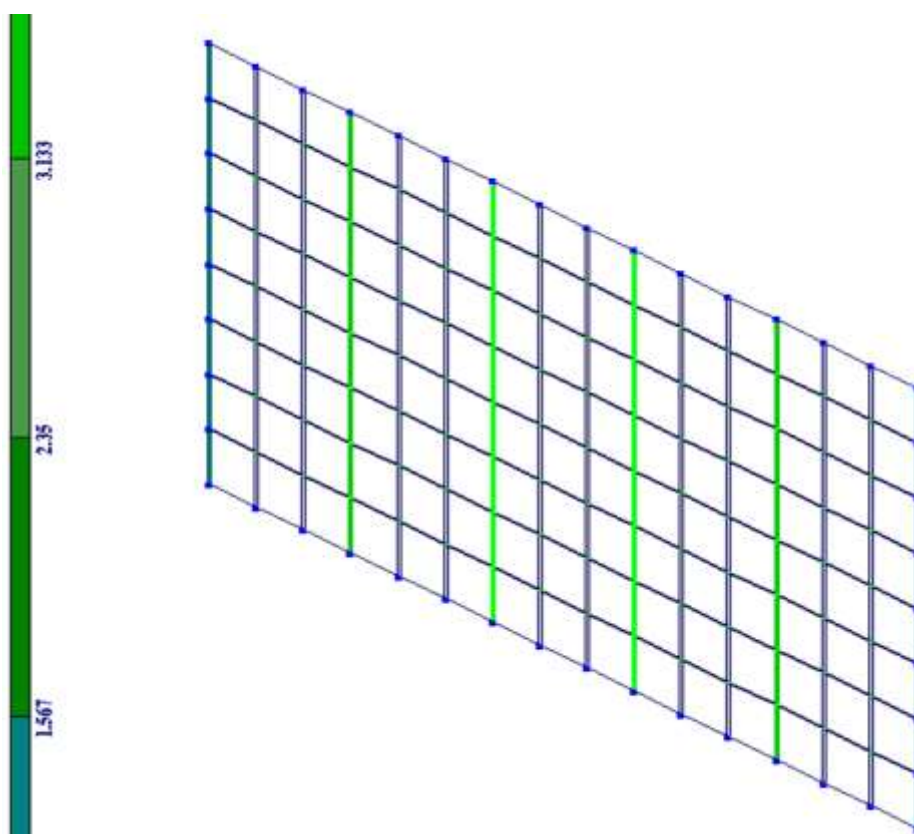


Рисунок 2.6 – Результати розрахунку по другій групі граничних станів

2.1.5 Розрахунок ЗБК підсилення в Lira-ARM

Для підсилення конструкцій застосовуються залізобетонні сорочки, що додають жорсткість і стійкість існуючим елементам. Підсилення виконується для зовнішніх стінових панелей, загальних коридорів і підвального поверху, підвищуючи їх несучу здатність та стійкість під дією підвищених навантажень. Залізобетонні сорочки виконуються з бетону класу С12/15, який забезпечує необхідну міцність і стійкість до навантажень.

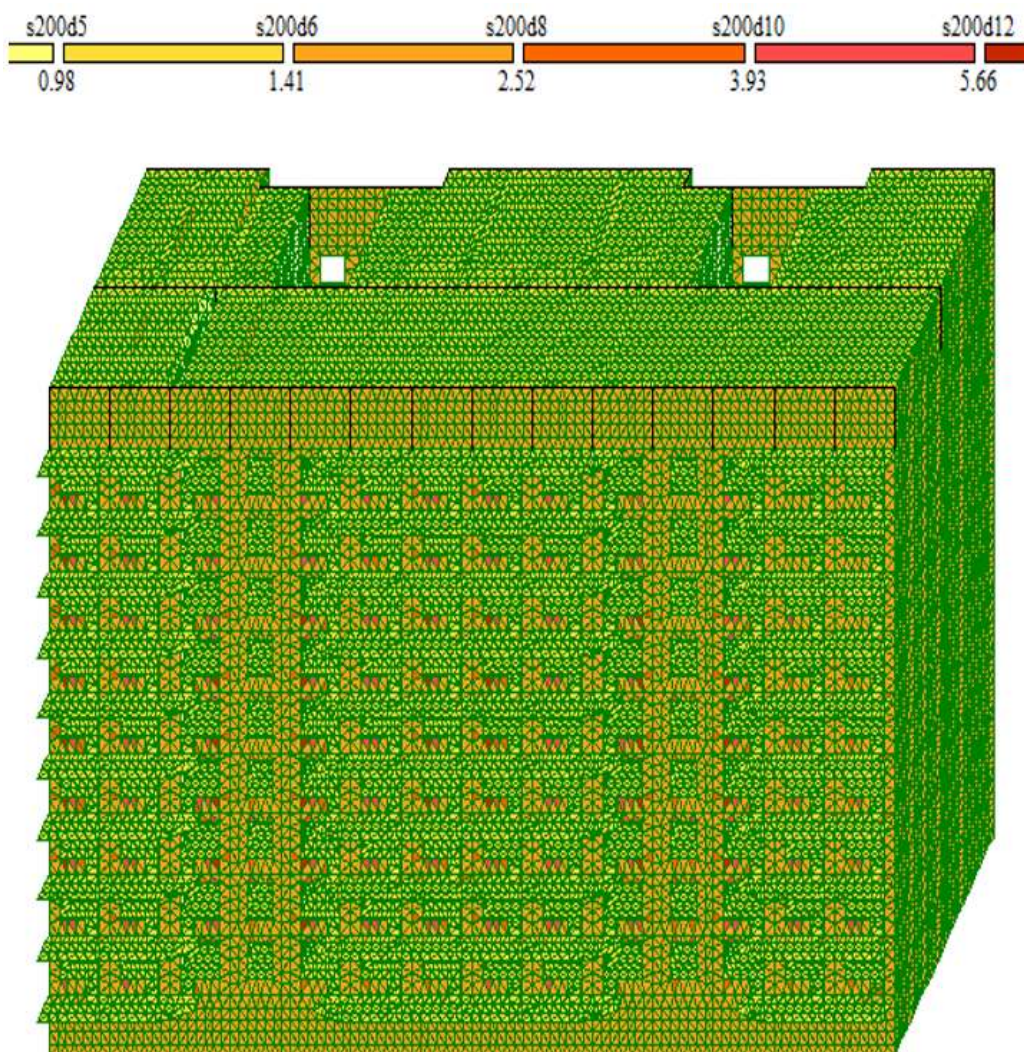


Рисунок 2.7 – Площа арматури на 1 погонний метр по X осі в верхній зоні

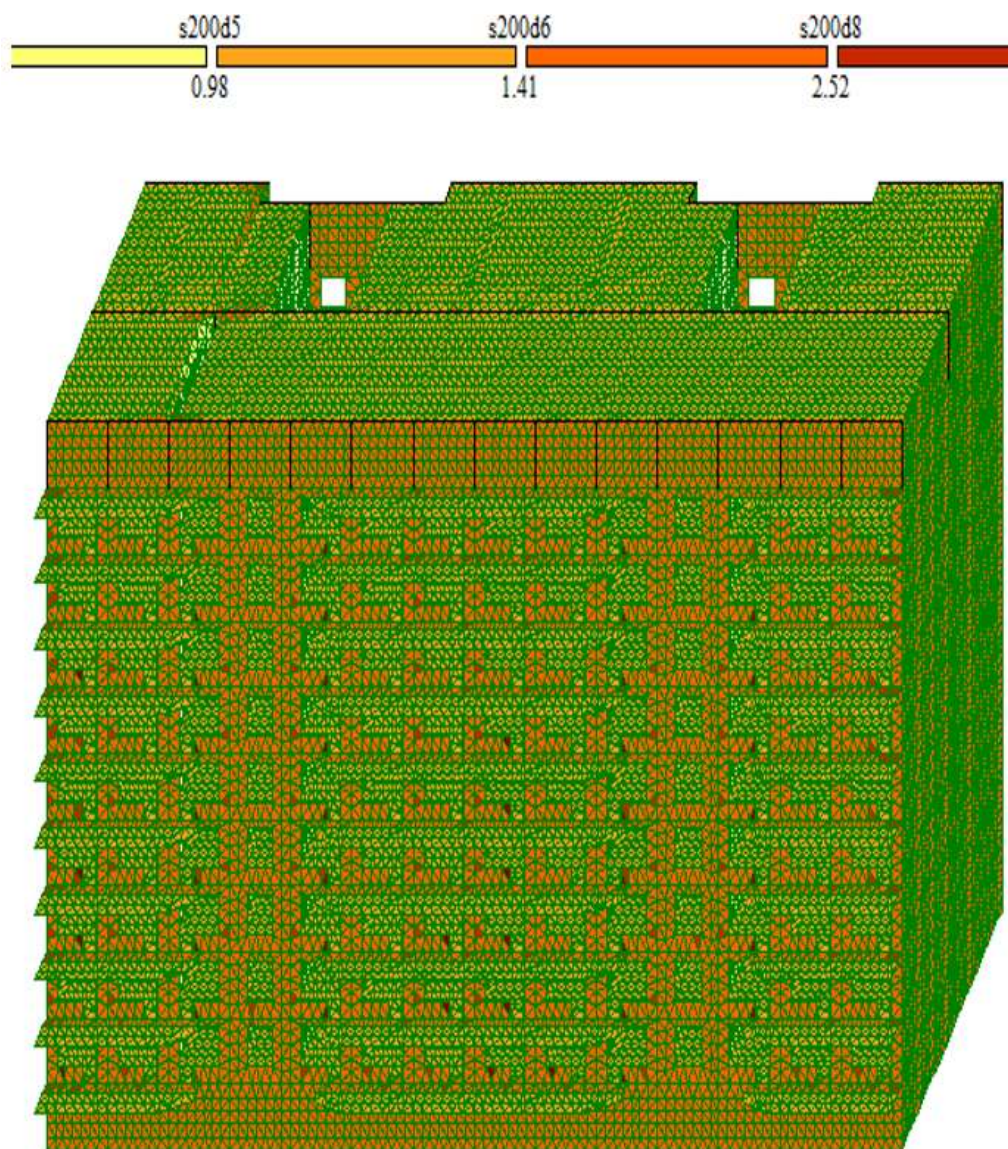


Рисунок 2.8 – Площа арматури на 1 м.п. по осі Y в верхній зоні

Як арматура використовується сталь марки А400С, відповідно до ДСТУ 3760-2019. Це сприяє високій міцності на розтягнення та надійному зчепленню з бетоном.

Армування здійснюється симетрично в стержнях, що дозволяє рівномірно розподіляти зусилля по перерізу і підвищує стійкість конструкції до деформацій. Для розрахунку використовується п'ять перерізів у кожному стержні, що дозволяє точніше визначити напружено-деформований стан конструкції та забезпечити оптимальну міцність підсилення.

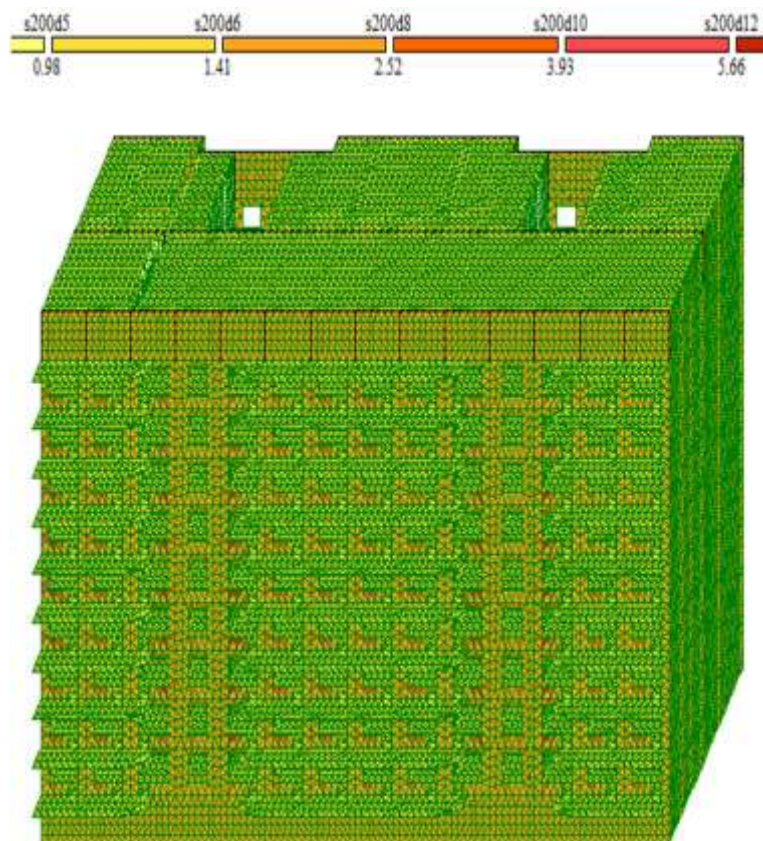


Рисунок 2.9 – Площа арматури на 1 м.п. по осі X по нижній грані

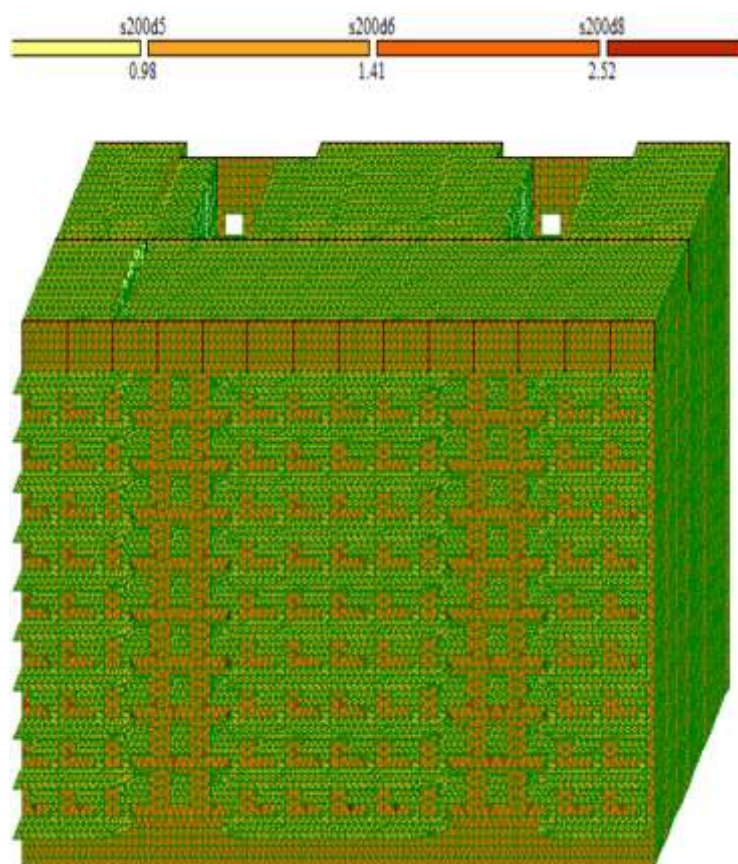


Рисунок 2.10 – Площа арматури на 1 м.п. по осі Y по нижній грані

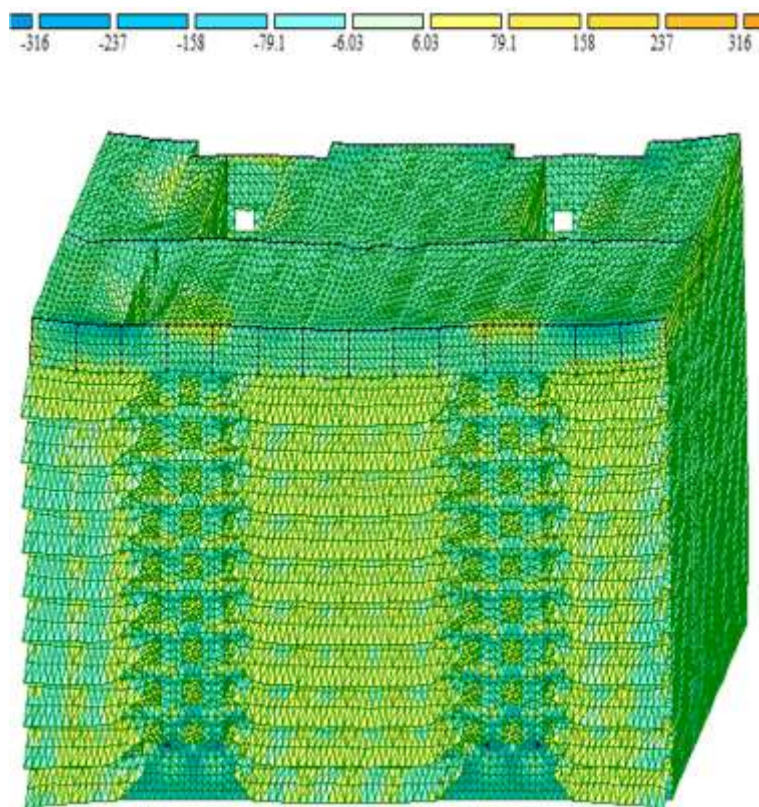


Рисунок 2.11 – Мозаїка напружень по N_x

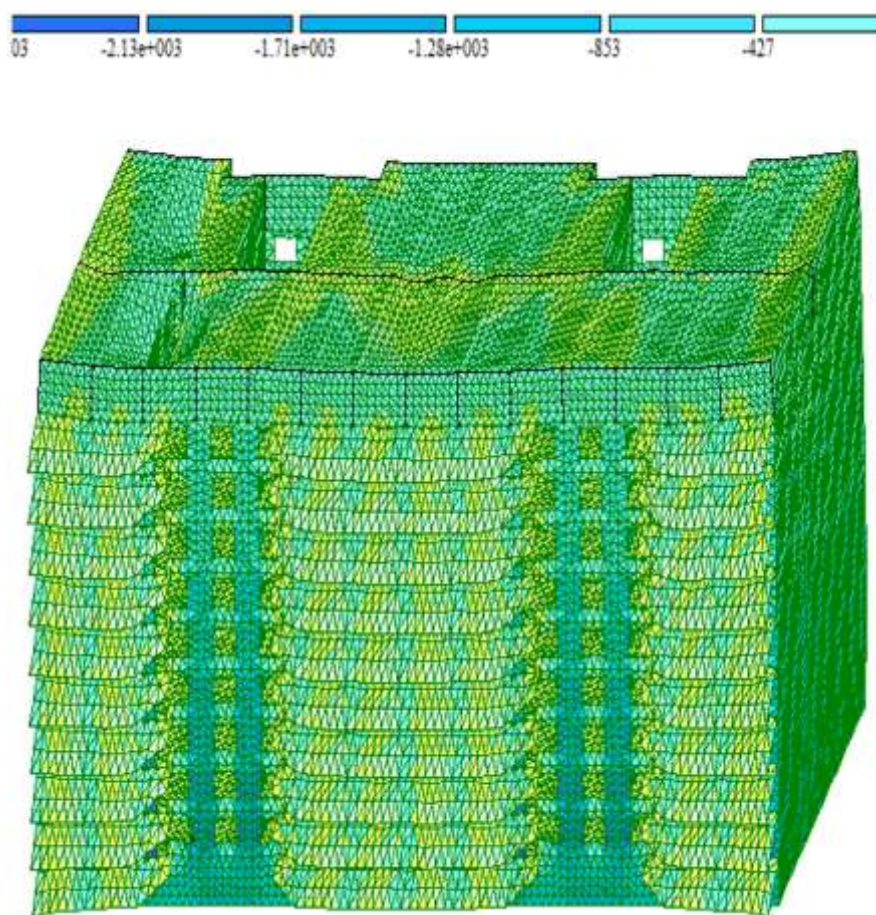


Рисунок 2.12 – Мозаїка напружень по N_y

2.2 Перевірка автоматизованих розрахунків

З метою перевірити несучу здатність розрахованих перемичок після підсилення панелей стін – необхідно, щоб виконувалась умова (2.1):

$$M_u \geq M_{ed}, \text{ кН}\times\text{м}$$

$$M_{ed} = 165,86 \text{ кН}\times\text{м} \quad (2.1)$$

, де: M_{u1} - граничний момент, який може сприйняти переріз перемички (2.2):

$$M_{u1} = A_{s1} \times f_{dy1} \times d_1 \times \zeta_1, \text{ кН}\times\text{м} \quad (2.2)$$

M_{u2} - граничний момент, що припадає на переріз підсилюючої сорочки (2.3):

$$M_{u2} = A_{s2} \times f_{dy2} \times d_2 \times \zeta_2, \text{ кН}\times\text{м} \quad (2.3)$$

A_{s1} – площа нижньої арматури, мм^2 ;

f_{dy1} – розрахунковий опір арматури, МПа;

d_1 – робоча висота перерізу, мм.

Знаходимо коефіцієнти (2.4) та (2.5):

$$\lambda_{x1} = \frac{A_{s1} * f_{yd1} - A'_s * f_{yd1}}{b_1 * f_{cd1}}$$

$$\lambda_{x1} = \frac{157\text{мм}^2 * 355\text{МПа} - 101\text{мм}^2 * 355\text{МПа}}{300\text{мм} * 6\text{МПа}} = 11,04 \text{ мм} \quad (2.4)$$

, де f_{cd} – граничний опір стискання бетону, МПа.

$$\xi_1 = \frac{x_1}{d_1} = \frac{13.81 \text{ мм}}{1150 \text{ мм}} = 0,012 \quad (2.5)$$

Згідно ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону значення $\xi_1 = 0,95$. Таким чином, проводимо розрахунок:

$$M_{u1} = 157 * 10^{-4} * 355 * 10^3 * 1,15 * 0,95 = 60,89 \text{ кНм}$$

$$M_{u2} = 339 * 10^{-4} * 365 * 10^3 * 1,05 * 0,95 = 123,4 \text{ кНм}$$

Перевіряємо виконання (2.1) з метою перевірки правильності розрахунку в ПК ЛІРА:

$$M_u = 60,89 + 123,4 = 184,29 \text{ кНм}$$

$$M_u = 184,29 \text{ кНм} \geq M_{ed} = 165,86 \text{ кНм}$$

Для перевірки несучої здатності панелі перекриття після підсилення металевими балками необхідно щоб виконувалась умова:

$$M_u \geq M_{ed}, \text{ де}$$

$$M_{ed} = 103,73 \text{ кНм}$$

$$M_u = A_s * f_{dy} * d * \xi - \text{граничний момент перерізу}$$

, де: $A_s = 2260 \text{ мм}^2$ – площа арматури.

$f_{dy} = 355 \text{ МПа}$ – розрахунковий опір арматури А400С на розтяг.

$d_1 = 170 \text{ мм}$ – робоча висота перерізу.

$$\lambda x_1 = 0; \xi_1 = 0,95$$

$$M_u = 2260 * 10^{-4} * 355 * 10^3 * 0,17 * 0,95 = 129,57 \text{ кНм}$$

$$M_u = 129,57 \text{ кНм} \geq M_{ed} = 103,73 \text{ кНм}$$

Таким чином, умова виконується. В такому випадку можна зробити висновок, що розрахунок підсилення армування був виконаний вірно.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Загальні відомості щодо технології будівництва

Під час реконструкції будівлі здійснюється комплекс заходів з підсилення її конструкцій, що включає роботи на першому і другому поверхах, у загальних коридорах, на зовнішніх стінах і по контуру будівлі.

Підсилення першого та другого поверхів починається з підготовчих робіт, що включають очищення стін і встановлення закладних деталей. Після цього методом ручної зварки на стінові панелі встановлюються в'язі з металевих кутиків, які зварюються між собою для забезпечення загальної міцності та стійкості конструкції.

У загальних коридорах будівлі для підсилення стінових панелей використовується арматурна сітка, що укладається методом безперервного розкочування. Для бетонування встановлюється опалубка PERI, яку, як і арматуру, подають краном. Бетонування здійснюється за допомогою бетононасоса БН-25, суміш укладається горизонтальними шарами товщиною 0,3–0,5 м. Для ущільнення бетонної суміші застосовуються глибинні вібратори ИВ-113, а контроль за якістю ущільнення здійснюється візуально, за ступенем опаді суміші і появою цементного молока. Опалубка знімається після досягнення бетоном міцності в 70%.

На зовнішніх стінах виконується влаштування залізобетонних сорочок. Арматура подається краном КС-55729 «Галичанин» і встановлюється у проектне положення. Для бетонування використовується дерев'яна щитова опалубка, бетонна суміш транспортується автобетоновозом, а подача на висоту виконується за допомогою бетононасоса БН-25. Ущільнення бетонної суміші також проводиться глибинними вібраторами.

Для підсилення по зовнішньому контуру будівлі встановлюється металевий пояс. Металевий швелер подається краном КС-55729 «Галичанин», а з'єднання елементів виконується за допомогою болтів.

Для підсилення конструкції будівлі виконуються роботи на першому і другому поверхах, у загальних коридорах, на зовнішніх стінових панелях, а також по контуру будівлі. Спершу здійснюється підсилення першого та другого поверхів: для встановлення в'язей з металевих кутиків проводяться підготовчі роботи, зокрема зачищення стін і встановлення закладних деталей. Після цього в'язі з кутиків монтуються методом ручної зварки, а самі кутики зварюються між собою для забезпечення загальної стійкості та міцності конструкції.

У загальних коридорах для підсилення встановлюється арматурна сітка методом безперервного розкочування на стінових панелях, потім на універсальних щитах монтуються опалубка PERI. Арматуру та опалубку подають краном, а бетон подається бетононасосом БН-25 і укладається шарами однакової товщини. Ущільнення бетонної суміші здійснюється глибинними вібраторами ИВ-113, а контроль якості виконання – візуально, за станом опади суміші та виходом повітряних бульбашок. Опалубка знімається після досягнення бетоном 70% міцності.

На зовнішніх стінових панелях виконуються залізобетонні сорочки. Арматура подається краном КС-55729 «Галичанин», розміщується у проектне положення та фіксується дерев'яною щитовою опалубкою. Бетонну суміш транспортують автобетоновозом, подають на висоту бетононасосом і ущільнюють глибинними вібраторами, укладаючи горизонтальними шарами.

Для додаткової міцності по контуру будівлі встановлюється металевий пояс зі швелера, який подається краном КС-55729. Елементи швелера з'єднуються між собою болтами, забезпечуючи міцне кріплення по периметру.

3.2 Розробка технологічної карти

Технологічна карта передбачає встановлення залізобетонних сорочок на зовнішні стінові панелі дев'ятиповерхового житлового будинку з використанням самохідного крану КС-55729 «Галичанин» на двох захватках.

Це є частиною комплексу робіт з реконструкції, що забезпечує підсилення конструкції будівлі.

Перед початком робіт необхідно підготувати комплект щитів для встановлення.

Перш за все, щити слід очистити від сміття та налиплого цементного розчину, після чого всі конструктивні елементи, що будуть закриті під час бетонування, мають бути перевірені та прийняті по акту. Поверхню опалубки потрібно змастити спеціальною емульсією для запобігання налипанню бетону та полегшення зняття опалубки.

Паралельно слід провести геодезичну розбивку осей колон, що дозволить точно встановити опалубку. Підготовка такелажного оснащення, інструментів та пристосувань також є важливим етапом, який забезпечує безперервність і безпеку робіт.

На майданчику передбачено попереднє збирання опалубки з двох частин, що спрощує та прискорює процес її встановлення на об'єкті. Ці підготовчі заходи дозволяють забезпечити високу якість бетонування та ефективне виконання робіт із підсилення конструкції.

Склад робіт наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Склад робіт в технологічній карті

№	Шифр	Найменування роботи	Од. виміру	К-ть
1	4-1-34	Улаштування опалубки на підсилення зовнішніх стінових панелей	1м ²	1246,14
2	4-1-44	Улаштування арматурних сіток	т	17,568
3	4-1-49	Бетонування зовнішніх стінових панелей	1м ³	98,57

3.2.1 Розрахунок крану для виконання БМР

При виборі монтажного крану для виконання будівельних робіт необхідно врахувати кілька ключових факторів: необхідну вантажопідйомність, висоту підйому гака, довжину стріли, відстань від крана до монтажного елемента, а також конструктивні особливості будівлі.

Вибір крану залежить від маси найважчих елементів, які потрібно підняти на максимальну висоту. Вантажопідйомність крану має забезпечувати роботу з великим запасом щодо найбільших елементів конструкції. Окрім того, слід враховувати частоту монтажу елементів і плановий темп виконання робіт, щоб забезпечити безперервність будівництва та дотримання графіку.

Розраховуємо потрібну вантажопідйомність для підйому арматурної сітки, яка є найважчим елементом.

Характеристики:

- Ширина – 3,2 м
- Висота – 2,5 м
- Діаметр стрижнів $D_a = D_b = 12$ мм
- Крок між стрижнями $S_a = S_b = 100$ мм
- Захисний шар $c = 50$ мм

Потрібна вантажопідйомність:

$$Q = k_p \times q_{\max}, \text{ Т} \quad (3.1)$$

, де: k_p – коефіцієнт, який враховує масу захватного пристрою, дорівнює 1,08

$q_{\max}$ – вага найважчого елемента (3.2):

$$q_{\max} = 0,444 \text{ Т} + 2 \text{ Т} = 2,444 \text{ Т} \quad (3.2)$$

Вимоги до характеристик крана:

- Потрібна вантажопідйомність $Q = 2,5$ т;

Довжина стріли визначається за формулою (3.3):

$$L_{\text{стр}} = B_a + d = 6,4 \text{ м} + 1,5 \text{ м} = 7,9 \text{ м} \quad (3.3)$$

B_a відстань від осі обертання крана до найвіддаленішого монтажного елемента;

d – відстань між віссю обертання крана та точкою кріплення стріли (приблизно 1,5 м).

Таким чином, загальна довжина стріли визначається на основі найбільшої відстані до елемента, що потребує монтажу, що забезпечує максимальне покриття будівельного майданчика і знижує необхідність в додаткових кранах.

Висота підйому гака:

$$H_k = H_1 + H_2 + H_3 + H_4, \text{ м} \quad (3.4)$$

, де: H_1 – висота від рівня розташування крана до елемента;

H_2 – висота елемента;

H_3 – висота такелажного обладнання, береться як 1,5 м;

H_4 – зазор між будівлею та нижньою частиною елемента.

Отже:

$$H_k = 26,8 \text{ м} + 2,5 \text{ м} + 1,5 \text{ м} + 1,0 \text{ м} = 31,8 \text{ м} \quad (3.5)$$

Вибираємо кран КС-55729, характеристики якого наведено в табл. 3.2, а також рис. 3.1.

Таблиця 3.2 – Характеристики обраного крану

Вантажопідйомність максимальна	32 т
Висота підйому	
- максимальна	40 м
Загальна маса крана	28,3 т
Виліт:	
- максимальний	30,2 м
- мінімальний	9,6 м
- при максимальній вантажопідйомності	4,35 м
Швидкість	
- підйому/опускання вантажу	18,4 м/хв
- осадження вантажу	0,4 м/ хв
- пересування крана	50 км/год
Транспортні габарити крана	
- висота	3,95 м
- ширина	2,5 м
- довжина	12 м

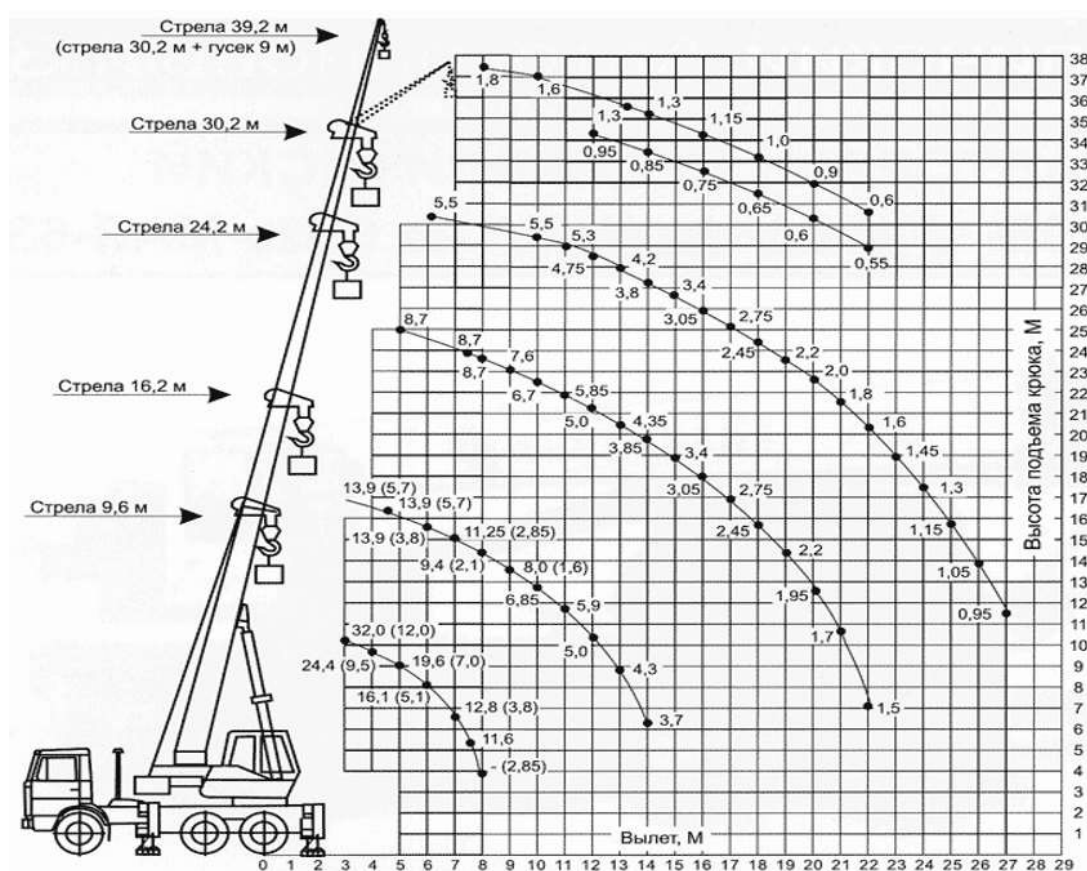


Рисунок 3.1 – Характеристики обраного крану

3.2.2 Технічна підготовка ділянки будівництва

До початку бетонування необхідно завершити низку підготовчих робіт. Насамперед мають бути облаштовані тимчасові під'їзди та дороги для будівельної техніки, а також забезпечено електропостачання й освітлення робочої зони. Механізми, інвентар та пристосування повинні бути доставлені та підготовлені до використання.

Поверхня, на якій планується бетонування, має бути рівною та готовою до робіт. Арматуру та закладні деталі слід встановити відповідно до робочих креслень і оформити акт на приховані роботи. Опалубка та засоби підмоцнування для працівників-бетонувальників мають бути встановлені та прийняті майстром.

3.3 Розробка будгенплану

На будівельному генеральному плані зображені об'єкти основного періоду реконструкції, постійні мережі та автодороги, а також тимчасові будівлі, споруди, автодороги, комунікації, огороження та освітлення. Огороження робочих і небезпечних зон вантажопідйомних механізмів поблизу будівель здійснюється відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009.

На час будівництва передбачено максимально використовувати постійні автодороги, заплановані проектом. Тимчасові автодороги влаштовуються відповідно до будівельного генерального плану з шириною 3,5 м. Генеральний план розроблений з урахуванням доставки матеріалів транспортними засобами, тому на майданчику біля об'єкта розташовуються лише необхідні матеріали та вироби.

Інвентарні будівлі та майданчики розміщені на вільних ділянках з урахуванням їх використання протягом усього будівельного періоду. Тимчасове електроосвітлення передбачене для роботи в темний час, а

проводка виконується ізольованим проводом, що прокладений на стовпах на висоті не менше 5 м над землею та на переїздах не нижче 7 м.

При розміщенні будівельних машин необхідно встановити зони підвищеної безпеки для людей, у межах яких діють або можуть діяти небезпечні виробничі чинники. До постійно небезпечних зон, пов'язаних з роботою монтажних і вантажопідйомних механізмів, відносяться території, над якими кран переміщує вантажі. Зони, де потенційно можуть виникати небезпечні чинники, включають територію поблизу будівельного майданчика.

Для забезпечення безпечного виконання робіт нормативні акти передбачають такі зони:

- Монтажна зона — охоплює ділянки поблизу споруди, де відбувається монтаж будівельних елементів.
- Зона обслуговування краном — визначає межі доступу крану, в якій виконуються всі операції з вантажами.
- Зона переміщення вантажу — охоплює простір, над яким переміщуються підвішені вантажі.
- Небезпечна зона доріг — включає території доріг, що межують з небезпечними ділянками під час транспортування вантажів.

Межі зон, над якими здійснюється переміщення вантажів кранами або поблизу будівлі, що реконструюється, визначаються від крайньої точки горизонтальної проекції найбільшого габариту переміщуваного чи падаючого об'єкта або стіни будівлі. Вони розширюються з урахуванням найбільшого габариту вантажу та мінімальної безпечної відстані для можливого відльоту вантажу в разі його падіння.

3.3.1 Розрахунок площ складів

У зв'язку з обмеженим строком будівництва об'єкту, для зберігання матеріалів прийнято склади пересувного та контейнерного типу.

Для **складування** будівельних матеріалів передбачається пересувний закритий склад типу ПМС-4, який забезпечує захист матеріалів від зовнішніх умов. Будівельний інструмент та обладнання будуть зберігатись в інструментальній коморі пересувного контейнерного типу, що дозволяє зручно та безпечно зберігати інструменти під час будівельних робіт.

Для складування металу та збірних залізобетонних виробів передбачено відкриті майданчики, які розташовані в зоні дії монтажного крана, забезпечуючи доступність матеріалів для оперативного переміщення на будівельний майданчик. Розрахунок проведено в табличному вигляді та наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок площ складських приміщень

№	НАЙМЕНУВАННЯ	Один. вимір	Кільк.
1	2	3	4
I-II.	Контора виконроба та майстрів	м ²	21
III.	Побутові приміщення:		
	гардеробна	м ²	10
	Пункт для прийому їжі	м ²	8
	Склад дрібнорозмірних матеріалів	м ²	12
	Склад елементів з прокатного металу	м ²	32
	Вбиральня	шт.	1
	Навіс для зварювальних робіт	шт.	4
IX.	Охорона		5

Розрахунок необхідних площ складських приміщень та майданчиків.
Закриті матеріальні склади (3.6):

$$S_{\text{потр}} = 34:5, 6 \times 6, 61:1,25 = 32 \text{ м}^2 \quad (3.6)$$

Відкриті майданчики (3.7):

$$S_{\text{потр.}} = 100:5, 6 \times 6, 61:1,25 = 94 \text{ м}^2 \quad (3.7)$$

Накриті майданчики (3.8):

$$S_{\text{потр.}} = 75:5, 6 \times 6, 61:1,25 = 71 \text{ м}^2 \quad (3.8)$$

3.4.2 Розрахунок водопостачання

Загальна потреба у воді для виробничих потреб визначається з урахуванням питомої витрати води для виробничих споживачів, кількості споживачів під час найбільш завантаженої зміни, коефіцієнта, що враховує невраховані витрати, а також коефіцієнта годинної нерівномірності та тривалості зміни (3.9):

$$Q_1 = K_1 \times \frac{q_1 \times n_1 \times k_j}{t_1 \times 3600}, \text{ л/с} \quad (3.9)$$

, де: q_1 – витрата води на потреби виробництва, л/с;

n_1 – к-сть споживачів в зміну (найбільшу), чел;

k_1 – коефіцієнт, котрий враховує додаткову витрату води (приймається k_1 рівним 1,2);

k_j – нерівномірне споживання води (приймається $k_j = 1,5$);

t_1 – годин у зміні, год;

$$Q_1 = 1.2 \times \frac{(10+10+7.2+15) \times 3 \times 1.5}{8 \times 3600} = 1.2 \frac{189.9}{28800} = 0.01 \text{ л/сек}$$

Витрата води на господарсько-побутові потреби враховує питому витрату води для цих цілей, кількість працівників у найбільш завантаженому зміні, коефіцієнт годинної нерівномірності споживання, а також кількість

працівників, які користуються душовими, і тривалість роботи душових установок, розраховується за формулою (3.10):

$$Q_2 = K_2 \times \frac{q_2 \times n_2 \times k_j}{t_1 \times 3600} + \frac{q_2 \times n_2}{t_2}, \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (3.10)$$

, де: q_2 – витрата води на побутові потреби при проведенні будівництва, л/с;

n_2 – прийнята кількість працівників, чол;

t_2 – тривалість використання душу, 45 хв;

$$Q_2 = 1.5 \times \frac{(1) \times 28 \times 1.5}{8 \times 3600} + \frac{30 \times 28 \times 0.4}{45 \times 60} = 0.06 + 0.12 = 0.18 \text{ л/сек}$$

Витрата води на гасіння пожежі будівлі (Q_3) складає 10 л/сек.

Загальна потреба у воді для будівельного майданчика становить 10,19 л/сек, зокрема з урахуванням виробничих, господарчо-побутових та пожежних потреб (3.11):

$$Q_{\text{заг}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ л/с} \quad (3.11)$$

$$Q_{\text{заг}} = 0,01 + 0,18 + 10 = 10,19 \text{ л/с}$$

Діаметр трубопроводу розраховується за формулою (3.12):

$$D_e = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{сум}}}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,19}{3,14 \cdot 1000 \cdot 1,2}} = 0,107 \text{ м} \quad (3.12)$$

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

Водопостачання будмайданчика здійснюється через підключення до міської мережі від існуючого водопроводу.

3.4.3 Визначення потреби в електроенергії

Загальна потреба в електроенергії для будівельного майданчика визначається з урахуванням коефіцієнта на втрати потужності в мережах (приймається як 1,1) та коефіцієнтів одночасності, які залежать від типу та кількості споживачів і варіюються від 0,6 до 1. Визначається за формулою (3.13):

$$P = \frac{1.1}{\cos U} = (K_1 EP_1 + K_2 EP_2 + K_3 EP_3 + K_4 EP_4), \text{кВт} \quad (3.13)$$

До складу споживаної потужності входять такі складові:

- P_1 — потужність, що споживається будівельною технікою, інструментами та механізмами;
- P_2 — потужність, що використовується для технологічних потреб, таких як електропідігрів бетону (кВт);
- P_3 — потужність для внутрішнього освітлення приміщень (кВт);
- P_4 — потужність для зовнішнього освітлення шляхів, проїздів та фронту робіт (кВт).

Коефіцієнт потужності, що враховується у розрахунках, становить приблизно 0,75.

$$\begin{aligned} P &= \frac{1.1}{0.75} = [0.6 \times (0.5 + 1.5 + 0.6) + 0.6 \times 1.0 + 0.6 \times 0.2 \times 3 + 0.6 \times 0.5 \times 7] = \\ &= 1.467 \times (1.56 + 0.6 + 0.36 + 2.1) = 6.78 \text{ кВт}; \end{aligned}$$

Тимчасове електропостачання забезпечується від розташованої поруч лінії електропередач. Для освітлення території майданчика встановлені ліхтарі

з інтервалом у 50 метрів, а місця виконання робіт додатково освітлюються прожекторами на переносних опорах.

3.5 Календарне планування будівельного виробництва

Календарний план виконання робіт на об'єкті формується на підставі завдання на дипломний проєкт та відповідно до форми 1 додатку 6 ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва".

Основою для складання лінійного календарного графіка є:

- визначена номенклатура будівельно-монтажних робіт та відомості про їхні обсяги;
- дані про трудомісткість робіт і необхідну кількість машино-змін для основних будівельних процесів;
- прийняті методи виконання робіт та комплектація будівельними машинами;
- безпечна послідовність виконання робіт.

На основі цих даних встановлюється тривалість виконання окремих етапів робіт у строгій технологічній послідовності, забезпечується їх взаємозв'язок у часі з урахуванням максимального суміщення процесів. Роботи з використанням вантажопідіймальних будівельних машин плануються на одну зміну. Необхідно забезпечити рівномірний розподіл і ефективне використання робітників, дотримуючись правил охорони праці та техніки безпеки, а також врахувати технологічні та організаційні перерви між роботами.

Тривалість робіт на графіку відображається лінійними відрізками. Вона визначається, виходячи з кількості робітників у бригаді, яка виконує конкретний процес. Кількість робітників розраховується на основі прийнятої трудомісткості робіт.

Календарний план-графік виконання робіт наведено в графічній частині дипломного проєкту.

3.5.1 Визначення послідовності виконання робіт

Під час підготовчого етапу будівництва необхідно виконати такі заходи:

- Очищення будівельного майданчика від існуючих мереж і комунікацій, споруд та автомобільних доріг, які перешкоджають будівництву і не можуть бути використані в процесі робіт.
- Інженерно-технічна підготовка майданчика, що включає первинне планування поверхні та забезпечення тимчасового відведення поверхневих вод.
- Влаштування постійних і тимчасових доріг з виходом на магістральні шляхи для забезпечення транспортної доступності.
- Прокладання тимчасових трубопроводів і каналізації для забезпечення будівельних потреб.
- Створення загальномайданчикowego складського господарства для зберігання матеріалів та обладнання.
- Зведення тимчасових будівель і споруд, необхідних для організації будівельного процесу.

Позамайданчикові роботи включають:

- Будівництво ліній електропередач з трансформаторними підстанціями для забезпечення електропостачання.
- Прокладання ліній зв'язку та інших комунікацій, необхідних для функціонування будівельного майданчика.

Завершення підготовчих робіт повинно бути задокументовано в загальному журналі будівельних робіт. Відповідно до норм, розпочинати основні будівельно-монтажні роботи дозволяється лише після повного завершення підготовчого періоду.

Головним процесом при реконструкції будівлі є зведення надбудови на існуючому покритті, яке складається з двох основних етапів:

- Монтаж вертикальних конструкцій (колон).

- Монтаж горизонтальних конструкцій (балок).

Наступний крок — влаштування покрівлі. Перед початком утеплення та фарбування зовнішніх облицювальних елементів необхідно завершити роботи з влаштування покрівлі та огорожувальних конструкцій технічного поверху.

Завершальним етапом будівництва є проведення робіт з благоустрою території, що включає озеленення, облаштування пішохідних доріжок та інших елементів інфраструктури. Відомість обсягів БМР наведена в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Визначення обсягів будівельних робіт

№	Шифр	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість
1	4-1-34	Улаштування дерев'яної опалубки стін та перегородок	1м ²	489,6
2	4-1-44	Улаштування арматурних сіток	т	2,095
3	4-1-49	Бетонування з/б сорочок стінових панелей	1м ³	207,36
6	5-1-3	Улаштування металевих розвантажуючих балок	т	3,102
7	5-1-3	Улаштування в'язей	т	4,121
8	4-1-34	Улаштування дерев'яної опалубки на підсилення зовнішніх стінових панелей	1м ²	1246,14
9	4-1-44	Улаштування арматурних сіток	т	17,568
10	4-1-49	Бетонування зовнішніх стінових панелей	1м ³	98,57
11	5-1-3	Улаштування шпилькових швів	т	5,82
12	5-1-3	Улаштування металевих поясу по зовнішньому контуру будівлі	т	7,474
13	4-1-34	Улаштування опалубки на підсилення загальних коридорів	1м ²	747,9
14	4-1-44	Улаштування арматурних сіток	т	13,282
15	4-1-49	Бетонування загальних коридорів	1м ³	53,37

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1 Загальна інформація щодо проєктування

9-поверховий будинок, згідно з документацією, маю загальну площу 5050 м². Площа ділянки, відведеної для будівництва, становить 1700 м².

У процесі роботи було розроблено інвесторську кошторисну документацію, яка визначає фінансові потреби проєкту. Встановлено кошторисну вартість реконструкції будівлі, що передбачає переобладнання двох поверхів під офісні приміщення в місті Одеса.

4.2 Розробка локального кошторису

Відповідно до завдання на дипломний проєкт, для розрахунку кошторисних прямих витрат застосовуються укрупнені показники, які охоплюють загально-будівельні, внутрішні, санітарно-технічні, електромонтажні роботи, а також витрати на придбання і монтаж технологічного обладнання. Це дозволяє визначити вартість прямих витрат на 1 м³ запроектованої споруди. Враховуючи загальний будівельний об'єм і вартість за одиницю об'єму, обчислюється загальна сума прямих витрат на всі вказані види робіт.

Кошторисна заробітна плата включає суму виплат будівельникам і монтажникам, оплату праці робітників, що задіяні в експлуатації будівельних машин та механізмів, а також заробітну плату працівників у межах загальновиробничих витрат.

Нормативна трудомісткість визначається як сума трудомісткостей для основних робіт, експлуатації машин і механізмів, а також трудомісткості робіт у складі загальновиробничих витрат.

Кошторис на виконання робіт наведено в Додатку А згідно укрупненим показникам будівництва.

Об'єктний кошторис наведено в Додатку Б.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ

5.1 Загальні відомості щодо охорони праці

Охорона праці — це комплекс заходів та засобів, що спрямовані на забезпечення безпечних умов для здоров'я та життя працівників у процесі трудової діяльності. Основна мета охорони праці полягає у створенні умов, що мінімізують або усувають небезпеки, пов'язані з виробничими факторами, і сприяють збереженню працездатності та здоров'я працівників.

Для ефективного управління охороною праці необхідно застосовувати науково-обґрунтовані методи, які дозволяють оперативно визначати ризики, оцінювати безпеку та приймати рішення для їхнього зниження. Такі методи включають аналіз ризиків, оцінку безпечності робочого середовища та регулярний моніторинг умов праці. Це дозволяє вчасно виявляти потенційні загрози та приймати заходи для їх усунення або мінімізації.

Комплекс заходів з охорони праці включає кілька ключових напрямків:

1. Організаційні заходи: встановлення чітких інструкцій, норм та правил з охорони праці, навчання працівників, проведення інструктажів та підвищення кваліфікації щодо безпечного виконання робіт.

2. Технічні засоби захисту: використання безпечного обладнання, інструментів та засобів індивідуального захисту, а також впровадження систем автоматичного контролю та захисту, що запобігають аваріям та травматизму.

3. Гігієнічні заходи: забезпечення відповідних санітарних умов на робочих місцях, контроль за температурою, освітленням, рівнем шуму, запиленням та іншими показниками, що впливають на здоров'я працівників.

4. Психологічні заходи: створення сприятливого психологічного клімату, підтримка морально-психологічного стану працівників, зниження стресових факторів на робочому місці.

Значну роль в охороні праці відіграє система ризик-менеджменту, яка дозволяє ідентифікувати, оцінювати та управляти ризиками на всіх рівнях

виробничого процесу. Завдяки цьому можна своєчасно вживати заходів щодо покращення умов праці та усунення факторів, які можуть становити загрозу для здоров'я або життя співробітників.

5.1.1 Аналіз потенційних небезпек на будмайданчику

При виконанні будівельно-монтажних робіт необхідно враховувати ряд потенційних небезпек та шкідливих виробничих факторів, щоб забезпечити безпеку працівників і належні умови праці. Основні фактори ризику включають падіння з висоти матеріалів, конструкцій та людей під час зовнішніх і внутрішніх робіт, шум, електричний струм, шкідливі речовини (пил, ацетилен, ацетон), а також несприятливий мікроклімат, недостатнє освітлення, вібрацію та атмосферну електрику.

Таблиця 5.1 – Аналіз потенційних небезпек на майданчику

№	Найменування факторів	Види робіт	Кількісна оцінка	Посилання
1	2	3	4	5
1	Падіння з висоти матеріалів та конструкцій	Бетонні:		ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,15,17
		зовнішні	h=24,3м	
		внутрішні	h=2,5м	
		Монтажні:		
		зовнішні	h=24,3м	
		внутрішні	h=2,5м	
		опоряджувальні:		
		зовнішні	h=24,3м	
		внутрішні	h=12,5м	
2	Падіння з висоти людей	Бетонні:		ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,15,17
		зовнішні	h=24,3м	
		внутрішні	h=2,5м	
		Монтажні:		
		зовнішні	h=24,3м	

Продовження таблиці 5.1

3	Шум	Експлуатація машин і механізмів. Ущільнення бетонної суміші.	<80ДБ	ДСН 3.3.6.037-99 ГОСТ 12.1.003-83*
4	Електричний струм	Електро-зварювальні	6000/380В	ДБН А 3.2-2-2009 ГОСТ 12.1.073-78
		Електро-монтажні	220,380В	
		Освітлення	220В, < 25В	
5	Шкідливі фактори	Пил	0,15мг/м ³	НПАОП 0.00-5.23-01 ГОСТ12.1.005-88
		Зварювальні: ацетилен	ГДК 200мг/м ³	
		Опорядж.: ацетон	0.1мг/м ³	
6	Мікроклімат	Бетонні Монтажні Гідроізоляційні Опоряджувальні	Швидкість вітру V<15м/с	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
7	Недостатнє освітлення робочої зони	Автодороги на буд. майданчику	2лк	ГОСТ 12.1.046-85 п.4,21 ДБН В.2.5-28-2006
		Навантаження	10лк	
		Монтаж металевих конструкцій	30лк	
		Бетонування	30лк	
		Опорядж.:		
		внутрішні	75лк	
		зовнішні	75лк	
8	Вантажо-підіймальні машини	Гусеничний кран	Rн.з.=14,9м Rм.з.=7,18м	ДБН А.3.2-2-2009 Розділ 8 НПАОП 0.00-1.01-07
9	Транспортні машини та їх робочі органи	Транспортні роботи	Швидкість руху на прямих ділянках-10км/г на поворотах -8км/г R<12м	ДБН А.3.2-2-2009 Розділ 8
10	Вібрація	Роботи з інструментом	V=0,02м/с	ДСТУ 12.1.012.-2008
11	Атмосферна електрика	Захист будівель від блискавки	K =III ступінь	ДБН В.2.5-38-2008
12	Пожежна безпека	Захист від пожежі	K _{ог} =II ступінь K _{п/б} = В	ДБН В.1.1-7-2002 В.1.2-7-2008

Захисні заходи передбачають контроль за рівнем шуму та вібрації, забезпечення належного рівня освітлення (від 2 до 75 лк залежно від виду

робіт), дотримання обмежень по швидкості руху транспортних засобів, організацію безпечного функціонування вантажопідіймальних машин, а також захист від пожеж і атмосферної електрики. Для захисту працівників від впливу електричного струму важливо контролювати напругу, зокрема для електрозварювальних та електромонтажних робіт.

5.2 Профілактика нещасних випадків на будівництві

Основним завданням охорони праці на будівельному майданчику є максимальне зниження ризику травматизму та професійних захворювань, при цьому забезпечуючи комфортні умови для досягнення високої продуктивності праці.

Розділ "Технологія і організація будівельного виробництва" передбачає комплекс заходів для забезпечення безпеки на всіх етапах роботи. Організація майданчика, робочих зон і місць виконується відповідно до нормативів ДБН А.3.1-5:2016. Для цього територія огорожується тимчасовим парканом висотою 2 метри, на якому розміщено позначення "Небезпечна зона". Окрім того, встановлюється захисна огорожа висотою 1,2 метра навколо потенційно небезпечних зон, таких як межі будівлі та зони роботи кранів, відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.8-43:2011.

На території передбачені тимчасові дороги зі знаком обмеження швидкості до 10 км/год, щоб забезпечити безпечне пересування транспорту. Адміністративно-побутові приміщення, складські зони та трансформатор розміщені з урахуванням рози вітрів поза межами небезпечних зон, що сприяє безпеці працівників. Окрему увагу приділено протипожежним заходам: будівельний майданчик обладнаний системою протипожежного водопостачання з гідрантами та пожежними щитами з піском біля адміністративних приміщень і критих складів.



Рисунок 5.1 – Надання першої медичної допомоги на будівельному майданчику

Для запобігання проникненню сторонніх осіб на майданчику облаштовано спеціальні проходи біля воріт. У темний час доби безпека роботи забезпечується за рахунок освітлення проїздів, проходів, складських зон і робочих місць. Для цього встановлено прожектори ПЗС-45 на мачтах для загального освітлення та світильники на опорах для охоронного освітлення. Комплекс вжитих заходів сприяє мінімізації ризиків та забезпечує безпеку працівників протягом всього періоду виконання будівельних робіт.

5.2.1 Запобігання падінню вантажу

У розділі Організаційно-технологічному підібрано необхідні такелажні пристосування для підняття будівельних конструкцій, що забезпечують безпечне та ефективне виконання монтажних робіт.

Під час монтажу передбачено використання захватних пристроїв для стропування та підйому конструкцій, а для тимчасового кріплення застосовуються прилади, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.8-40:2011, які регламентують оснастку для тимчасового закріплення та вивірки конструкцій

будівель. Постачання матеріалів на покриття будівлі виконується за допомогою крану, що забезпечує точність та безпечність у процесі роботи.

Проектом також передбачено використання інвентарних риштувань і подмостей для оздоблювальних робіт, що дозволяє зменшити ризики падіння та забезпечити доступ до різних рівнів будівлі.



Рисунок 5.2 – Схеми стропування вантажів

В процесі будівництва утворюються монтажні та небезпечні зони через можливість падіння предметів або конструкцій з висоти, як з будівлі, так і під час переміщення їх краном. Межі цих зон визначено відповідно до норм ДБН А.3.2-2-2016, що допомагає забезпечити безпеку працівників на будмайданчику.

Стропування будівельних конструкцій проводиться згідно з попередньо розробленими схемами (рис. 5.2). Для цього використовуються інвентарні стропи, захвати та спеціальні траверси, які відповідають стандартам безпеки.

Перед стропуванням обов'язково проводиться перевірка справності конструкцій, що дозволяє уникнути аварійних ситуацій під час підйому і переміщення будівельних елементів.

5.2.2 Попередження падінню робітників

В організаційно-будівельному розділі передбачено заходи безпеки для роботи на висоті, щоб мінімізувати ризики та забезпечити безпеку працівників під час виконання висотних робіт.

Під час монтажу робочі піднімаються на потрібний рівень за допомогою будівельних лісів, відповідно до стандартів безпеки ДБН А.3.2-2-2009. Для безпечного виконання покрівельних робіт їх починають лише після облаштування парпетів, які виконують функцію додаткового захисту від падіння (рис. 5.2).



Рисунок 5.3 – Страховки при висотних роботах

Роботи не виконуються за умов ожеледиці, туману з обмеженою видимістю в межах фронту робіт, грози або при сильному вітрі зі швидкістю 15 м/с і більше, щоб уникнути небезпеки для працівників. Також забороняється перебування людей на конструкціях під час їхнього підйому або переміщення.

Для верхолазних робіт, тобто всіх робіт на висоті понад 5 метрів від поверхні ґрунту чи настилу, основним засобом захисту є використання запобіжних поясів відповідно до ДСТУ 4304:2004. Робітники, які виконують покрівельні роботи, повинні бути забезпечені запобіжними поясами, захисними касками, спецодягом та взуттям з нековзкою підошвою, що знижує ризик травматизму під час роботи на висоті.

5.2.3 Запобігання електробезпеки

Проект передбачає ряд заходів для забезпечення електробезпеки на будівельному майданчику.

Під час зварювальних робіт підведення зварювального струму та підключення до електроутримувачів виконується за допомогою ізольованих гнучких кабелів, що запобігає ураженню струмом. Корпус зварювального трансформатора та конструкції, які зварюють, обов'язково заземлюються на весь період виконання зварювальних робіт.

Для електромонтажних робіт передбачено заземлення змонтованих ділянок ліній електропередачі. Тимчасові лінії енергозабезпечення розміщуються на висоті не менше 4,5 метрів, а в місцях, де відбувається проїзд транспорту, — на висоті 6 метрів, що запобігає контакту з людьми та технікою.

Під час роботи з електроприладами струмопровідні частини заземлюються на весь період роботи, що забезпечує додатковий рівень захисту для працівників і запобігає ризику електротравм.

5.2.4 Профілактика негативного погодного впливу

Проектом передбачено припинення всіх будівельно-монтажних робіт за несприятливих погодних умов, а саме: при швидкості вітру понад 12 м/с, відносній вологості повітря 80% або більше, при температурі вище 30°C влітку

та нижче -25°C взимку, а також під час сильних опадів або ожеледиці. Це забезпечує безпеку працівників і зменшує ризик нещасних випадків.

Для освітлення робочих зон проєктом передбачено встановлення прожекторів типу ПЗС-45 безпосередньо на місцях виконання робіт, що дозволяє забезпечити необхідний рівень освітленості для ефективної та безпечної роботи в темний час доби або при недостатньому природному освітленні.

5.2.5 Освітлення робочих місць

На будівельних майданчиках та робочих ділянках забезпечується рівномірне освітлення з мінімальним рівнем освітленості не менше 2 лк. У разі недостатнього природного освітлення, а також для роботи в темний період доби, передбачено використання штучного електроосвітлення, яке підтримує необхідний рівень видимості для безпечного та ефективного виконання робіт.

5.2.6 Пожежна безпека на будівництві

Проєктом передбачено встановлення пожежного гідранта у тимчасовому водопроводі на відстані 3,5 м від краю тимчасового шляху, що забезпечує швидкий доступ до водопостачання у разі виникнення пожежі. Для безпеки під час зварювальних робіт передбачено огороження робочих місць зварювальників азбестовими щитами висотою 1,8 м на відстані 5 м навколо місця виконання зварки, що знижує ризик впливу іскор та високих температур на інших працівників (рис. 5.4).

Висновок: Зазначені заходи з охорони праці мають бути обов'язково дотримані, оскільки їх недотримання може призвести до серйозних наслідків. Найбільш небезпечними факторами на будівельному майданчику є падіння людей та матеріалів з висоти, ураження електричним струмом, а також пожежонебезпека.



Рисунок 5.4 – Чинники виникнення пожежі на будмайданчику

До інженерних завдань належить вирішення таких питань, як недостатнє освітлення робочої зони та ризик ураження людей електричним струмом, що потребує особливої уваги для забезпечення безпечних умов праці.

5.3 Розрахунок діаметру канатів стропа

Для підйому вантажу масою 35 кН із зачепленням за допомогою крюків та при відхиленні віток стропа від вертикалі на 180° з кількістю віток $m=4$ необхідно визначити діаметр стропа.

Для значення $\alpha = 180^\circ$, коефіцієнт $k = 1,416$.

Розраховується зусилля, яке припадає на одну вітку стропа, враховуючи коефіцієнт за формулою (5.1):

$$S = 1,42 \cdot \frac{35}{4} = 12,4 \text{ кН} \quad (5.1)$$

Розривні навантаження визначаються за формулою (5.2):

$$R \geq k_3 \cdot S \text{ при } k_3 = 6$$

$$R = 6 \cdot 12,4 = 74,4 \text{ кН} \quad (5.2)$$

Для забезпечення надійності вибирається канат, здатний витримувати розривне навантаження, виготовлений із сталевого каната. Відповідно до таблиці 3.1 обрано канат типу ТК 6 на 37 (за ДСТУ EN 12385-1:2013) d 16 мм із тимчасовим опором розриву дроту 1380 МПа, здатний витримати розривне зусилля до 8250 Н.

Для підйому вантажу вагою 19 кН із крюковим зачепленням і відхиленням віток стропа від вертикалі на 45° та кількістю віток $m=4$ також необхідно визначити відповідний діаметр каната. Виходячи з необхідних параметрів і розрахункового зусилля на кожному вітку стропа, обираємо канат із розривним зусиллям, який відповідає вимогам міцності (5.3):

$$S = 1,42 \cdot \frac{19}{2} = 13,49 \text{ кН} \quad (5.3)$$

Розривне зусилля в цьому випадку розраховується за формулою (5.4):

$$R \geq k_3 \cdot S \text{ при } k_3 = 6$$

$$R = 6 \cdot 13,49 = 80,9 \text{ кН}$$

У таблиці 3.1 вибрано канат типу ТК 6 на 37 (ДСТУ EN 12385-1:2013) d 13,5 мм, з тимчасовим опором розриву дроту 1580 МПа, який має розривне зусилля 81500 Н, що відповідає розрахунковому значенню 81000 Н.

5.4 Безпека праці при виконання робіт, пов'язаних з реконструкцією

Згідно з результатами обстежень складається акт, на підставі якого розробляються проєкт організації будівництва (ПОБ) та проєкт виконання робіт (ПВР). Усі необхідні узгодження щодо проведення підготовчих заходів повинні бути виконані на стадії розробки ПОБ.

Оскільки реконструкція проводиться для житлової будівлі без виведення її з експлуатації, тобто мешканці продовжують проживати у будинку під час проведення робіт, це вимагає особливої уваги до питань безпеки та організації процесу. У таких умовах необхідно забезпечити мінімальні незручності для мешканців і гарантувати їхню безпеку протягом усього періоду реконструкції.

У проєктно-технологічній документації необхідно зазначити такі заходи:

- Вибір методу розбирання, демонтажу та монтажу або надбудови будівлі, який враховує безперерйну експлуатацію житлових приміщень.
- Визначення послідовності та безпеки виконання робіт з урахуванням присутності мешканців, включаючи обмеження щодо шуму та пилу в певні години.
- Визначення небезпечних зон, застосування захисних огорож і попереджувальних знаків для мешканців.
- Тимчасове чи постійне закріплення або підсилення конструкцій будівлі, що реконструюється, з метою запобігання випадковому обваленню конструкцій або частин будівлі, особливо в місцях загального користування.
- Заходи щодо пилоосідання та зниження шумового впливу, включаючи використання спеціального обладнання та технологій.
- Забезпечення безпеки праці під час виконання робіт на висоті, зокрема при використанні підйомного обладнання поблизу житлових приміщень.

- Визначення схем стропування під час демонтажу конструкцій і технологічного обладнання з урахуванням безпеки мешканців і працівників.

Повинні бути зазначені вимоги з безпеки праці, які забезпечуються під час:

- Виконання робіт без зупинки основного функціонування будівлі, з мінімальним впливом на повсякденне життя мешканців.
- Демонтажу чи реконструкції внутрішніх інженерних мереж без припинення основних комунікаційних послуг (електроенергія, водопостачання, опалення).
- Виконання транспортних робіт в умовах обмеженого простору, з організацією безпечних маршрутів пересування для мешканців.
- Складування та утилізації матеріалів і конструкцій, отриманих під час розбирання або реконструкції, без створення перешкод і небезпеки для мешканців.

Відповідальність за підготовку та виконання заходів, що забезпечують безпеку праці всіх працівників і мешканців на об'єкті, однаково несуть керівники будівельно-монтажних організацій та організації, що експлуатує будівлю. Розроблені заходи повинні бути узгоджені з представниками мешканців та відповідними органами місцевого самоврядування.

Загальне керівництво розробкою заходів і контроль за виконанням будівельно-монтажних робіт здійснює генеральна підрядна будівельна організація, а заходів, які забезпечують безпеку під час експлуатації будівлі,— керівництво житлової організації. Увесь комплекс заходів затверджується головними інженерами генеральної підрядної будівельної організації та організації, що відповідає за експлуатацію будинку.

Успішне проведення реконструкції житлової будівлі без виведення її з експлуатації можливе лише за умови ретельного планування, дотримання всіх норм безпеки та постійної комунікації з мешканцями для врахування їхніх потреб і забезпечення комфортних умов проживання під час будівельних робіт

РОЗДІЛ 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ

6.1 Оптимізація армування складних залізобетонних конструкцій з використанням Autodesk Revit

Інформаційне моделювання будівель (BIM) є одним із найперспективніших сучасних напрямків розвитку в галузі архітектури, інженерії та будівництва. BIM-моделі можуть бути використані для планування, проектування, будівництва та експлуатації об'єктів, забезпечуючи інтеграцію всіх аспектів проекту в єдиному цифровому середовищі. Завдяки здатності візуалізувати майбутню будівлю в змодельованому середовищі, BIM допомагає архітекторам, інженерам і будівельникам виявляти потенційні проблеми на ранніх стадіях проекту.

Структурний BIM є підмножиною BIM, яка містить детальну інформацію, необхідну для інженерів-конструкторів, включаючи геометрію, властивості матеріалів, характеристики перетинів, навантаження, комбінації навантажень, граничні умови тощо. Це дозволяє використовувати структурний BIM для аналізу та оптимізації конструкцій, а також для створення креслень і звітів.

Однією з ключових переваг використання BIM у проектуванні залізобетонних конструкцій є можливість оптимізації армування складних конструкцій. За допомогою Autodesk Revit інженери можуть моделювати детальне розташування арматури в тривимірному просторі, що особливо важливо для складних геометрій та вузлів. Інтеграція Revit з іншими програмними продуктами, такими як Autodesk Robot Structural Analysis, дозволяє проводити детальний структурний аналіз і оптимізувати розміщення арматури на основі результатів розрахунків.

Переваги оптимізації армування з використанням Autodesk Revit:

- Тривимірне моделювання арматури дозволяє уникнути помилок, пов'язаних з невідповідностями в кресленнях, і забезпечує точне розміщення стрижнів на будівельному майданчику.

- Оптимізація дозволяє зменшити кількість використаної арматури без втрати міцності конструкції, що веде до зниження вартості проекту.
- BIM-середовище забезпечує спільну роботу різних фахівців, що мінімізує ризик колізій між елементами конструкції і інженерними системами.
- Для складних залізобетонних конструкцій, таких як криволінійні елементи або складні вузли, Revit надає інструменти для детального моделювання і аналізу, що неможливо або важко здійснити традиційними методами.

Додатково, використання Dynamo для Revit дозволяє автоматизувати процеси моделювання арматури та створення складних елементів, що підвищує ефективність проектування. За допомогою візуального програмування інженери можуть створювати скрипти для автоматизації рутинних задач, таких як розташування арматури за заданими правилами або генерація звітів (рис. 6.1).

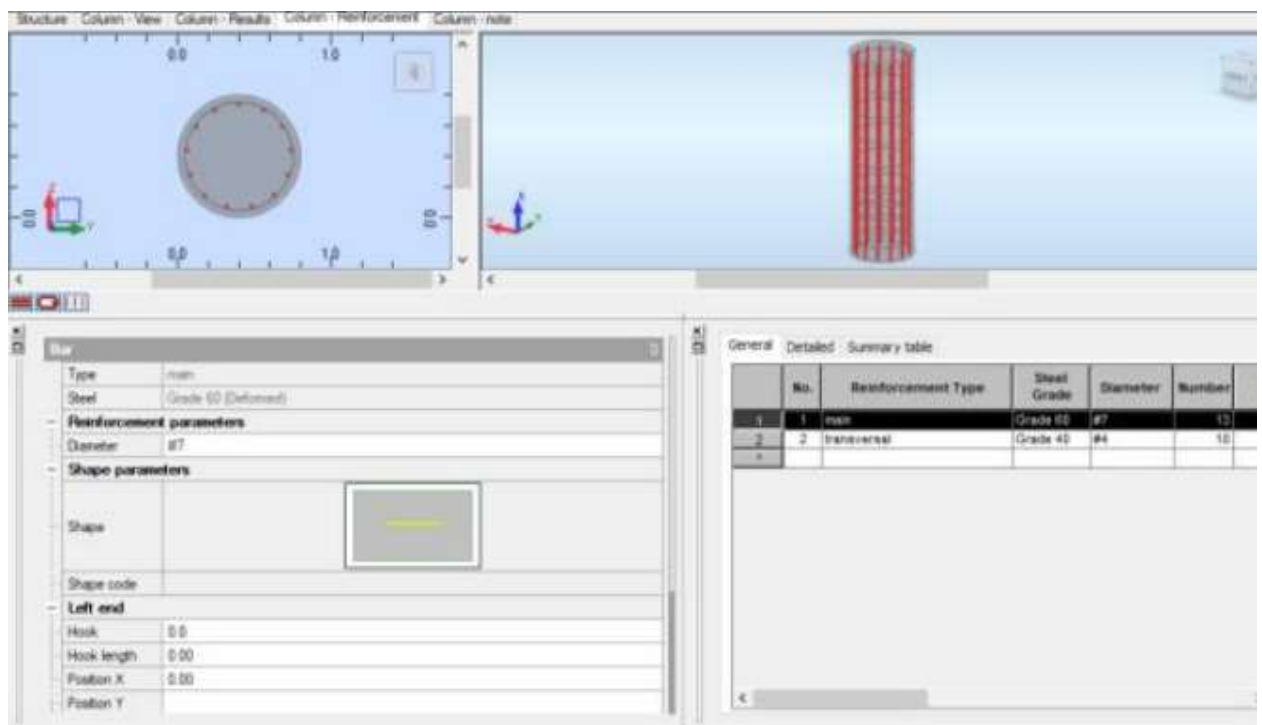


Рисунок 6.1 – Загальний приклад армування колони в Autodesk Revit

Багато компаній інвестують у технологію BIM, визнаючи її переваги у підвищенні продуктивності та якості проектів. У цій галузі Autodesk вважається лідером ринку. Autodesk Revit надає прямий зв'язок із багатьма поширеними програмними забезпеченнями для аналізу конструкцій, такими як ETABS, SAP2000, SAFE, STAAD.Pro і Autodesk Robot Structural Analysis, що дозволяє безперебійну взаємодію між BIM-моделлю та розрахунковою моделлю.

Однією з ключових переваг використання BIM для інженерів-конструкторів є підвищення продуктивності, покращення координації та узгодженості даних, а також вдосконалена візуалізація та моделювання ситуацій і проблем. Завдяки можливостям проектування, візуалізації, моделювання, аналізу та документування, BIM дозволяє інженерам-конструкторам створювати проекти з високою ефективністю, точністю та конкурентоспроможністю.

Найзначнішим внеском BIM з точки зору інженерії є підвищення продуктивності, особливо при створенні будівельної документації. У багатьох будівельних фірмах, особливо великих, є звичною практика працювати з командами, розташованими в різних географічних місцях. За таких умов BIM забезпечує централізовану інформаційну модель, що дозволяє командам ефективно співпрацювати над різними проектами.

У будівельній інженерії одним із найбільш трудомістких завдань є розробка будівельної документації у 2D. Використання BIM дозволяє повністю автоматизувати цей процес. Важливі розділи, такі як деталізація арматури, визначення діаметрів, кількості та створення специфікацій арматури, генеруються автоматично. Це значно економить час та зусилля, зменшуючи ймовірність помилок.

Гарна координація в проекті є критичною для досягнення спільних цілей BIM. Використання єдиної інформаційної моделі будівлі як для етапів аналізу, так і для етапів документації забезпечує бажану координацію між результатами структурного аналізу та загальним проектом, підвищуючи

узгодженість у всьому проєкті. Це дозволяє інженерам-конструкторам витрачати більше часу на творчі аспекти проєктування, замість того щоб займатися ручною перевіркою узгодженості даних.

ВІМ надає можливість інженерам легко виділяти та фільтрувати будь-які елементи або області, що представляють особливий інтерес, а також візуалізувати їх у 3D. На етапі концептуального проєктування вивчення альтернативних рішень та їх впливу на вартість може покращити кінцеві результати.

У контексті оптимізації армування складних залізобетонних конструкцій Autodesk Revit пропонує потужні інструменти для детального 3D-моделювання арматури. Інженери можуть аналізувати різні варіанти розташування арматури, враховуючи конструктивні вимоги та економічні аспекти. Інтеграція з програмним забезпеченням для структурного аналізу дозволяє проводити детальний розрахунок і оптимізацію конструкцій (рис. 6.2).

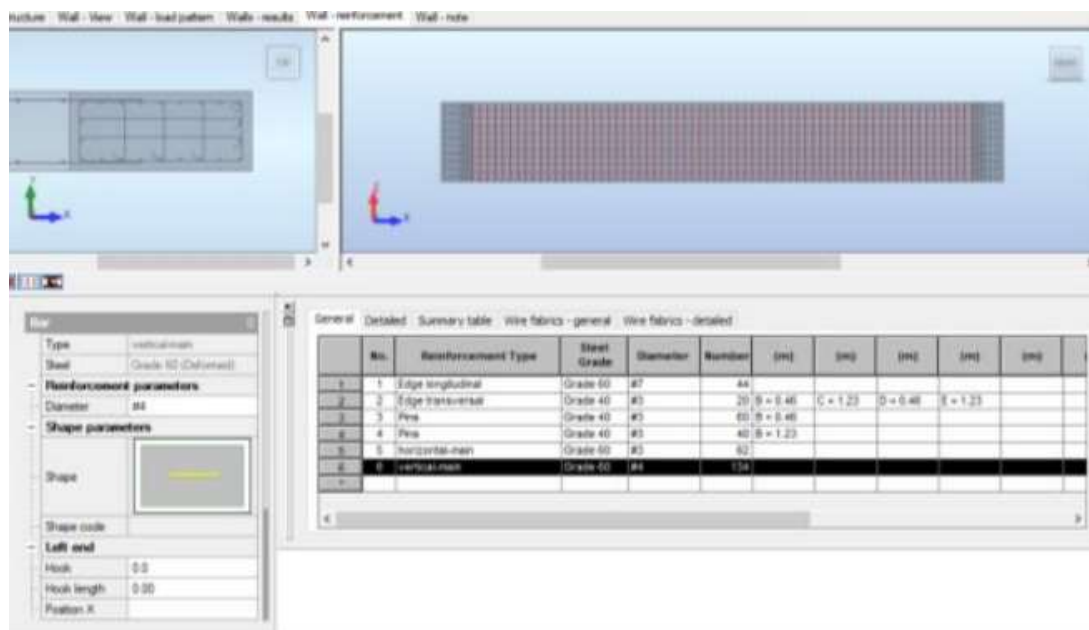


Рисунок 6.2 – Загальний приклад армування стіни в Revit

Армування складних залізобетонних конструкцій у Revit відкриває перед інженерами нові можливості для вирішення складних проєктних

завдань. Завдяки передовим інструментам моделювання, Revit дозволяє точно розміщувати арматуру в межах складних геометричних форм, що забезпечує більш точне відображення конструктивних елементів. Це особливо корисно при роботі з нестандартними формами, криволінійними поверхнями або унікальними конструктивними елементами, де традиційні 2D-методи можуть бути недостатніми.

Використання параметричного моделювання в Revit дає можливість інженерам створювати гнучкі моделі армування, які автоматично адаптуються до змін у конструкції. Така динамічна взаємодія між елементами конструкції та їх армуванням забезпечує узгодженість на всіх етапах проєкту та знижує ймовірність помилок під час проєктування. Крім того, здатність Revit ефективно обробляти великі обсяги даних робить його придатним для проєктів значного масштабу та складності.

Інтеграція деталізації армування в середовищі BIM також покращує співпрацю між учасниками проєкту. Інженери, архітектори та підрядники можуть працювати в одній моделі, що дозволяє здійснювати оперативні оновлення та вчасно виявляти потенційні конфлікти або колізії. Такий колаборативний підхід не лише оптимізує робочий процес, але й сприяє більш ефективному будівництву, мінімізуючи затримки через невідповідності в проєкті.

Revit підтримує використання кастомних сімейств та шаблонів армування, які можуть бути налаштовані відповідно до специфічних вимог проєкту або регіональних стандартів. Ця гнучкість дозволяє інженерам стандартизувати практики деталізації армування, одночасно адаптуючись до унікальних потреб проєкту. Можливість генерувати точні специфікації та кількості арматури безпосередньо з моделі також допомагає у розробці кошторисної документації та закупівлі матеріалів, що сприяє загальній ефективності проєкту.

6.2 Дослідження можливостей та практичне застосування Revit для армування

Для досягнення поставлених цілей пропонується виконати розрахунок армування балки зі складним перерізом у межах умовної конструкції.

Основним завданням є розміщення арматурних стрижнів різного функціонального призначення, зокрема поздовжньої та поперечної арматури, їх редагування та з'єднання за допомогою муфт.

У ході дослідження було спроектовано ряд колон, перекриття, балку змінного перерізу та інші залізобетонні елементи за допомогою програмного забезпечення Autodesk Revit (рис. 6.3).

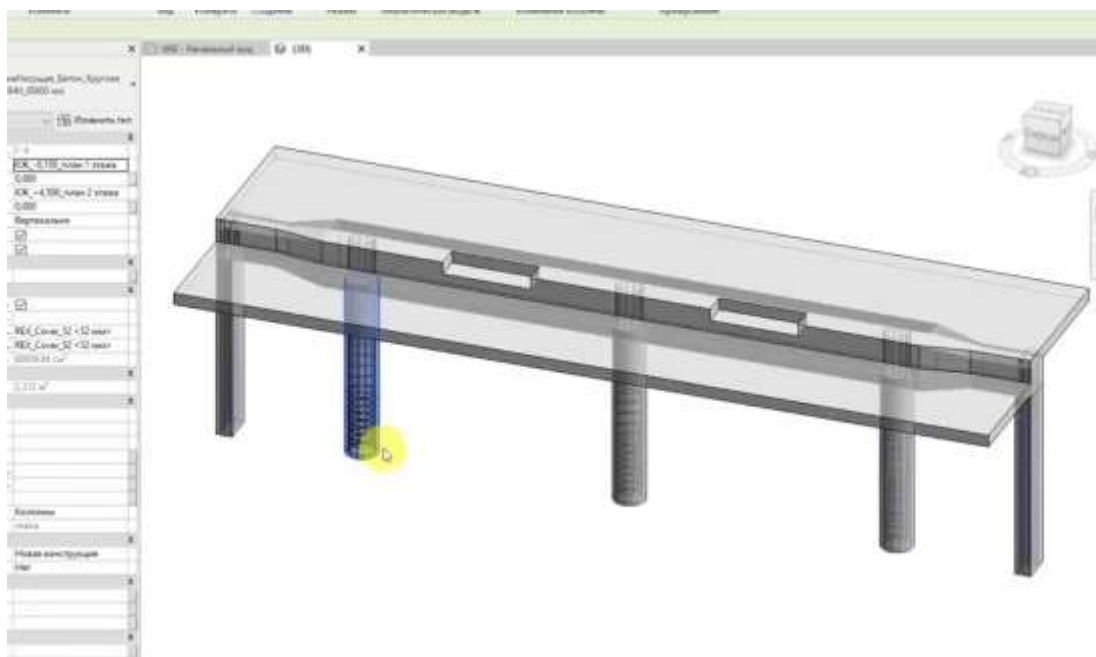


Рисунок 6.3 – Вихідні дані умовної конструкції для дослідження

Розроблено детальну модель з наступними параметрами.

Структурні елементи включають круглі колони діаметром 800 мм та крайні прямокутні колони розміром 400×800 мм. Балка має переріз 1200×1200 мм, який у вузькій частині симетрично зменшується на 200 мм (вузька частина становить 1100 мм). Довжина перехідної зони між різними перерізами балки

становить 1200 мм. Налаштовано відповідні вигляди конструкції, такі як розрізи та інші проєкції, для детального аналізу та візуалізації (рис. 6.4).

Крок круглих колон 6700, крайніх – 3300

Клас бетону прийнято С32/40.

Моделювання в Autodesk Revit дозволяє точно відобразити складну геометрію конструкції та забезпечує детальне розміщення арматури в її елементах.

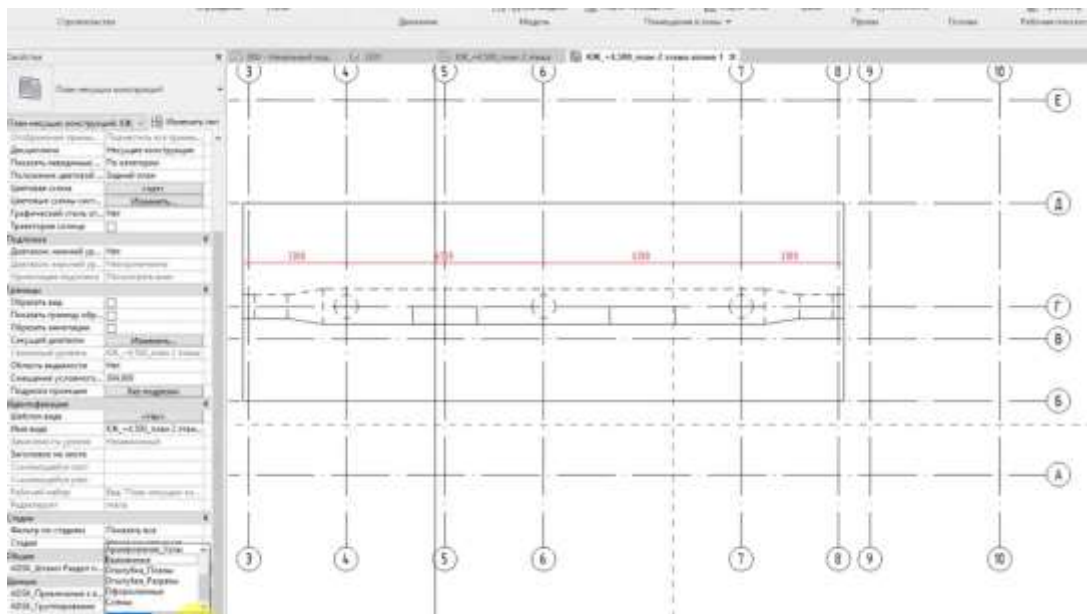


Рисунок 6.4 – Налаштування вигляду КЖ для армування (поверховий план)

Завдяки передовим інструментам програмного забезпечення можна оптимізувати конструктивні рішення, враховуючи вимоги міцності, жорсткості та економічності. Редагування та з'єднання арматурних стрижнів за допомогою муфт моделює реальні умови будівництва, що є важливим для точного структурного аналізу.

6.2.1 Налаштування поздовжнього армування

Для забезпечення необхідної міцності та стійкості конструкції, діаметр поздовжньої арматури для круглих колон прийнято рівним 32 мм з класом

сталі А400С. Для прямокутних колон використовується арматура діаметром 25 мм. Хомути для круглих колон виконуються з арматури діаметром 12 мм, а для прямокутних колон — 10 мм. Захисний шар бетону для всіх колон встановлено на рівні 52 мм, що відповідає нормативним вимогам та забезпечує довговічність конструкції.

На основі цих параметрів проводиться подальший розрахунок та моделювання армування в програмному середовищі Autodesk Revit. Зважаючи на значні габарити балки та її перехідний переріз, процес армування потребує особливої уваги та ретельного розрахунку. У перерізі 1-1 планується розмістити максимальну кількість стрижнів, щоб забезпечити необхідну несучу здатність та жорсткість конструкції.

Армування виконується в Autodesk Revit з використанням арматури класу А500 діаметром 40 мм. Стрижні орієнтуються паралельно захисному шару, що сприяє оптимальному розташуванню арматури в перерізі та забезпечує рівномірний розподіл напружень.

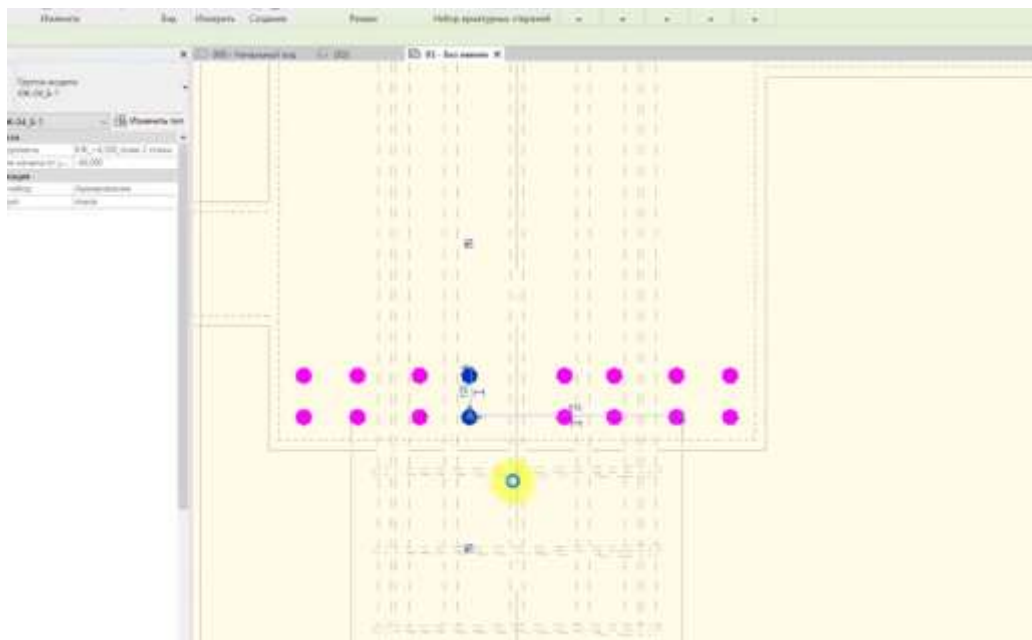


Рисунок 6.5 – Процес поздовжнього армування балки

Процес моделювання включає виділення необхідних елементів та коригування їхніх прив'язок. Встановлюється відповідне зміщення, переноситься верхня точка прив'язки для точного позиціонування арматури. Компонується схема армування та задається крок між стрижнями. За допомогою функції дзеркального відображення ці операції повторюються відносно осі балки, що забезпечує симетричність та узгодженість конструкції.

Результати виконаних дій представлені на рисунках 6.4 та 6.5, де детально показано розташування арматурних стрижнів у балці.

Використовуючи інструмент «Набір» у Revit, кількість стрижнів збільшується з урахуванням необхідної площі перерізу арматури та дотриманням захисного шару. Під час цього процесу контролюються прив'язки та взаємне розташування стрижнів, щоб уникнути конфліктів та забезпечити технологічність виконання робіт.

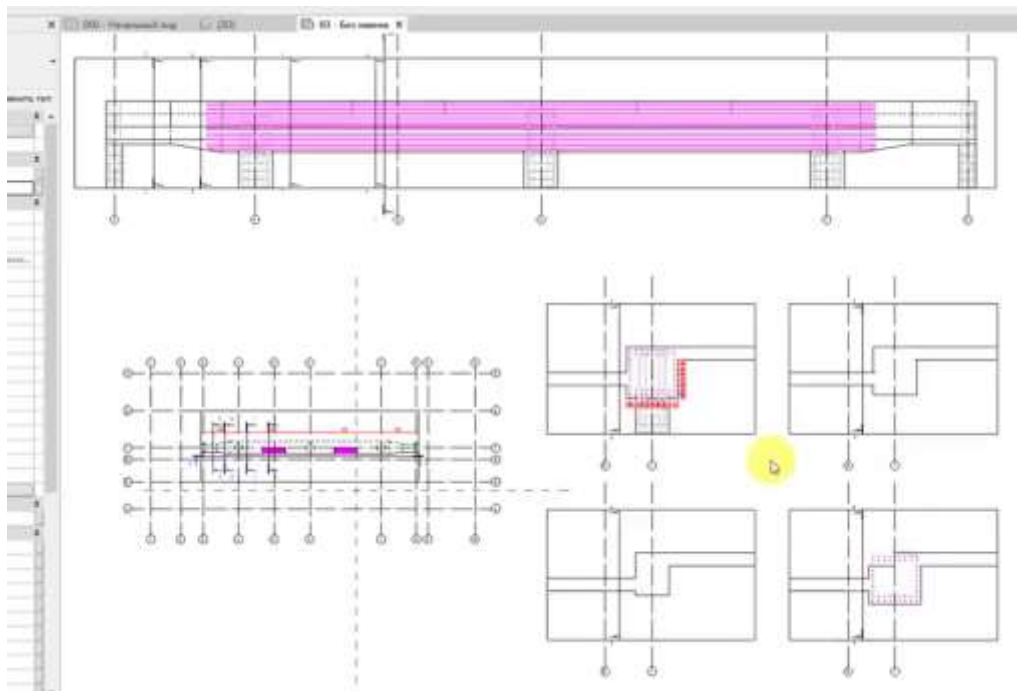


Рисунок 6.6 – Схематичне зображення поздовжньої арматури на даному етапі

Зважаючи на те, що балка має перехідний переріз, на деяких виглядах армування поки що може не відображатися повністю. Ці технічні аспекти будуть деталізовані та вирішені на подальших етапах проєктування. На

даному етапі здійснюється попереднє розміщення арматурних стрижнів, базуючись на попередніх розрахунках та інженерному досвіді.

Таким чином, шляхом підбору та розміщення стрижнів ми досягаємо необхідної площі перерізу арматури в см^2 , що відповідає вимогам нормативних документів та забезпечує надійність і безпеку конструкції.

Подальші коригування та оптимізація армування будуть виконані після детального аналізу напружено-деформованого стану балки та з урахуванням особливостей її експлуатації.

6.2.2 Налаштування поперечного армування

Для поперечного армування балки обрано арматуру діаметром 12 мм класу сталі A500. Орієнтація стрижнів встановлюється паралельно робочій площині конструкції. У програмному середовищі Autodesk Revit, при наближенні курсора миші до певної ділянки, програмне забезпечення автоматично пропонує варіанти розміщення хомутів залежно від обраної точки. Це значно спрощує процес моделювання поперечної арматури.

Розміщуємо одразу декілька хомутів з подальшим призначенням їх до комплекту креслень робочої документації (КЖ). Після розміщення виконуємо редагування параметрів хомутів: вимірюємо відстань, на яку необхідно наблизити їх до стрижнів поздовжнього армування. З урахуванням нормативного захисного шару бетону та форми стрижнів встановлюємо цю відстань на 35 мм (загалом 40 мм мінус 5 мм на форму стрижня).

Такий підхід дозволяє отримати акуратні та точні розміри поперечного армування. Додатково налаштовуємо інші геометричні параметри хомутів у Revit для забезпечення відповідності проєктним вимогам (рис. 6.7).

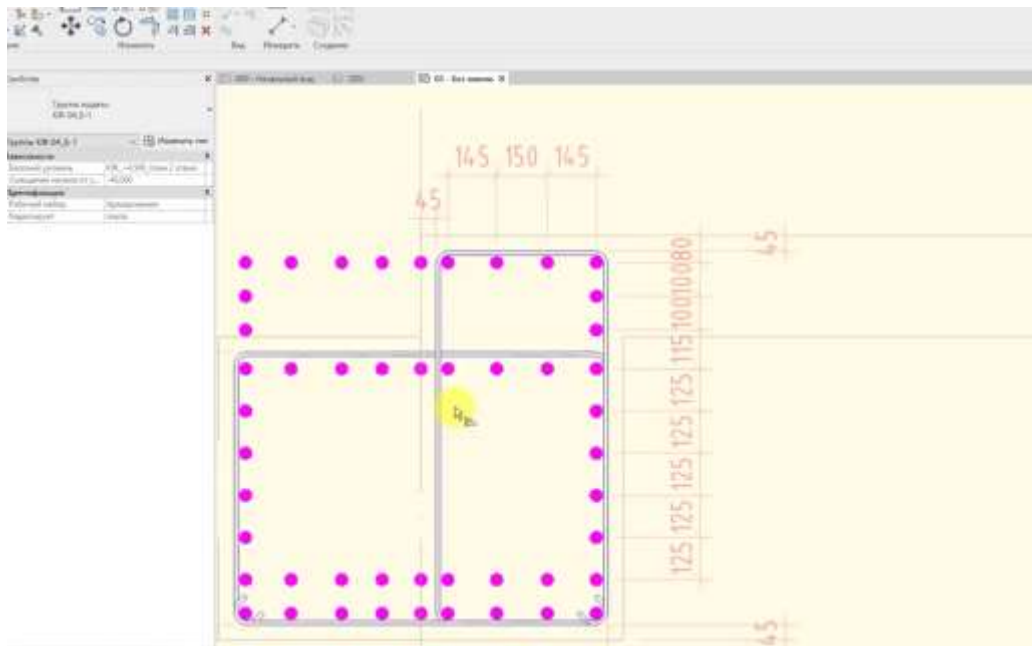


Рисунок 6.7 – Процес налаштування та вирівнювання поперечної арматури

Функціональні можливості Autodesk Revit дозволяють гнучко налаштовувати та розміщувати вже додану арматуру з можливістю її переміщення, щоб забезпечити точне взаємне розташування відносно інших елементів, таких як хомути. Проте слід врахувати важливий нюанс: не рекомендується використовувати інструмент «Вирівнювання», оскільки в такому випадку арматурний елемент може не вирівнятися, а автоматично змінити свої розміри, що негативно вплине на точність моделювання та результати дослідження. Тому ці операції виконуємо вручну, забезпечуючи контроль над кожним параметром.

Налаштовуємо форму хомутів та шпильок, при цьому Revit дозволяє автоматично змінити існуючі деталі або додати нові. Після цього редагуємо їх розміри відповідно до проєктних вимог. Розмір шпильки повинен відповідати розміру хомута для забезпечення правильного з'єднання та міцності конструкції. Використання функції «Змінити тип» надає можливість коригувати кут загину в шпильках та самій поперечній арматурі, що є важливим для відповідності будівельним нормам та забезпечення технологічності монтажу.

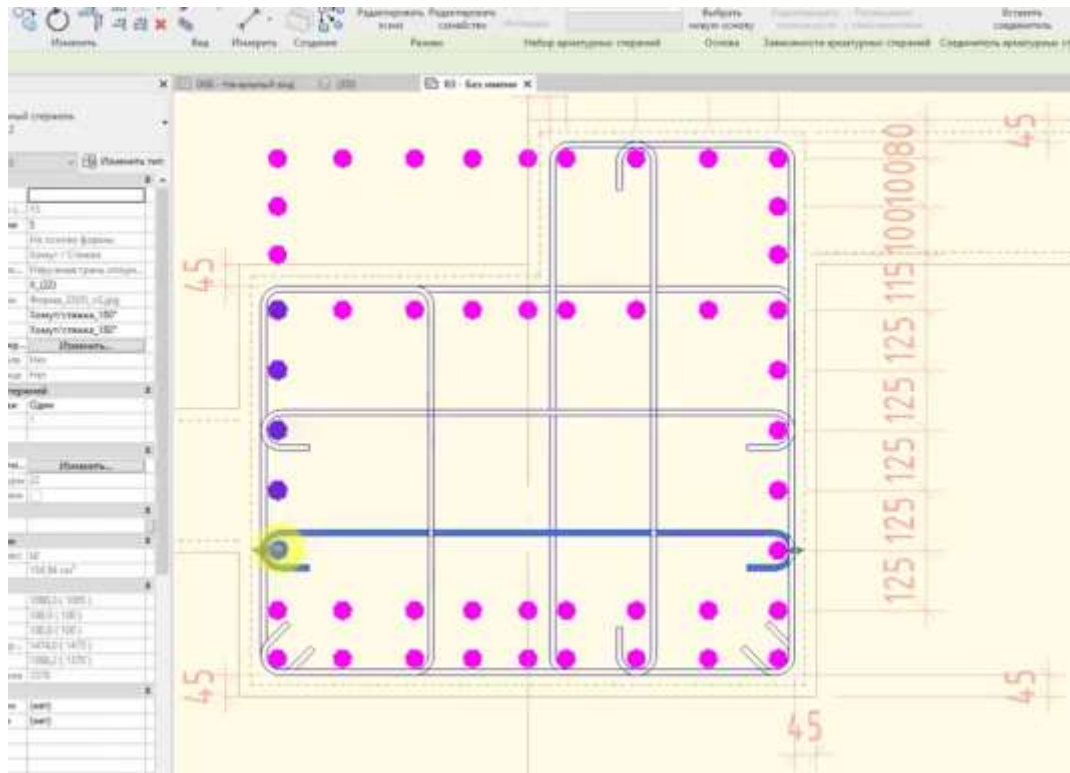


Рисунок 6.8 – Кінцевий результат другого етапу дослідження

Шпилька — це елемент з гладкої арматури класу A240C, призначений для з'єднання робочої арматури балок, колон або підколонників, утримуючи її у необхідному положенні під час процесів армування та бетонування. Основна функція шпильок полягає у фіксації робочої арматури на потрібному місці, що є критичним для забезпечення геометричної стабільності каркасу.

Це особливо важливо, оскільки рідкий бетон під час заливки створює гідростатичний тиск, який може спричинити зміщення арматури. Без належного закріплення арматурний каркас може деформуватися, що призводить до притискання робочих стрижнів або хомутів до опалубки. У такому випадку не забезпечується необхідний захисний шар бетону для арматури, що може негативно вплинути на довговічність конструкції та її несучу здатність. Крім того, це може призвести до відхилень від проєктних розмірів і, як наслідок, до порушення нормальної роботи конструкції.

6.2.3 Муфтові з'єднання та подальше редагування

Переходячи на боковий вигляд моделі, активуємо відповідну групу та виділяємо всі стрижні поздовжнього армування. Задаємо необхідну довжину стрижнів і переміщуємо їх до краю балки, залишаючи при цьому нормативний захисний шар бетону. Для цього відсуваємо стрижні ліворуч на відповідну відстань. Налаштовуємо довжину стрижнів у властивостях елементів і копіюємо їх для подальшого використання в процесі армування.

На вкладці «Конструкція» обираємо інструмент «З'єднувач арматурних стрижнів». З'єднувальна муфта моделюється з розмірами 40×40 мм та матеріалом «Сталь». Загальна довжина муфти становить 240 мм, при цьому зовнішній діаметр та довжина визначаються згідно з технічними характеристиками, наведеними в паспорті виробу. Параметри «Позначення ширини» та «Довжина позначення» відповідають розмірам, які будуть відображені на робочих кресленнях. Довжина зчеплення стрижня з муфтою дорівнює половині довжини муфти, тобто по 120 мм з кожного боку.

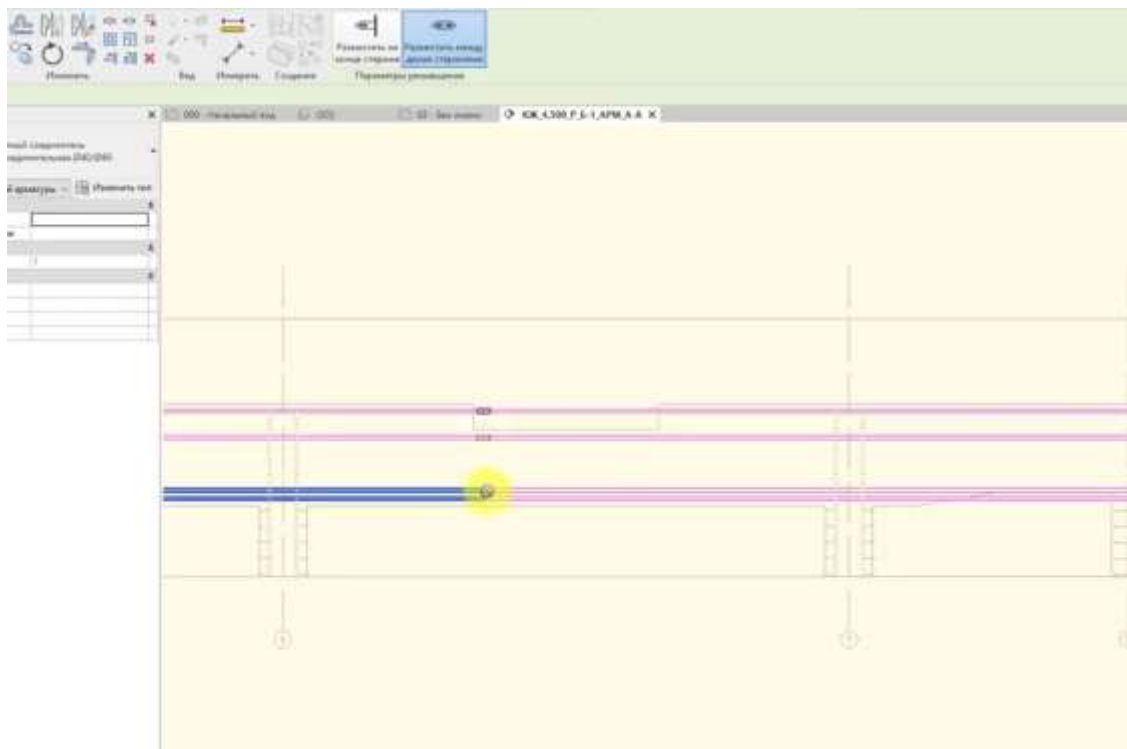


Рисунок 6.9 – З'єднання арматури за допомогою муфти

Розміщуємо муфтові з'єднання, послідовно вибираючи стрижні в прольоті балки (рис. 6.9). Цю операцію виконуємо для кожного ряду поздовжнього армування, забезпечуючи правильне з'єднання стрижнів та відповідність конструкції проектним вимогам.

На даному етапі в 3D-виді моделі несучої арматури має наступний стан, який включає налаштування та перевірку правильності розміщення муфт. Було виконано ескізне армування балки, яке потребує подальшого уточнення та редагування для повного задоволення конструктивних вимог (рис. 6.10).

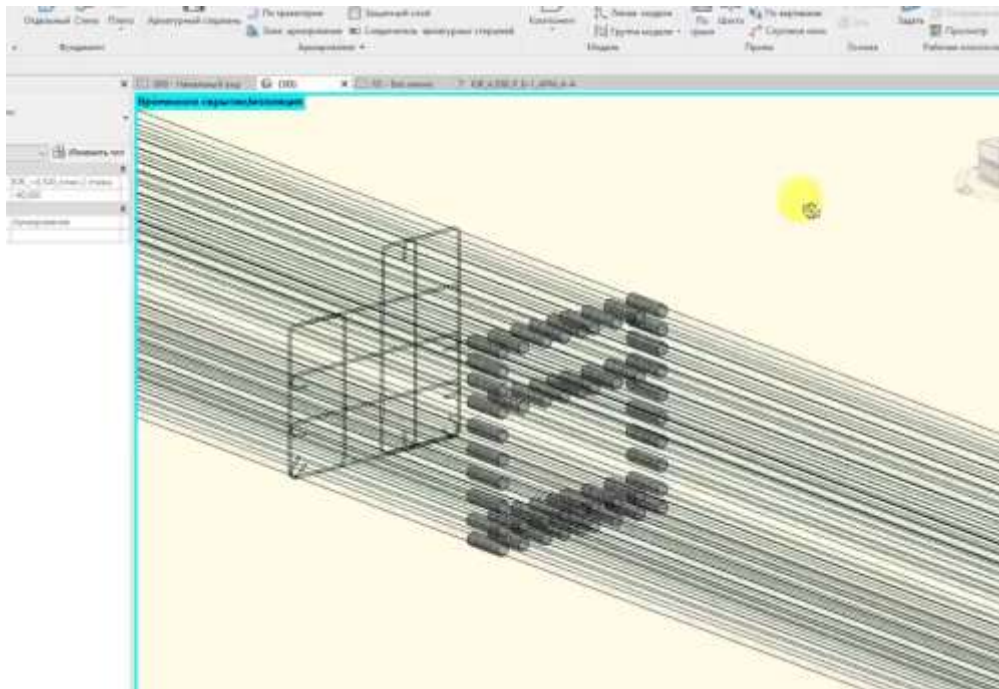


Рисунок 6.10 – Ескізне армування для несучої арматури

Для забезпечення відповідності конструкції нормативним вимогам необхідно виконати наступні дії:

1. виправлення відстаней між стрижнями

Було виявлено, що два стрижні розташовані занадто близько один до одного, що не відповідає вимогам щодо мінімальної відстані між арматурними елементами. Для виправлення цієї ситуації коригуємо відстані між стрижнями, що значно зручніше виконувати у 3D-виді моделі (рис. 6.11).

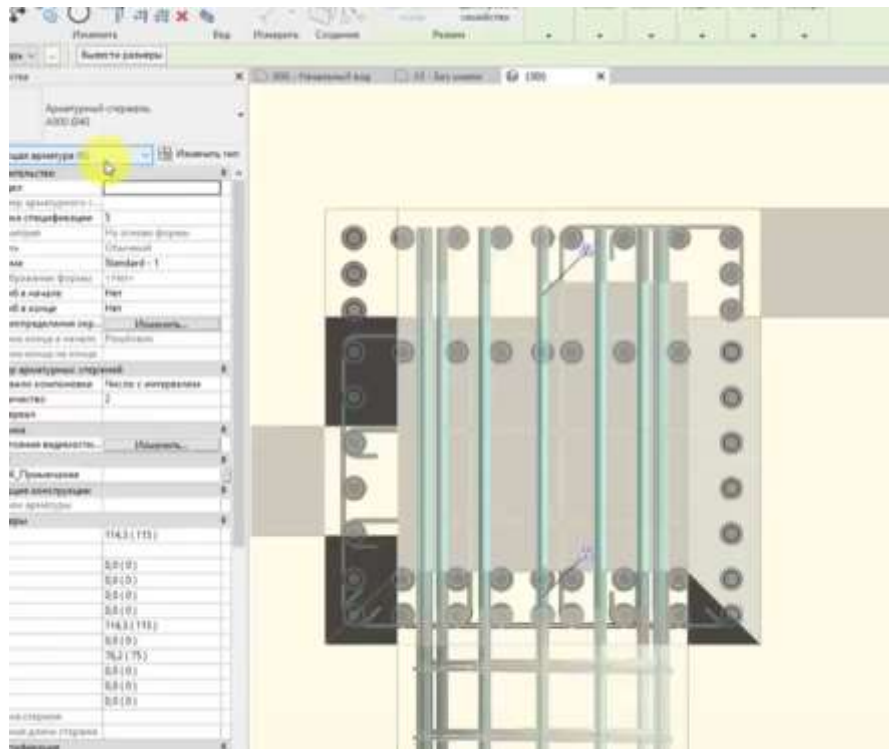


Рисунок 6.11 – Виправлення конструктивної вимоги №1

2. Симетричне розміщення стрижнів та редагування поперечної арматури

Для дотримання симетрії конструкції виконуємо переміщення лівих та правих стрижнів поздовжнього армування. У 3D-виді виділяємо відповідні стрижні та переміщуємо їх вправо на 10 мм. Після коригування відстань від крайніх стрижнів до бокових граней балки становить по 145 мм з обох сторін.

Зміни у поздовжній арматурі вимагають відповідного редагування поперечної арматури (хомутів), щоб забезпечити правильне взаємне розташування та відповідність конструкції проєктним вимогам.

3. Видалення зайвих стрижнів у зоні звуження балки

У місці звуження балки деякі стрижні виходять за межі бетонної секції, що є недопустимим з точки зору конструктивних вимог. Для вирішення цієї проблеми ізолюємо групу з армуванням та входимо в режим редагування групи. Скорочуємо довжину стрижнів 1-го, 2-го, 5-го та 9-го рядів з обох сторін, встановлюючи довжину 5400 мм у властивостях елементів. Таким чином, частина стрижнів підрізається, щоб вони не виходили за межі бетону.

Аналогічно підгинаємо кінці стрижнів, які також знаходяться поза межами бетонної секції. Це виконується шляхом редагування ескізу армування в межах групи, що дозволяє точно налаштувати геометрію арматурних елементів відповідно до конструктивних вимог.

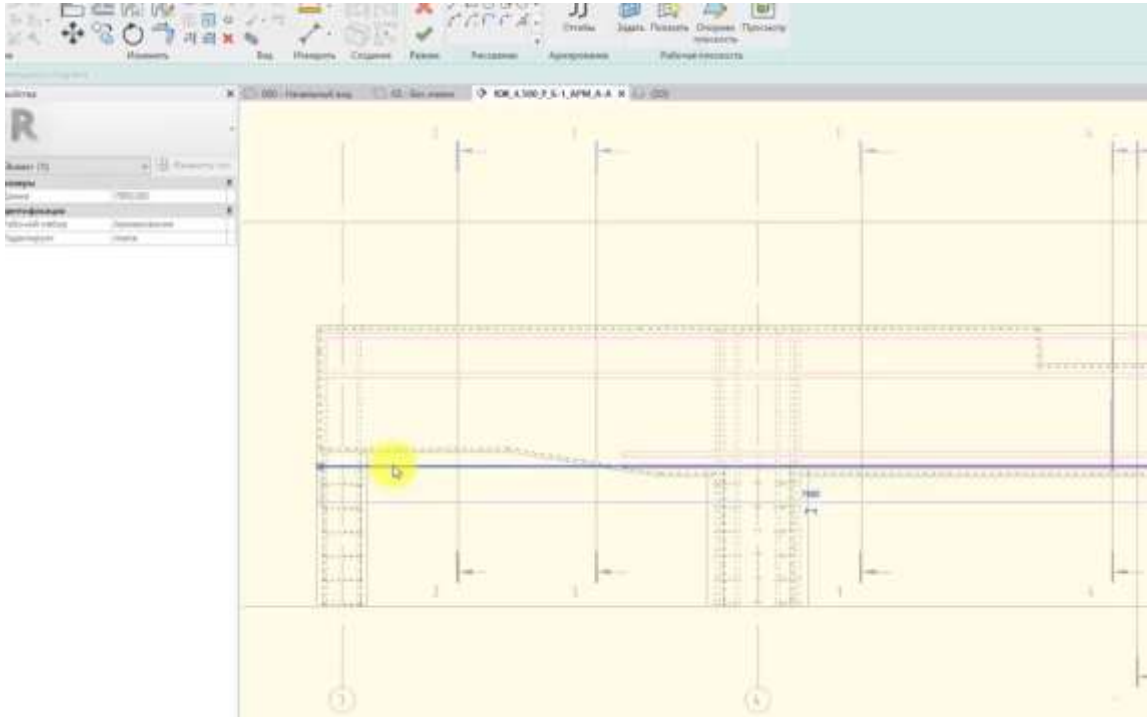


Рисунок 6.12 – Редагування конструктивної вимоги №3

4. Видалення зайвої арматури в зонах конструктивних вирізів

Для коректного моделювання балки зі складною геометрією необхідно видалити зайві арматурні стрижні в місцях наявності конструктивних вирізів, так званих "вирізів".

Ці вирізи є особливістю конструкції балки і потребують відповідного коригування армування.

Для цього повертаємо допоміжний переріз таким чином, щоб були видимі лише ті стрижні, які потребують підрізання. Найзручніше використовувати режим відображення «Тонований», що дозволяє чітко бачити розташування елементів. Вимірюємо довжину ділянки, яку необхідно скоротити, після чого виділяємо всі відповідні стрижні. У властивостях

елементів змінюємо їх довжину, коригуючи таким чином розташування арматури відповідно до геометрії балки. (рис. 6.13).

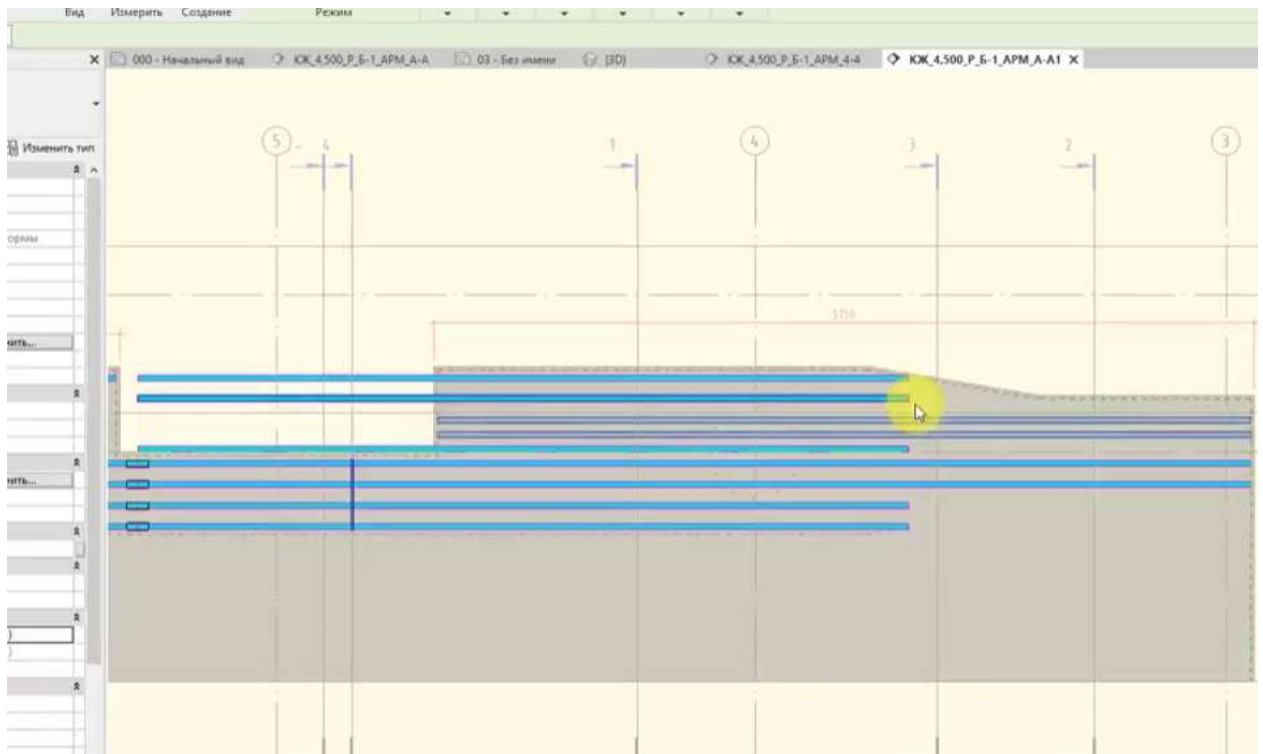


Рисунок 6.13 – Редагування конструктивної вимоги №4

5. Вигин стрижнів для обходу вертикальної арматури колони

Для забезпечення правильного з'єднання балки з колоною необхідно вигнути деякі стрижні поздовжнього армування так, щоб вони обійшли вертикальну арматуру колони без перетинань. Це вирішується в режимі редагування групи та ескізу в Autodesk Revit.

Виділяємо ескізну лінію стрижня, який потребує вигину, та копіюємо її на 50 мм вниз, використовуючи допоміжну лінію. Потім копіюємо отриману лінію на 330 мм, щоб забезпечити вигин зі співвідношенням висоти до довжини 1:6. Використовуючи інструмент «Обрізати/подовжити до кута», завершуємо редагування ескізу, формуючи необхідний вигин стрижня. Після завершення редагування допоміжні лінії можна видалити. Результат моделювання вигину стрижнів представлено на рис. 6.14 та рис. 6.15.

Аналогічним чином необхідно виправити конструктивні недоліки в розташуванні поперечної арматури (хомутів). Це включає коригування форми та розмірів хомутів, щоб вони відповідали оновленому розташуванню поздовжніх стрижнів та конструктивним особливостям балки. Результати цих змін наведено на рис. 6.16.

Таким чином, внесені коригування забезпечують відповідність армування конструктивним вимогам, покращують геометричну узгодженість моделі та сприяють успішній реалізації проєкту.

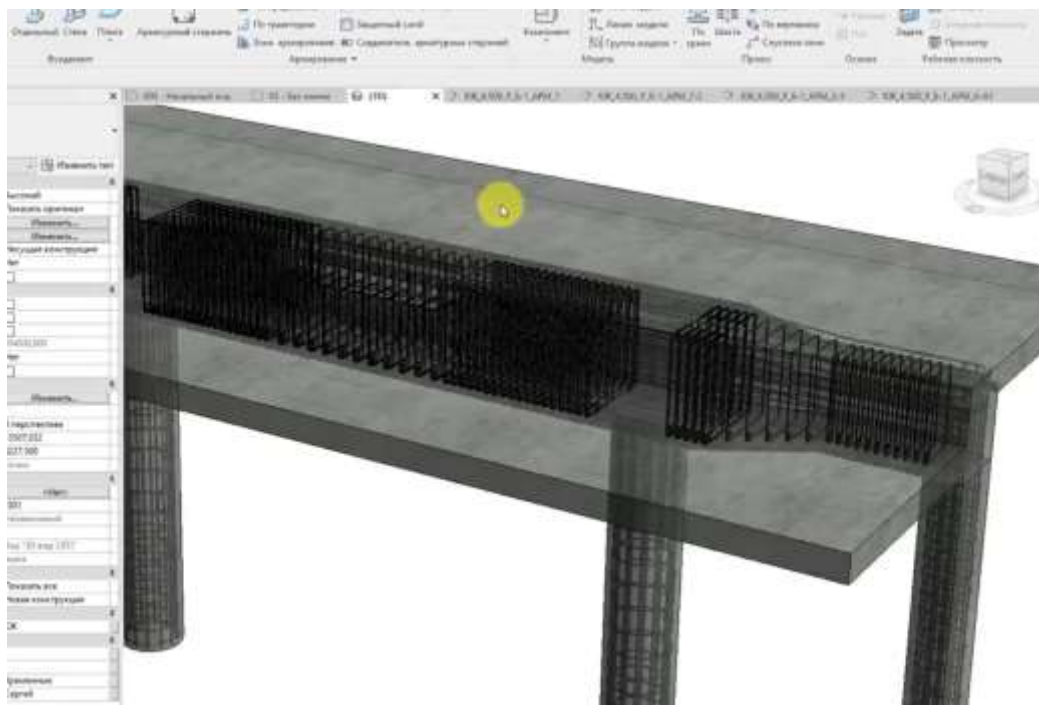


Рисунок 6.16 – Результати редагування поздовжнього армування

6.3 Висновки до науково-дослідного розділу

У ході виконання даної роботи було розроблено детальну модель армування залізобетонної балки зі складним перерізом та її конструктивними особливостями в програмному середовищі Autodesk Revit. Виконано моделювання поздовжнього та поперечного армування, включаючи розміщення та редагування хомутів, муфтових з'єднань і шпильок. Особлива

увага приділялася коригуванню та оптимізації розташування арматури в місцях звуження балки та обхідних ділянок для уникнення конфліктів із вертикальною арматурою колон.

Досягнуті результати показали, що використання Revit для моделювання армування забезпечує високу точність, дозволяє автоматизувати складні процеси розрахунку та деталізації арматури, а також підвищує загальну ефективність проектування. Створена модель є надійною базою для розробки робочої документації, оскільки містить усі необхідні елементи та коригування, що відповідають конструктивним вимогам і нормативам.

У подальшому подібний підхід можна застосовувати для оптимізації армування різних типів залізобетонних конструкцій, зокрема складних форм і великих об'єктів. Знання та практичні навички, здобуті під час цієї роботи, можуть бути корисними для інженерів при проектуванні конструкцій із підвищеними вимогами до точності та надійності, а також для вдосконалення методик моделювання в BIM-середовищах.

Застосування Revit для створення креслень конструкцій залізобетону (КЖ) значно спрощує і прискорює розробку проєктної документації. Автоматизоване генерування специфікацій, розміщення арматурних елементів з точністю до міліметра та інтерактивне налаштування параметрів арматури дозволяють інженеру швидко адаптувати модель під будь-які зміни, забезпечуючи високу точність і узгодженість проєкту. Це зручність і ефективність, які досягаються завдяки можливостям Revit, забезпечують скорочення витрат часу на розробку креслень і підвищують їх якість.

Використання Autodesk Revit у розробці КЖ та проєктної документації не лише підвищує ефективність і точність, але й дозволяє інженерам зосередитися на аналітичних аспектах проектування, автоматизуючи рутинні операції та забезпечуючи високий рівень інтеграції всіх даних у єдиній цифровій моделі.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено проєкт реконструкції житлового будинку з переоснащенням поверхів під службові кабінети в Одеській області. Проєкт включає комплексний підхід до планування будівельних процесів, архітектурного та конструктивного переоснащення, організації робіт, а також охорони праці та економічних аспектів. У рамках цього проєкту виконано детальний аналіз та розрахунок конструкцій, прийняті архітектурні та конструктивні рішення, планування необхідних змін, організація та технологію будівельного виробництва, розроблено заходи з охорони праці та обґрунтовано економічні стратегії для зниження витрат..

2. Визначено основні принципи та можливості при оптимізації армування складних залізобетонних конструкцій у процесі реконструкції за допомогою Autodesk Revit. Використання Revit дозволяє забезпечити точне розміщення арматурних елементів, автоматичне коригування параметрів та їх взаємне узгодження в рамках 3D-моделі. Оптимізація армування сприяє підвищенню надійності та стійкості конструкцій, знижує матеріальні витрати на арматуру та покращує точність виконання будівельних робіт.

3. Виконано детальне моделювання армування складних залізобетонних елементів, зокрема балок змінного перерізу, з використанням інструментів Autodesk Revit. Моделювання дозволило проєктувати арматуру з урахуванням складної геометрії конструкції, а також впровадити різні варіанти поздовжньої та поперечної арматури, з'єднань та муфтових з'єднань, що критично важливо для складних елементів.

4. Результати цього дослідження є основою для подальшого розвитку методик оптимізації армування залізобетонних конструкцій із використанням BIM-технологій. Підхід, що використовує Autodesk Revit, дозволяє не тільки оптимізувати розташування арматури, але й забезпечити високу точність робочих креслень, спрощуючи процес підготовки креслень конструкцій залізобетону, що сприятиме розробці проєктної документації.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

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

10. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення Архітектура громадських і промислових будівель / Укл.: Т.Г. Маклакова. – М.: Стройиздат, 1981. – 386с.

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

12. Проектування залізобетонних конструкцій: Довідник / О.Б. Голишев, В.Я. Бачинський, В.П. Поліщук; Ред. А.Б. Голишева. – К.: Будівельник, 1985. – 496с.

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

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

15. Технологія будівельного виробництва, Курсове й дипломне проектування / Хамзин С. К., | Карасев А. К. Для будів, спец. внз. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006, 216с., 62с.

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

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

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

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

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

21. Організація і планування будівництва / В.М. Майданов, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін. – К.: Урожай, 1993. – 384с.
22. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
23. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарних будівельних площ і ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови (ГОСТ 23407-78, MOD), К.: Мінрегіон України, 2012. – 12с.
24. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва, 57с.
25. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту, 131 с.
26. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», К.: Мінрегіон України, 2016 – 39с.
27. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
28. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги, К.: Держбуд України, 2012. – 14с.
29. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», К.: Мінрегіон України, 2018. – 137с.
30. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD)», К.: Мінрегіон України, 2012. – 31с.
31. О.Ф. Осипов, Є.В. Літнарів / Технологія влаштування буронабивних паль на складному рельєфі // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, Вип. 39, Технічний, 2019, С. 116-123.
32. 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)

33. Шерешевський І. А. Конструювання промислових будівель та споруд. – М.: «Архітектура-С», 2005. – 186 с
34. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
35. ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терmini и визначення основних понять», Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці, 2014, 13с.
36. Охорона праці в будівництві: підручник / Сухачов О.А. // 2013 – с. 229 – 232.
37. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи: ДБН В.1.2-2:2006.
38. 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.]
39. Геодезичні роботи в будівництві: ДБН В.1.3-2:2010. - К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 36с.
40. ДСТУ EN ISO 12100:2016 «Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків», ДП «УкрНДНЦ», 2016. 110с.
41. Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення: ДБН А.1.1-1:2009. – [Чинні з 01.01.2011р.].
42. Hadi, A & Abd, Abbas & Mahmood, Mohammed. (2021). Integrity of Revit with structural analysis softwares. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 1076. 012119. 10.1088/1757-899X/1076/1/012119.
43. Sampaio, Zita & Gomes, Augusto. (2021). BIM Structural Project Applied in A Case Study: Interoperability Analyses, Reinforcement Detailing Drawings and

Quantity Take-off. *The Open Construction & Building Technology Journal*. 15. 196-213. 10.2174/1874836802115010196.

44. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Wiley.

45. Khasanah, Lusivatul & Wirakusuma, Ibnu sina. (2022). Design of Beam Based On BIM Method Using Autodesk Revit and Autodesk RSAP. *EXTRAPOLASI*. 19. 134-148. 10.30996/ep.v19i02.7884.

46. Tsay, R.J. (2019). A Study of BIM Combined with ETABS in Reinforced Concrete Structure Analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 233. 022024. 10.1088/1755-1315/233/2/022024.

47. Sherif, Mohamed & Nassar, Khaled & Hosny, Ossama & Safar, Sherif & Abotaleb, Ibrahim. (2022). Automated BIM-based structural design and cost optimization model for reinforced concrete buildings. *Scientific Reports*. 12. 21616. 10.1038/s41598-022-26146-6.

48. Li, Shushan & Shi, Yongxin & Hu, Jinxin & Li, Siyuan & Li, Hongmei & Chen, Aijiu & Xie, Wei. (2023). Application of BIM to Rebar Modeling of a Variable Section Column. *Buildings*. 13. 1234. 10.3390/buildings13051234.

49. Філіппов, О & Шумак, Л. (2024). BIM-технології інформаційного моделювання будівель на стадії проектування. національний і зарубіжний досвід. *Building production*. 39. 10.36750/2524-2555.75.39-53.

50. Maia, Lino & Mêda, Pedro & Freitas, João. (2015). BIM Methodology, a New Approach - Case Study of Structural Elements Creation. *Procedia Engineering*. 114. 816-823. 10.1016/j.proeng.2015.08.032.

Додаток А
Кошторис на виконання реконструкції

Локальний кошторис № 2-1-1
на будівельні роботи

Проєкт реконструкції житлового будинку з переоснащенням поверхів під службові кабінети в Одеській області

(Найменування об'єкта будівництва)

Об'єм головного корпусу, куб.м	4207	Кошторисна вартість	6633	тис.г рн. тис
Площа забудови об'єкту, кв.м	1683	Кошторисна трудомісткість	94	люд. год
Загальна площа об'єкту, кв.м	5048	Кошторисна заробітна плата	2043	тис.г рн.
Площа фасаду, кв.м	1200	Середній розряд робіт	4,4	розр яд

Складений в поточних цінах станом на "20" вересня 2024 р..

№ пп	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількі сть	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванн ям машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										на одини цю	всьог о
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПБ 1-2	Підземна частина									
		Земляні роботи	100 кв.м площі забудови	0	<u>42758</u>	<u>14373</u>	0	0	<u>0</u>	<u>608</u>	<u>0</u>

		Оздоблювальні роботи (за типом оздоблення)	100м2 (заг.площі приміщень)	16,83	<u>74321</u> 37352	<u>542</u> 374	1250822	628634	<u>9122</u> 6294	<u>1835</u> 16	<u>3087</u> <u>6</u> 269
		Разом прями витрати , грн.					5293080	1619533	<u>228261</u> 98454		<u>7954</u> <u>5</u> 4213
		в тому числі вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					3445286				
		всього заробітна плата					1717987				
		<i>Загальновиробничі витрати, грн.</i>		Коеф .			1340125				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд-год		0,12			10051				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.		2,73			324645				
		Всього кошторисна вартість робіт, грн.					6633205				
		кошторисна трудомісткість, люд-год					93809				

	кошторисна заробітна плата, грн.	2042632
--	--	---------

Склав
Матвієць С.К.
Перевірив

Локальний кошторис на монтаж устаткування № 2-1-2

Проект реконструкції житлового будинку з переоснащенням поверхів під службові кабінети в Одеській області

Кошторисна вартість	149	тис.грн.
		тис
Кошторисна трудомісткість	6	люд.год
Кошторисна заробітна плата	119	тис.грн.
Середній розряд робіт	4,4	розряд

Складений в поточних цінах станом на "20" вересня 2024 р..

№ п п	Обґрунтуван ня (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількіст ь	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуата ції машин	всього	заробітн ої плати	експлуата ції машин	тих, що обслуговують машини	
					заробітн ої плати	в тому числі заробітної плати				на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1	УПМП 1-3	Монтаж технологічного устаткування	100м2 загальної площі об'єкту	16,83	<u>4781</u> 5832	<u>892</u> 443	80464	98153	<u>15012</u> 7456	<u>286</u> 19	<u>4821</u> 319
2	УПМП 2-3	Монтаж виробничого устаткування	100м2 загальної площі об'єкту	16,83	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	0	0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
		<i>Разом прями витрати , грн.</i>					80464	98153	<u>15012</u> 7456		<u>4821</u> 319
		в тому числі					-				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					32701				
		всього заробітна плата					10560				
		<i>Загальновиробничі витрати, грн.</i>					8				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд-год	Коеф.				68973				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.	0,079				406				
			1,97				13115				
		Всього кошторисна вартість робіт, грн.					14943				
		Кошторисна трудомісткість, люд-год					8				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					5546				
							11872				
							4				

Склав Матвієць С.К.
Перевірив _____

Додаток Б

Розробка об'єктного кошторису

Проект реконструкції житлового будинку з переоснащенням поверхів під службові кабінети в Одеській області

Кошторисна вартість	7264	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	108	тис.люд.год
Кошторисна заробітна плата	2412	тис.грн.
с	1727	грн/куб.м
Вимірник одиничної вартості,	1439	грн/кв.м

Складений в поточних цінах станом на "20" вересня 2024 р..

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудо- місткість, тис.люд-год	Кошторисна заробітна плата тис.грн.	Показники одиничної вартості грн/куб.м
			будівельних робіт них робіт	устаткування, меблів та інвентарю	Всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2-1-1	Будівельні роботи	6633,394		6633,394	93,809	2042,632	1577
2	2-1-2	Внутрішні санітарно-технічні роботи						
3	2-1-3	Внутрішні електромонтажні роботи						
	2-1-4	Монтаж устаткування	149,438		149,438	5,546	118,724	36
	2-1-5	Пусконалогуджувальні роботи	364,608		364,608	8,944	250,565	87
5	2-1-6	Придбання устаткування, меблів та інвентарю		116,839	116,839			28
		Всього по кошторису	7147,440	116,839	7264,279	108,299	2411,920	1691

Склав: Матвієць С.К.

Перевірив _____