

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: **Проект дев'ятиповерхового житлового будинку з підземним паркінгом**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МБс-41
спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Струсінський А.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Швед Я.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мещерякова О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« » 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Струсінському Андрію Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дев'ятиповерхового житлового будинку з підземним паркінгом

Керівник роботи Швед Ярослав Леонідович, доктор філософії
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2026 року № 4/9-53

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15.06.2026

3. Вихідні дані до роботи Район будівництва– місто Тернопіль.
Житловий будинок, конструкція з несучими колонами.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Теоретичний розділ . Архітектурно-будівельний розділ.
Розрахунково-конструктивна частина. Розрахунково-конструктивний розділ.
Теплотехнічний розрахунок. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
План першого поверху. План типового поверху. План підземного поверху.
План пальового поля. План перекриття. Фасади. Розрізи. Вузли.
Армування плити перекриття. Армування колони

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Гурик О.Я. доцент		

7. Дата видачі завдання _____ 27 січня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Архітектурно-будівельний розділ	07.02.2026	
2	Розрахунково-конструктивний розділ	22.05.2026	
3	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	12.06.2026	
4	Оформлення записки	15.06.2026	
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Студент

(підпис)

Струсінський А.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Швед Я.Л.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП 5

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ.....	7
1.1 Архітектурно-планувальні принципи проектування сучасного житла	7
1.2 Впровадження методології ВІМ у процес проектування.....	8
1.3 Висновки за розділом 1	9
РОЗДІЛ 2 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	10
2.1 Характеристика ділянки	10
2.1.1 Кліматичні умови.....	11
2.1.2 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки	11
2.2 Генеральний план.....	12
2.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення.....	12
2.2.2 Розрахунок кількості майданчиків та автостоянок для постійного та тимчасового зберігання автомобілів	13
2.2.3 Техніко-економічні показники по генплану	13
2.2.4 Техніко-економічні показники будівлі	14
2.3 Архітектурно-планувальні рішення	14
2.4 Опорядження будинку	14
2.5 Енергоефективність	15
2.5.1 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	15
2.6 Конструктивні рішення	20
2.7 Доступність для маломобільних груп населення (МГН).....	21
2.8 Висновки за розділом 2	23
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	24
3.1 Залізобетонні та кам'яні конструкції.....	24
3.2 Сполучення розрахункових навантажень.....	26
3.3 Розрахунок і аналіз розрахункової схеми плити перекриття	27
3.4 Підбір товщини та арматури плити перекриття	29
3.5 Армування колони	34
3.6 Розрахунок фундаментів та основи.....	36

3.7 Підбір арматури монолітної залізобетонної стіни.....	38
3.8 Висновки за розділом 3	40
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	42
4.1 Охорона праці.....	42
4.1.1 Техніка безпеки при роботі із механізмами	42
4.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів.....	42
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	50
4.3 Висновки за розділом 6	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	52
БІБЛІОГРАФІЯ.....	53

ВСТУП

Відновлення будівельної галузі є одним із стратегічних чинників сталого економічного зростання України та скорочення дефіциту житлового фонду. Сучасне цивільне будівництво зазнає суттєвих змін під впливом світових архітектурних тенденцій, які висувають підвищені вимоги до якості, енергоефективності, функціональності й технологічності об'єктів. За таких умов зниження матеріаломісткості та вартості будівництва має поєднуватися з підвищенням надійності, довговічності та експлуатаційної безпеки конструкцій.

Основою індустріалізації будівництва є впровадження високотехнологічних процесів, у межах яких заводське виготовлення та стандартизація елементів поєднуються з механізованим монтажем. Особливої актуальності набуває цифровізація проєктування на основі BIM-технологій. Інформаційне моделювання дає змогу підвищити точність архітектурно-конструктивних рішень, оптимізувати життєвий цикл будівлі та ще на стадії проєктування виявляти колізії між інженерними мережами й несучими конструкціями. Це особливо важливо для складних багатофункціональних об'єктів із розвиненим підземним простором і відповідає сучасним вимогам цифровізації будівельної галузі України та чинним ДБН.

Мета випускної кваліфікаційної роботи: розробка комплексного архітектурно-будівельного, конструктивного та організаційно-технологічного проєкту сучасного 9-поверхового житлового будинку в м. Тернопіль із підземним паркінгом на основі застосування сучасних BIM-технологій.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- проаналізувати кліматичні, інженерно-геологічні та містобудівні умови майданчика будівництва в місті Тернопіль;
- розробити об'ємно-планувальні та архітектурно-художні рішення будівлі з урахуванням сучасних вимог до інсоляції, комфорту та енергоефективності;

- запроектувати надійну конструктивну схему будівлі (монолітний залізобетонний безбалковий каркас);
- створити просторову скінченно-елементну цифрову модель об'єкта в розрахунковому комплексі MOHOMAX-SAPR для проведення статичного аналізу, збирання навантажень за ДБН В.1.2-2:2006 та автоматизованого підбору армування колон, плит перекриття і фундаментів;
- розв'язати інженерні завдання щодо влаштування підземного паркінгу;
- обґрунтувати вибір енергоефективних будівельних матеріалів і теплоізоляційних систем відповідно до чинних теплотехнічних нормативів (ДБН В.2.6-31:2021).

Будівля має сучасний архітектурний вигляд, сформований завдяки панорамному скління, ергономічним балконам і комбінованому вентиляваному фасаду. Планування житлових поверхів передбачає раціональне зонування, належний рівень інсоляції житлових кімнат і гнучкість внутрішнього простору, зокрема можливість вільного планування квартир завдяки каркасній системі. Проєкт також враховує вимоги інклюзивності та доступності для маломобільних груп населення.

Ключовою інженерною особливістю проєкту є підземний автопаркінг, який може бути пристосований для використання як найпростіше укриття для тимчасового перебування мешканців. У повсякденному використанні він призначений для зберігання автомобілів мешканців.

Об'єкт вирізняється високим рівнем інженерного оснащення: передбачено поквартирне або дахове автономне опалення, сучасні безшумні ліфти, системи автоматичного пожежогасіння, диспетчеризації та контролю доступу.

Наскрізне застосування BIM-технологій дало змогу поєднати архітектурну форму, конструктивні елементи та складні інженерні вузли підземного паркінгу й житлової частини в єдиній цифровій моделі.

Цифрове моделювання використано для координації архітектурних і конструктивних рішень та формування розрахункової моделі.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНИЙ

1.1 Архітектурно-планувальні принципи проєктування сучасного житла

Сучасний житловий будинок є складним інженерно-архітектурним об'єктом, проєктування якого ґрунтується на принципах функціональності, ергономіки та екологічності. У світовій практиці провідною тенденцією є перехід від суто житлової функції до створення багатофункціонального середовища.

Для дев'ятиповерхового житлового будинку одним із головних завдань є оптимізація планувальних рішень в умовах обмеженої площі забудови. Інтеграція підземного паркінгу в структуру будівлі дає змогу реалізувати концепцію «двір без автомобілів», створюючи безпечний простір для відпочинку та спілкування мешканців. Під час проєктування таких об'єктів необхідно забезпечити не лише раціональне зонування житлових блоків, а й ефективну організацію вертикальних і горизонтальних комунікацій.

Найпоширенішим способом зведення багатоповерхових будівель в Україні залишається монолітно-каркасна технологія. Її застосування забезпечує високу просторову жорсткість споруди, гнучкість планувальних рішень, надійність несучої системи та тривалий строк експлуатації будівлі.

Проєктування підземного паркінгу в структурі житлового будинку має низку особливостей, які необхідно враховувати ще на початкових етапах розроблення проєкту. Передусім важливе значення має надійна гідроізоляція огорожувальних конструкцій підземного рівня, оскільки вони перебувають під постійним впливом ґрунтової вологи, можливих ґрунтових вод і агресивного середовища. Тому до матеріалів та конструктивних рішень таких елементів висуваються підвищені вимоги.

Окрему увагу слід приділяти вузловим з'єднанням і зонам передавання навантажень від несучих стін та колон житлової частини на фундаментну плиту

паркінгу. Саме ці ділянки мають важливе значення для забезпечення надійної роботи всієї несучої системи будівлі та рівномірного сприйняття навантажень.

Не менш важливим є правильне проєктування інженерних систем підземного рівня. Відповідно до вимог ДБН, паркінг повинен бути обладнаний системами примусової вентиляції, димовидалення та автоматичного пожежогасіння. Їх необхідно інтегрувати в загальну конструктивну схему будівлі ще на етапі проєктування, щоб уникнути конфліктів між інженерними мережами та несучими елементами.

1.2 Впровадження методології BIM у процес проєктування

Перехід від традиційного креслення до інформаційного моделювання будівель є одним із важливих напрямів розвитку сучасної будівельної галузі. BIM слід розглядати не лише як тривимірну модель об'єкта, а як комплексну інформаційну систему, що поєднує архітектурні, конструктивні, інженерні та експлуатаційні дані протягом усього життєвого циклу будівлі.

У межах цього проєкту застосування BIM дає змогу значно підвищити якість проєктних рішень. Особливо важливим є те, що цифрова модель дозволяє ще на етапі проєктування виявляти можливі колізії між інженерними мережами та несучими конструкціями. Для об'єктів із підземним паркінгом це має велике значення, оскільки вентиляційні канали, пожежні трубопроводи, балки, ригелі та інші елементи часто розміщуються в обмеженому просторі. Своєчасне виявлення таких невідповідностей зменшує ризик переробок під час будівництва та сприяє раціональнішому використанню ресурсів.

Крім того, BIM забезпечує високу точність моделювання завдяки параметризації окремих елементів будівлі. Стіни, колони, фундаменти та інші конструкції містять необхідні характеристики, що дає можливість автоматично формувати специфікації матеріалів, уточнювати обсяги робіт і зменшувати ймовірність помилок, пов'язаних із людським чинником.

Важливою перевагою BIM є також можливість перевірки проєктних рішень на відповідність чинним нормативним вимогам. Зокрема, модель може

використовуватися для контролю висоти приміщень, ширини проїздів у паркінгу, просторових параметрів будівлі та інших показників, передбачених будівельними нормами. Це спрощує підготовку проєктної документації та сприяє її ефективнішому погодженню.

Після завершення будівництва інформаційна модель не втрачає свого значення, оскільки її дані можуть застосовуватися під час експлуатації об'єкта. Вона може бути корисною для моніторингу технічного стану конструкцій, планування обслуговування інженерних мереж, контролю витрат енергоресурсів і підвищення загальної енергоефективності будівлі.

1.3 Висновки за розділом 1

Отже, проєктування дев'ятиповерхового житлового будинку з підземним паркінгом на основі монолітно-каркасної технології відповідає сучасним світовим підходам до формування безпечного й багатофункціонального житлового середовища. Використання BIM-технологій на всіх етапах — від початкових ескізів до підготовки специфікацій - дає змогу виявляти й усувати колізії, підвищує точність розрахунків і сприяє довговічності та енергоефективності будівлі впродовж усього її життєвого циклу.

Для реалізації методології інформаційного моделювання та створення комплексної цифрової моделі дев'ятиповерхового житлового будинку з підземним паркінгом було використано програмний комплекс Autodesk Revit 2024. Застосування цього інструменту дозволило об'єднати архітектурні, конструктивні та інженерні рішення в єдиному цифровому просторі.

РОЗДІЛ 2

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

2.1 Характеристика ділянки

Ділянка будівництва розташована в центральній частині м. Тернопіль на вул. Оболоня, у сформованому міському середовищі з наявною житловою, громадською та транспортною інфраструктурою. Територія має зручний транспортний і пішохідний зв'язок із прилеглою вулично-дорожньою мережею, що забезпечує під'їзд до житлового будинку, підземного паркінгу, а також можливість проїзду спеціалізованого та пожежно-рятувального транспорту.

З північного та північно-східного боку ділянка межує з існуючою житловою забудовою. Поблизу розташовані об'єкти громадського призначення, зокрема ринок та автовокзал, що зумовлює підвищену інтенсивність пішохідного й транспортного руху. Цей фактор враховано під час організації під'їздів, пішохідних маршрутів, розташування входу до будинку та благоустрою прибудинкової території.

Рельєф ділянки переважно рівнинний, з незначним природним ухилом у північно-східному напрямку. Такі умови є сприятливими для розміщення житлового будинку, організації підземного паркінгу та влаштування безбар'єрного доступу до вхідної групи. Поверхневе водовідведення передбачається організувати за рахунок планувальних ухилів твердих покриттів у напрямку до проєктованої системи водовідведення.

Інженерне забезпечення будинку передбачається від існуючих міських мереж водопостачання, каналізації, електропостачання та інших інженерних комунікацій згідно з технічними умовами відповідних служб. Розташування інженерних мереж має бути враховане під час проєктування підземного паркінгу, фундаментів, благоустрою та озеленення території.

З огляду на розташування в межах сформованої міської забудови, наявність транспортної доступності, можливість підключення до міських інженерних мереж і відносно сприятливий рельєф, ділянка є придатною для проєктування

дев'ятиповерхового житлового будинку з підземним паркінгом за умови дотримання вимог щодо інсоляції, шумозахисту, пожежних проїздів, безбар'єрності та організації безпечного руху пішоходів і транспорту.

2.1.1 Кліматичні умови

Проектована будівля належить до II класу відповідальності, має II ступінь довговічності та II ступінь вогнестійкості. Тернопіль розташований у межах I кліматичної зони.

Середньодобова температура найхолоднішої доби становить -25°C , а середня температура найхолоднішої п'ятиденки - -21°C . Розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту дорівнює 0,85 м. У літній період переважають вітри північно-західного напрямку, у зимовий - західного.

Розрахункове снігове навантаження становить 1,4 кПа, а вітрове - 0,5 кПа. Рельєф ділянки переважно рівнинний, з незначним природним ухилом до 3% у північно-східному напрямку.

2.1.2 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

За результатами інженерно-геологічних вишукувань у межах ділянки проектування виділено такі шари ґрунту відповідно до прийнятої нумерації ІГЕ:

ІГЕ-1 (0,0–0,5 м): рослинний шар ґрунту (чорнозем).

ІГЕ-2 (0,5–2,5 м): лесовидні суглинки напівтвердої консистенції. За зволоження виявляють просідаючі властивості.

ІГЕ-3 (2,5–6,5 м): пісок мілкий з прошарками піску пилюватого та супіску, жовто-сірий, малого ступеню водонасичення, середньої щільності.

ІГЕ-4: (6,5–11,0 м): пісок крупний.

2.2 Генеральний план

2.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення

Генеральний план об'єкта розроблено з урахуванням сформованої містобудівної структури мікрорайону. Проектом передбачено комплексний благоустрій та озеленення як відведеної ділянки, так і прилеглої території.

Відповідно до плану земляних робіт надлишковий рослинний шар ґрунту підлягає вивезенню на спеціалізований полігон, розташований на відстані 7 км від будівельного майданчика.

Розміщення будівлі на ділянці виконано з дотриманням нормативних вимог щодо інсоляції та орієнтації приміщень за сторонами світу. Головний фасад орієнтовано на вулицю Оболоня, яка забезпечує основні під'їзні шляхи до об'єкта.

Проект благоустрою та озеленення території передбачає комплекс заходів для формування раціонального й естетично організованого житлового середовища. Основним принципом є максимальне збереження наявних зелених насаджень з їх подальшою інтеграцією в загальну схему благоустрою ділянки.

Посадковий матеріал, зокрема багаторічні квіткові культури та газонні травосуміші, підібрано відповідно до асортименту регіональних розсадників. Це забезпечує адаптацію рослин до місцевих кліматичних умов і їх належну приживлюваність. Об'єкти озеленення запроєктовано з дотриманням нормативних охоронних зон щодо наявних і проєктованих інженерних мереж.

Планувальна структура прибудинкової території передбачає влаштування партерних газонів у поєднанні з декоративними групами багаторічних рослин. Таке рішення відповідає чинним санітарно-гігієнічним і архітектурно-містобудівним вимогам.

2.2.2 Розрахунок кількості майданчиків та автостоянок для постійного та тимчасового зберігання автомобілів

У проєкті передбачено підземний паркінг для постійного зберігання автомобілів і також розроблено тимчасові парко-місця.

Згідно з розрахунками, виконаними відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019, потреба у забезпеченні мешканців паркувальними місцями складає (80-100) місць. Проте, виходячи з архітектурно-планувальних обмежень ділянки та концепції сталого розвитку міського середовища, проєкт передбачає влаштування підземного паркінгу на 30 машино-місць і інші 50 парко-місць на прилеглій території поза плямою забудови.

2.2.3 Техніко-економічні показники по генплану

У межах проєктування ділянки визначено такі основні техніко-економічні показники:

- загальна площа території забудови — 2340 м² ;
- щільність забудови, визначена за формулою $(925,1/2340) \times 100\%$, — 39,5 %;
- площа ділянок із твердим покриттям — 440 м² ;
- площа функціональних майданчиків — 350 м² ;
- площа озелених територій — 625 м² ;
- коефіцієнт використання території становить 1 і визначається за наведеною нижче формулою.

Завдяки використанню методів інформаційного моделювання (ВІМ), архітектурні габарити будівлі було оптимізовано таким чином, щоб площа забудови не перевищувала 1000 м². Це дозволило забезпечити максимально раціональне використання обмеженої території ділянки (2340 м²), організувати підземний паркінг на 30 місць під плямою забудови та зберегти 25% площі під якісне озеленення та благоустрій згідно з ДБН Б.2.2-12:2019

2.2.4 Техніко-економічні показники будівлі

У межах проєктування будівлі визначено наступні основні техніко-економічні характеристики:

- площа безпосередньої забудови - 925,1 м²;
- загальна площа будівлі- 9250 м²;
- будівельний об'єм – 27864 м³;
- висота будівлі – 26.25 м;
- кількість поверхів – 9 поверхів.

2.3 Архітектурно-планувальні рішення

У місті Тернопіль запроєктовано дев'ятиповерховий житловий будинок із підземним паркінгом, з розмірами в осях 18×52 м.

Висота першого поверху - 2,73 м, типового поверху - 2,6 м, підвалу - 2,7 м, а загальна висота від планувальної позначки землі - 26,2 м.

Конструктивна схема будівлі - монолітний залізобетонний каркас із монолітними плитами перекриття. Крок колон становить 6 м. Проєктом передбачено одну сходову клітку, розташовану відповідно до вимог евакуації, а також один пасажирський ліфт, доступний для всіх груп населення, зокрема для маломобільних осіб. Системи водопостачання, каналізації, вентиляції та опалення запроєктовано як централізовані з урахуванням функціонального зонування будівлі.

2.4 Опорядження будинку

Зовнішні стіни будівлі передбачено оздобити фіброцементними панелями, з утепленням шаром мінеральної вати 100 мм типу IZOVAT.

Для облицювання цоколя передбачено плити зі штучного мармуру, які забезпечують захист від механічних пошкоджень і кліматичних впливів та водночас надають будівлі естетичного вигляду. Довговічність і зносостійкість

дерев'яних та металевих елементів забезпечують двошаровим покриттям масляними фарбами.

Поверхні внутрішніх стін і перегородок, крім санвузлів, оздоблюють сухою штукатуркою з подальшою можливістю обклеюванням шпалерами. У коморах і гардеробних передбачено фарбування акрил-стирольними складами, що вирізняються зносостійкістю та простотою догляду.

Нижню частину стін уздовж сходових маршів і майданчиків захищають масляним фризом заввишки 30 см. Вище цієї зони передбачено фарбування акрил-стирольними складами.

2.5 Енергоефективність

2.5.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувючих конструкцій

Виконується теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожувальної конструкції будинку з метою перевірки її відповідності вимогам ДБН В.2.6-31:2021 “Теплова ізоляція та енергоефективність будівель”. Розрахунок термічного опору конструкції виконується відповідно до положень ДСТУ 9191:2022.

Для розрахунку прийнято фрагмент зовнішньої стіни загальною товщиною 0,400 м. Конструкція стіни складається з трьох основних шарів:

Шар №1 — блоки з автоклавного газобетону AEROC густиною 1000 кг/м³ та товщиною 0,200 м.

Шар №2 — теплоізоляційні плити з резольно-формальдегідного пінопласту густиною 40 кг/м³ та товщиною 0,100 м.

Шар №3 — мінераловатні плити на основі базальтового волокна густиною 50 кг/м³ та товщиною 0,100 м.

Теплотехнічні характеристики матеріалів приймаються згідно з технічною документацією виробників та чинними нормативними джерелами. Для кожного шару конструкції визначається термічний опір за формулою $R_i = \delta_i / \lambda_i$. Де R_i — термічний опір окремого шару конструкції, м²·К/Вт; δ_i — товщина шару, м; λ_i — коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м·К).

Сумарний термічний опір шарів зовнішньої стіни визначається як сума термічних опорів усіх шарів конструкції $R\Sigma = R_1 + R_2 + R_3$.

Після визначення сумарного термічного опору виконується порівняння отриманого значення з мінімально допустимим нормативним опором теплопередачі для зовнішніх стін житлових будинків відповідної температурної зони України. Умова відповідності конструкції має вигляд $R\Sigma \geq R_{q \min}$.

У разі виконання цієї умови зовнішня огорожувальна конструкція відповідає нормативним вимогам щодо теплової ізоляції.

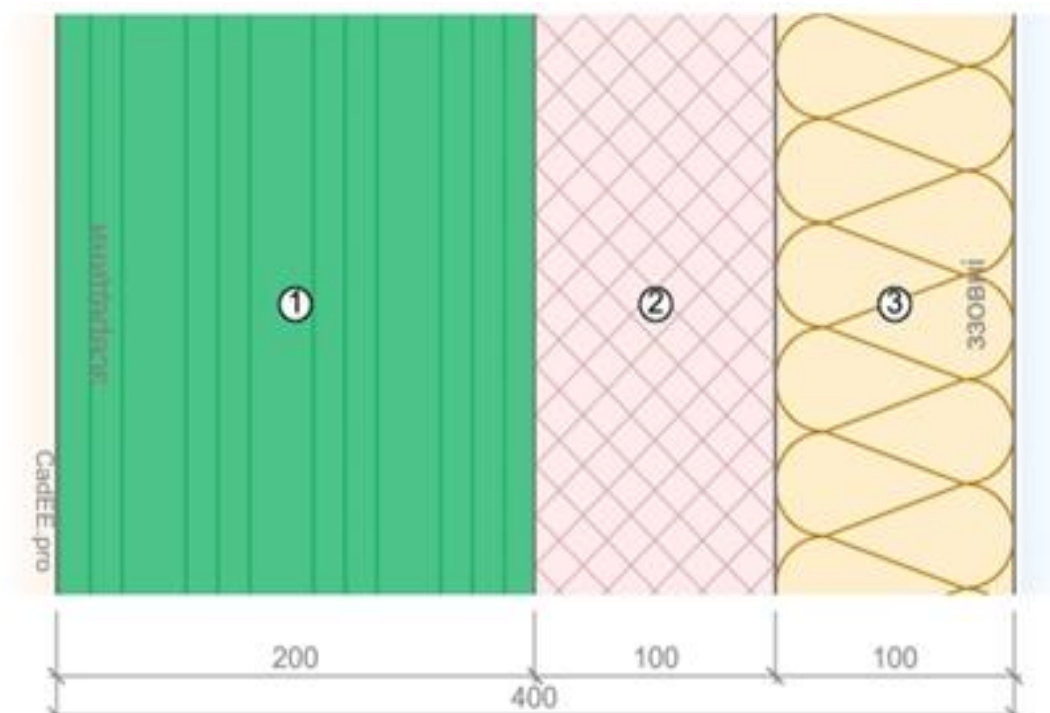


Рисунок 2.1 – Розріз огорожувальної конструкції

Вологісні умови експлуатації матеріалів огорожувальної конструкції прийнято за додатком Б ДБН В.2.6-31:2021.

Будівля належить до багатоквартирних житлових будинків, тому згідно з табл. Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункові параметри внутрішнього повітря становлять: $\theta_{int} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\phi_{int} = 55 \text{ \%}$.

Згідно з табл. Б.1 ДБН В.2.6-31:2021 вологісний режим приміщень прийнято нормальним. Оскільки конструкція є зовнішньою, умови експлуатації матеріалів визначено за табл. Б.3 цього ж ДБН як умови Б. Розрахункові характеристики матеріалів прийнято відповідно до додатка А ДСТУ 9191:2022.

Коефіцієнти тепловіддачі визначаємо згідно з таблицею Б додатку Б ДСТУ 9191:2022.

Для конструкції типу - стіна, розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальних конструкцій прийнято:

$$h_{si} = 8.7 \frac{Bm}{M^2 \cdot K} \quad h_{se} = \frac{Bm}{M^2 \cdot K}$$

Визначаємо опір теплопередачі конструкції згідно з формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_s = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.2}{0.5} + \frac{0.1}{0.06} + \frac{0.1}{0.048} + \frac{1}{23} = 4.308 \frac{M^2 \cdot K}{Bm}$$

Загальна площа огорожувальної конструкції, визначена за внутрішнім обміром з урахуванням площ внутрішніх укосів і за вирахуванням площ прорізів, а також площа термічно однорідної частини непрозорої конструкції без урахування внутрішніх укосів дорівнюють відповідно:

$$A_{\Sigma} = 1m^2 \quad A_1 = 1m^2$$

У межах розглянутого фрагмента теплопровідні включення, що належать до непрозорої огорожувальної конструкції, відсутні.

Приведений опір теплопередачі конструкції визначаємо за формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma пр} = 4,308 \frac{M^2 \cdot K}{Bm}$$

Визначимо мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі згідно з ДБН В.2.6-31:2021. Температурна зона згідно з додатком А ДБН В.2.6-31:2021 - І (м. Тернопіль). Допустиме значення опору теплопередачі визначаємо з таблиці 1 ДБН В.2.6-31:2021 (як для типу конструкції - стіна, та типу будівлі - багатоквартирний будинок):

$$R_{qmin} = 4 \frac{M^2 \cdot K}{Bm}$$

Оскільки: $R_{\Sigma \text{пр}} = 4,308 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > R_{q \text{min}} = 4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ то умова (4) ДБН В.2.6-31:2021 виконується.

Оцінка тепловологісного стану конструкції стіни.

Оцінку тепловологісного стану конструкції виконуємо відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-192:2013.

Розподіл температур за товщиною конструкції визначаємо за формулою (5) ДСТУ Б В.2.6-192:2013. Розрахункові значення температури та відносної вологості внутрішнього повітря приймаємо згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021.

$\theta_{\text{int}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{\text{int}} = 55 \text{ \%}$.

Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо за табл. 2 і табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 для середньомісячної температури повітря в січні для м. Тернопіль (пп. 4.2.4.4 і 4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

Таблиця 2.1 Середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря для м. Тернопіль

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-5	-3.7	-0.4	7.6	13.5	16.4	17.8	17.2	12.8	7.5	1.8	-3.1
Відносна вологість, %	85	84	80	72	70	73	74	75	79	82	87	88

Таблиця 2.2 Характеристики матеріалів шарів конструкції

Назва шару	Товщина, (м)	Теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Тепловий опір (м²·К)/Вт	РКоеф. Паропроникності мг/(м·год·Па)	Опір паропроникнення
Газозолобетон $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$	0.2	0.5	0.4	0.098	2.041
Плити з резольно- формальдегідного пінопласту $\rho=40 \text{ кг/м}^3$	0.1	0.06	2.067	0.23	2.476
Мінеральна вата (базальтове волокно) $\rho=50 \text{ кг/м}^3$	0.1	0.048	4.15	0.52	2.668

Опір паропроникненню конструкції в цілому:

$$R_{es} = \frac{d_1}{\delta_1} + \frac{d_2}{\delta_2} + \frac{d_3}{\delta_3} = \frac{0.2}{0.098} + \frac{0.1}{0.23} + \frac{0.1}{0.52} = 2.668 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

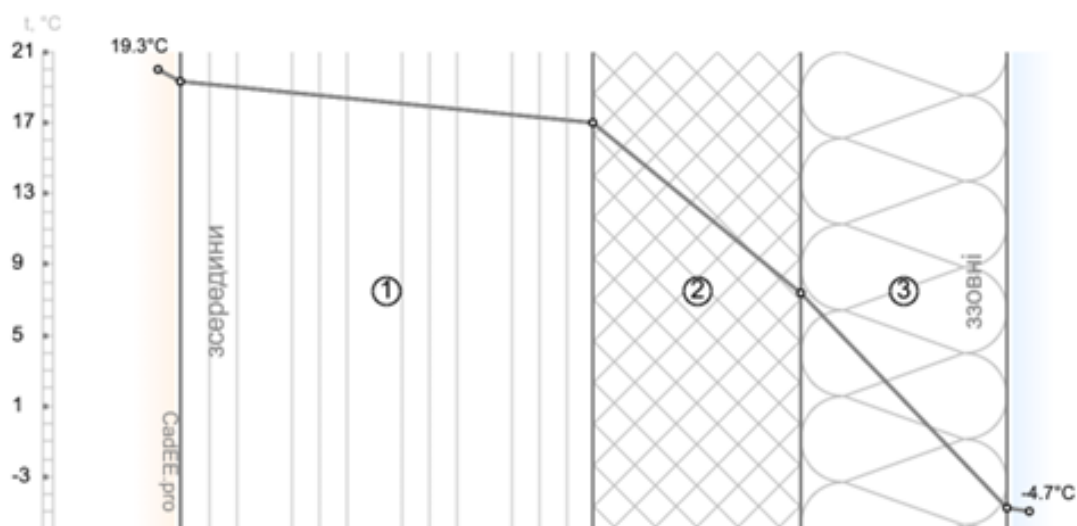


Рисунок 2.2 – Розподіл температур у товщині огорожувальної конструкції (січень)

Визначимо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на 1°C перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

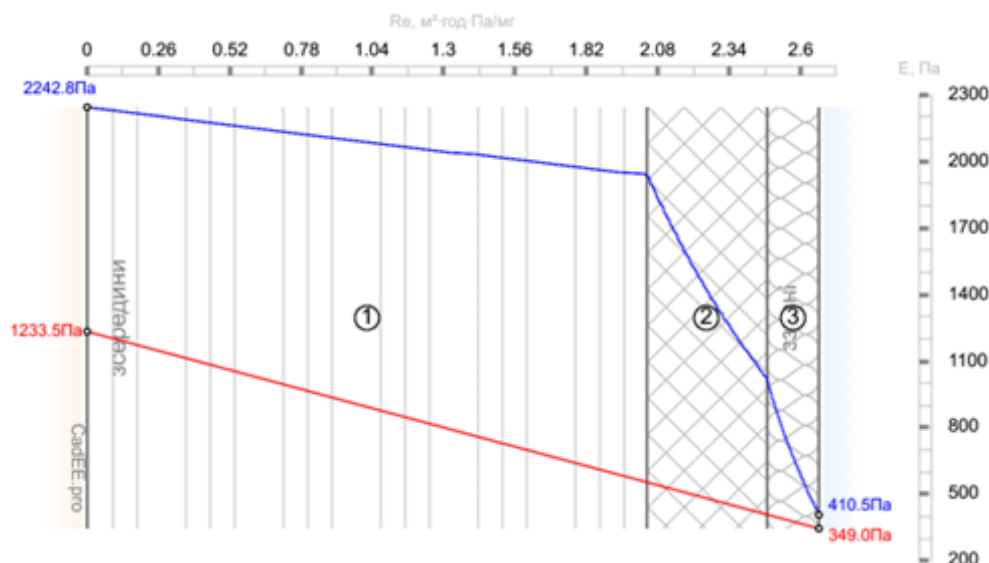


Рисунок 2.3 - Парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції

Оскільки лінії E та e не перетинаються, відповідно до п. 4.2.5 і 4.3.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 конденсація водяної пари в товщі конструкції не відбувається.

Оскільки в січні конденсація не відбувається, згідно з п. 4.2.5 і 4.3.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 умови (1) і (2) вважаємо виконаними.

2.6 Конструктивні рішення

Відповідно до технічних умов застосування конструкцій, виробів і матеріалів у проєкті прийнято такі конструктивні рішення:

Конструкція підземної частини будівлі запроєктована у вигляді пальового фундаменту із залізобетонних буронабивних паль заглублених до міцних шарів ґрунту, які зверху жорстко об'єднані монолітною залізобетонною плитою ростверку шляхом інтеграції арматурних випусків паль у його тіло. Продовженням ростверку є монолітні залізобетонні стіни підвалу й цоколю, які ззовні захищені гідроізоляцією, утеплені екструдованим пінополістиролом (ЕППС) та облицьовані плитами зі штучного мармуру.

Основою каркасу будівлі використано монолітні залізобетонні колони типу К1 та К2, виконані із важкого бетону класу С20/25.

Таблиця 2.3 – Специфікація колон на першому поверсі

Поз.	Найменування	Кількість	На одиницю	На всю кількість
			Бетон, м ³	Бетон, м ³
К1	Колона 0,8×0,4×2,73	21	0,87	18,27
К2	Колона 0,4×0,4×2,73	15	0,44	6,6

Таблиця 2.4 – Специфікація колон на типовому поверху

Поз.	Найменування	Кількість	На одиницю	На всю кількість
			Бетон, м ³	Бетон, м ³
К1	Колона 0,8×0,4×2,58	21	0,83	17,43
К2	Колона 0,4×0,4×2,58	15	0,41	6,15

Стіни будівлі запроектовані із газобетону. На поверхах з 1 по 9 використовуються газобетонні блоки Аерок Energy 200×200×600, покладені на цементному розчині М150.

Горизонтальними дисками жорсткості та основними тримкими елементами надземної частини будівлі виступають монолітні залізобетонні суцільні безбалкові плити перекриття.

Для влаштування плит застосовується важкий конструкційний бетон класу не нижче С20/25.

Перегородки в будівлі запроектовані з газобетону Аерок Energy 100×200×600, покладені на цементному розчині М100.

2.7 Доступність для маломобільних груп населення (МГН)

Проектні рішення житлового будинку передбачають створення умов для безпечного і зручного користування будівлею маломобільними групами населення.

До таких груп належать особи з інвалідністю, люди похилого віку, батьки з дитячими візками, вагітні жінки, особи з тимчасовими порушеннями опорно-рухового апарату та інші користувачі з обмеженою мобільністю.

Доступність будинку забезпечується формуванням безбар'єрного маршруту від межі земельної ділянки, автостоянки та пішохідних доріжок до входу в будинок, вхідної групи, ліфтового холу та житлових поверхів. Основні пішохідні підходи до будинку передбачаються з твердим рівним покриттям, без вибоїн і різких перепадів висот. У місцях перетину пішохідних шляхів із проїздами передбачаються пониження бортового каменю.

Вхід до житлової частини будинку проектується доступним для осіб, які пересуваються на кріслах колісних. За наявності перепаду висот перед входом передбачається пандус нормативного ухилу з поручнями з обох боків або інший доступний засіб подолання перепаду висот. Вхідні двері приймаються достатньої ширини для проходу крісла колісного, без високих порогів. Допустимі перепади висот у зоні входу мають бути мінімальними та не створювати перешкод для руху.

У вхідному холі та коридорах передбачаються проходи, достатні для безпечного руху та маневрування маломобільних осіб. Покриття підлоги приймається рівним, неслизьким і стійким до стирання. Дверні прорізи, шляхи руху, зона очікування біля ліфта та підходи до сходово-ліфтового вузла мають забезпечувати можливість самостійного користування будинком маломобільними мешканцями та відвідувачами.

Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується ліфтом, придатним для користування особами з інвалідністю та іншими маломобільними групами населення. Ліфтова кабіна повинна мати розміри, достатні для розміщення крісла колісного, а органи керування мають бути розташовані на зручній висоті. Для підвищення зручності користування передбачаються візуальні та звукові засоби інформування, а також контрастне позначення основних елементів руху.

На прибудинковій території передбачаються доступні пішохідні зв'язки між входом до будинку, зонами відпочинку, дитячими майданчиками, автостоянкою та підземним паркінгом. Частина місць для паркування повинна бути передбачена для

автомобілів осіб з інвалідністю з розміщенням поблизу доступного входу або ліфтового вузла. Такі місця мають забезпечувати можливість безпечної посадки та висадки пасажирів, а також зручний зв'язок із безбар'єрним маршрутом до будинку.

У проєкті передбачається застосування засобів візуальної та тактильної орієнтації в основних зонах руху. Небезпечні ділянки, сходи, перепади висот, входи та інші важливі елементи мають бути помітними для користувачів, зокрема за рахунок контрастного маркування. Елементи керування, домофони, вимикачі та кнопки виклику ліфта розміщуються на висоті, зручній для користування маломобільними особами.

Прийняті рішення відповідають принципам безбар'єрності, доступності та безпечної експлуатації житлового будинку. Проєктування виконано з урахуванням вимог ДБН В.2.2-40:2018 “Інклюзивність будівель і споруд”, ДБН В.2.2-15:2019 “Житлові будинки. Основні положення”, а також положень законодавства України щодо забезпечення прав осіб з інвалідністю.

2.8 Висновки за розділом 2

Під час розроблення архітектурно-будівельного розділу виконано такі основні завдання:

- опрацьовано генеральний план;
- сформовано об'ємно-просторові рішення будівлі;
- розроблено конструктивні рішення;
- визначено підходи до опорядження будівлі;
- передбачено заходи для забезпечення доступності маломобільних груп населення.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

У цьому розділі подано результати конструктивної перевірки найбільш навантажених елементів каркаса будівлі. Просторову жорсткість і несучу здатність споруди, запроєктованої за монолітно-каркасною схемою, забезпечує взаємодія залізобетонних колон, плоских перекриттів і покриття.

Для детального розрахунку й аналізу обрано такі репрезентативні елементи:

Колону середнього ряду, яка сприймає найбільші вертикальні навантаження від вищерозташованих поверхів, перекриттів і покрівлі;

Плиту перекриття, яка працює в умовах розподіленого навантаження від експлуатаційних впливів.

Внутрішні зусилля - поздовжні сили, згинальні моменти та поперечні сили - визначено на основі моделі будівлі, створеної в програмному комплексі МОНОМАХ-САПР. За найбільш небезпечними комбінаціями навантажень (РКН/РКЗ) виконано підбір і перевірку площі арматурних перерізів відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009.

Отримані результати підтверджують достатню міцність, тріщиностійкість і загальну надійність запроєктованих залізобетонних конструкцій.

3.1 Залізобетонні та кам'яні конструкції

Будівлю запроєктовано за монолітно-каркасною конструктивною схемою. Просторову жорсткість забезпечують монолітні з'єднання вертикальних і горизонтальних несучих елементів, а також жорсткі вузли сходових кліток і ліфтових шахт.

Основними вертикальними несучими елементами є монолітні залізобетонні колони, що сприймають вертикальні навантаження та передають їх на фундамент. Їх розміри й розташування визначено за результатами розрахунку навантажень і з урахуванням конструктивних вимог.

Міжповерхові перекриття та покриття виконано у вигляді монолітних залізобетонних плит.

Зовнішні стіни виконано з газобетонних блоків, що мають добрі теплоізоляційні властивості й не створюють значного додаткового навантаження на каркас. Внутрішні перегородки також запроєктовано з газобетонних блоків.

Сходові клітки запроєктовано як монолітні залізобетонні конструкції з маршів і площадок. Монолітне виконання також передбачено для ліфтової шахти, що додатково підвищує жорсткість і просторову стійкість будівлі.

Для проведення розрахунків конструкцій була створена розрахункова схема будівлі в програмному комплексі MOHOMAX САПР.

Будівля запроєктована за монолітно-каркасною конструктивною схемою, де основні експлуатаційні навантаження сприймає система монолітних залізобетонних колон, на які спираються монолітні плити перекриття та покриття, а стіни підвального поверху мають підвищену жорсткість і товщину, оскільки там передбачено влаштування підземного паркінгу.

Несучі елементи каркаса - колони та плити перекриття - змодельовано з бетону класу C20/25. Для армування прийнято стрижневу арматуру класу A400C. Колони мають переріз 400×400 мм і 800×400 мм та симетричне армування; у розрахунку враховано їх роботу при сумісній дії стиску та згину, а також вимоги II групи граничних станів щодо тріщиностійкості. Поперечне армування колон виконано хомутами з кроком 150 мм. Плину перекриття змодельовано як оболонку завтовшки 220 мм, фундаментні плити - 400 мм, з армуванням у двох напрямках з урахуванням тріщиноутворення та мінімального відсотка армування. Залізобетонні стіни прийнято товщиною 250 мм і 200 мм з урахуванням просторової жорсткості будівлі та дії ґрунтового тиску.

План компонування елементів конструкції підземного і типового поверху показано на рисунку 3.1 і 3.2.

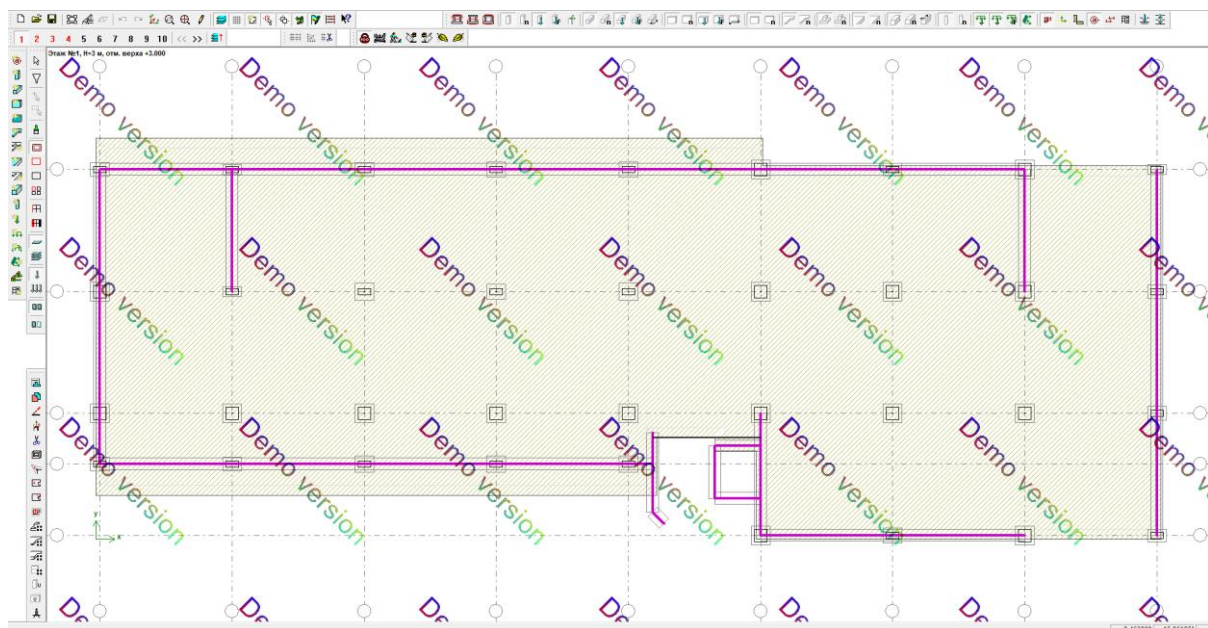


Рисунок 3.1 - План компонування елементів конструкції підземного поверху

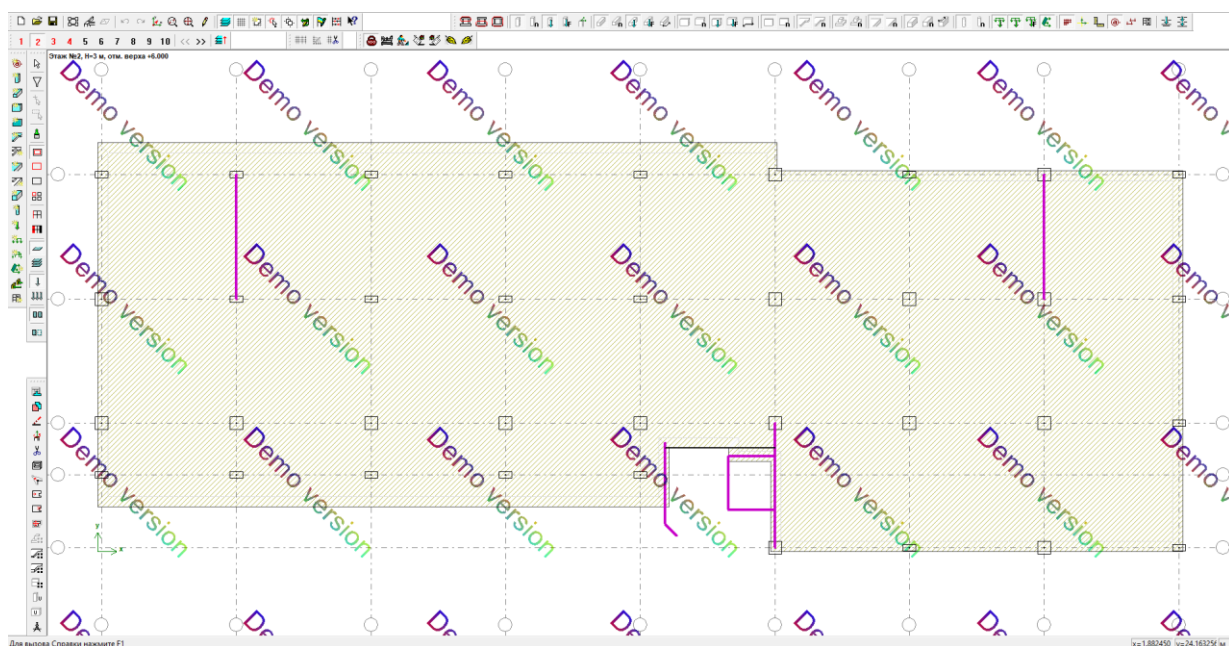


Рисунок 3.2 - План компонування елементів конструкції типового поверху

3.2 Сполучення розрахункових навантажень

Для забезпечення надійності та економічної доцільності несучих елементів будівлі їхній розрахунок виконується на основі найнесприятливіших комбінацій одночасного впливу різних факторів - так званих сполучень навантажень.

Відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006, такий підхід дозволяє уникнути надмірного консерватизму в проєктних рішеннях. Усі навантаження (постійні,

тривалі, короткочасні та особливі) інтегруються у розрахункові комплекси зі спеціальними понижуючими коефіцієнтами ймовірності, які відображають реальну можливість їхнього одночасного виникнення.

Зокрема, постійні навантаження (наприклад, власна вага конструкцій) завжди враховуються у повному обсязі ($\psi = 1$). Для тривалих навантажень (вага обладнання чи перегородок) коефіцієнт становить $\psi = 1$ для головного чинника та $\psi = 0,95$ для решти. Короткочасні впливи (корисне навантаження, снігові та вітрові дії) градуюються залежно від їхнього пріоритету: головне приймається з $\psi = 1$, друге за значущістю - з $\psi = 0,9$, а всі наступні - з $\psi = 0,7$.

Окремо оптимізовано розрахунок елементів нижніх поверхів (колон та фундаментів), які акумулюють сумарні зусилля від усієї вищерозташованої структури будівлі. Для них корисне навантаження додатково зменшується за допомогою спеціальних коефіцієнтів, що залежать від кількості поверхів над ними. На основі цих правил для кожного поверху було сформовано індивідуальні таблиці сполучень зусиль, що дозволило точно визначити внутрішні зусилля в конструкціях і виконати підбір їхніх перерізів та армування.

3.3 Розрахунок і аналіз розрахункової схеми плити перекриття

Після виконання розрахунку в програмному комплексі МОНОМАХ-САПР відкривається модуль «Плита», який дає змогу наочно оцінити роботу плити під дією різних навантажень і їхніх сполучень. У ньому відображаються графіки переміщень, прогинів і кутів повороту окремих елементів каркаса у відповідних напрямках.

Програма також дає змогу проаналізувати максимальні деформації будівлі для кожного етапу навантаження або в межах розрахункового сполучення.

Це дозволяє перевірити коректність розрахункової моделі й виявити можливі геометричні похибки, зокрема неправильне закріплення, відрив плит, перевищення граничних прогинів або перекоси.

На рисунках 3.3–3.4 наведено згинальні моменти в плиті перекриття першого поверху в двох осях координат.

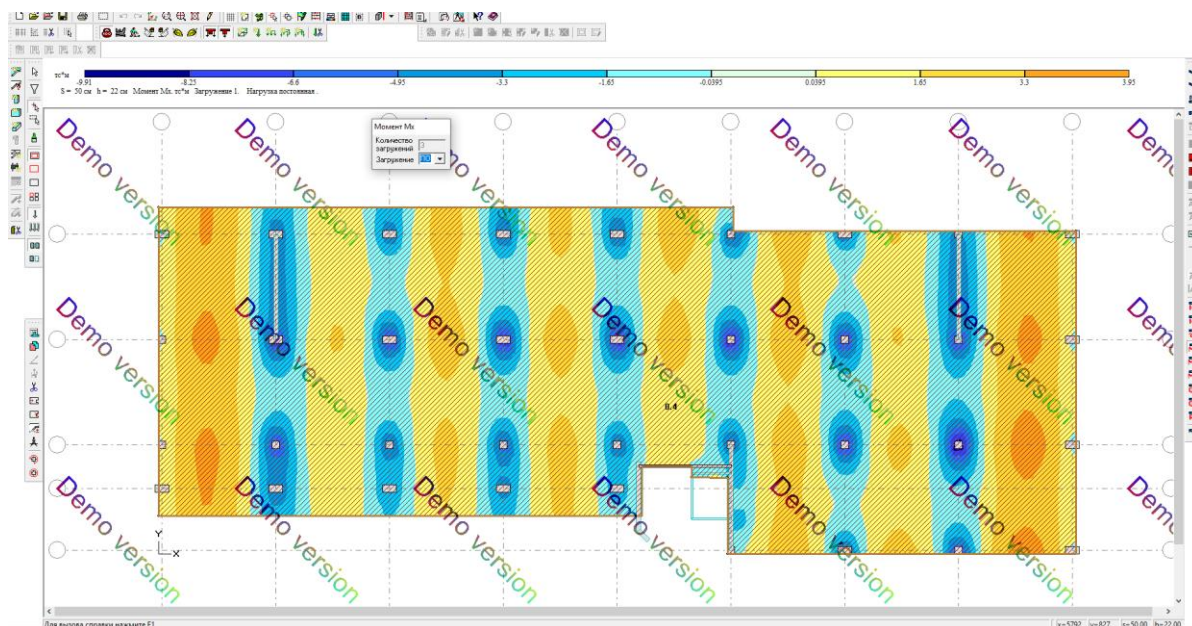


Рисунок 3.3 - Ізополя згинальних моментів навколо осі X в плиті перекриття першого поверху

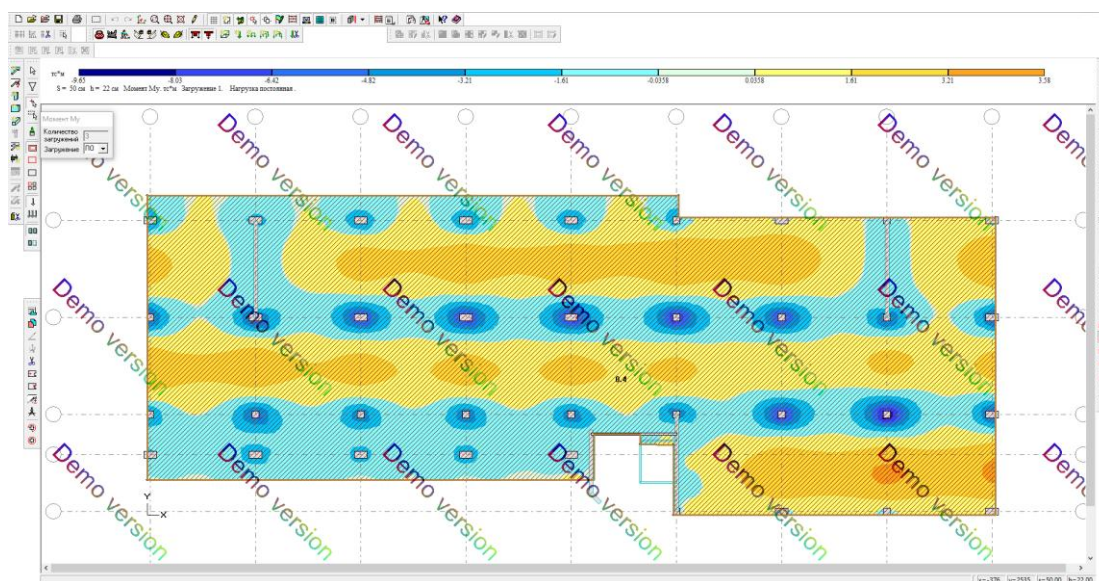


Рисунок 3.4 - Ізополя згинальних моментів навколо осі Y в плиті перекриття першого поверху

На рисунку 3.5 наведено згинаючо-крутний момент M_{xy} в плиті перекриття першого поверху

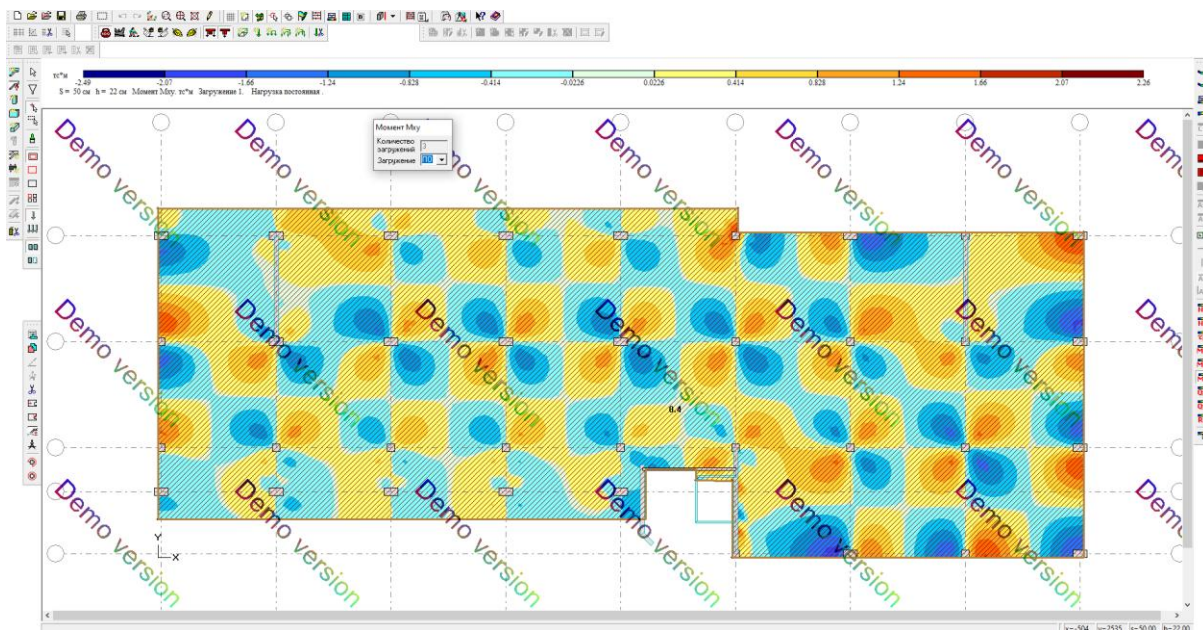


Рисунок 3.5 - Ізополі згинально-крутних моментів M_{xy} в плиті перекриття першого поверху

3.4 Підбір товщини та арматури плити перекриття

У межах розрахункового комплексу підбір армування для стержневих та пластинчастих елементів конструкції автоматизовано. Для лінійних елементів (балок та колон) розрахунок робочої поздовжньої арматури виконується із її зосередженням у кутових зонах поперечного перерізу або в його полицях. Паралельно визначаються параметри поперечного армування - встановлюється оптимальний діаметр та крок хомутів у двох місцевих координаційних напрямках.

Перед безпосереднім визначенням площі арматури у плиті перекриття першого поверху виконується розрахунок її необхідної товщини, що базується на забезпеченні жорсткості, міцності та обмеженні граничних прогинів під дією нормативних навантажень.(рис3.6)

Після верифікації геометричних параметрів плити система здійснює підбір площі робочої арматури у напрямках осей X та Y з диференціацією на верхню (надпорну) та нижню (пролітну) зони. Крім того, алгоритм враховує потребу в поперечних стержнях для сприйняття зусиль зсуву та продавлювання.

Аналіз результатів підбору поздовжнього армування плити перекриття реалізується через спеціалізовану вкладку «Залізобетон». Графічне відображення

інтенсивності армування та характер його розподілу по площі елемента в напрямках X і Y візуалізується у вигляді відповідних ізополь (рис. 3.7 - 3.8).

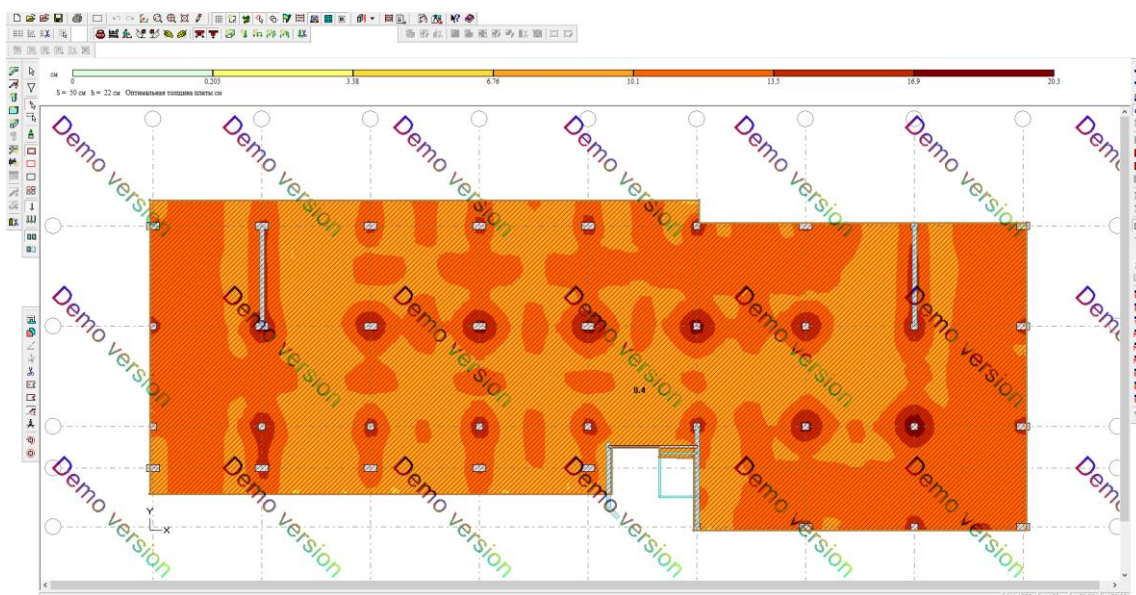


Рисунок 3.6 - Підбір оптимальної товщини плити перекриття

Після визначення оптимальної товщини плити слід оцінити доцільність прийнятої геометрії з погляду армування. Обрана товщина має забезпечувати раціональний відсоток армування, без перевитрати сталі та без потреби в надмірному посиленні поперечної арматури на продавлювання.

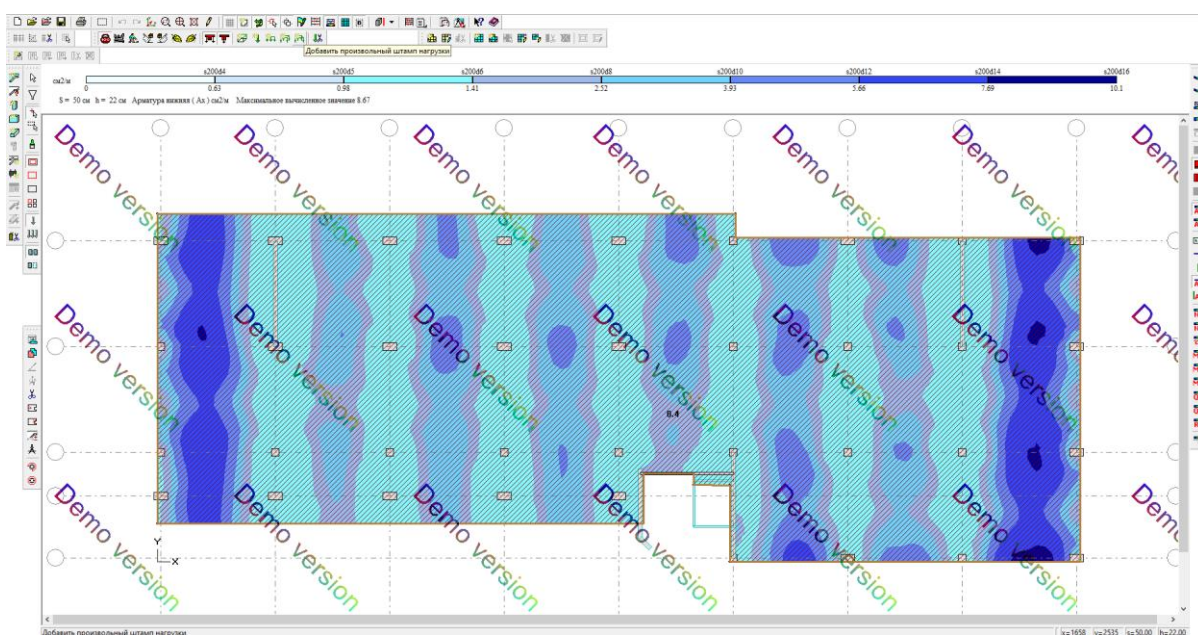


Рисунок 3.7 - Ізополя армування плити перекриття в напрямку X

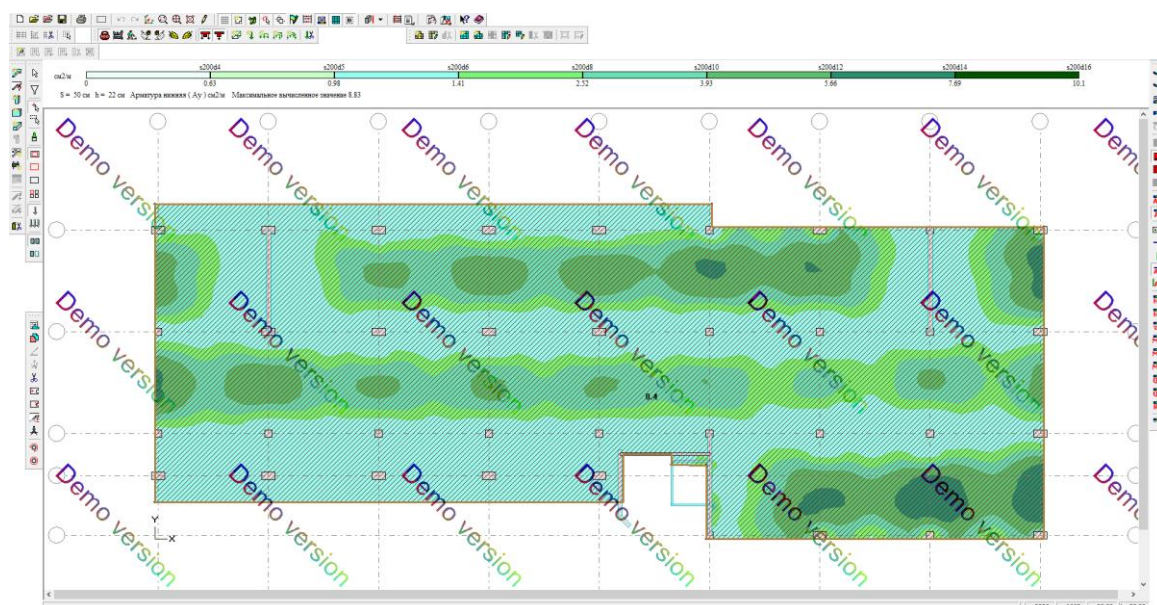


Рисунок 3.8 - Ізополя армування плити перекриття в напрямку Y

Плита перекриття товщиною 220 мм армована стрижнями класу А400С: 5Ø10 мм/м (X, нижній шар), 5Ø10 мм/м (Y, нижній шар), 5Ø10 мм/м (X і Y, верхній шар), із захисним шаром 20 мм. Також додане додадкове армування для деяких вузлів в плиті перекриття 5Ø12 мм/м.(рис 3.9)

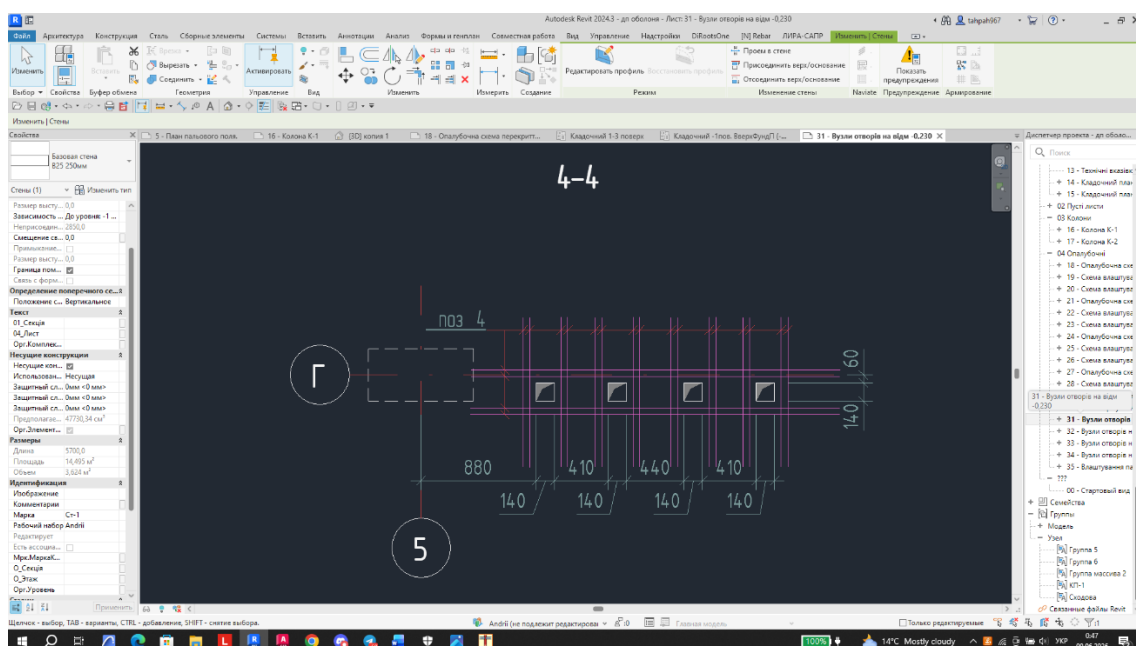


Рисунок 3.9 - Армування вузла плити перекриття на рівні -0.230

Після вибору оптимальної товщини необхідно оцінити напружено-деформований стан плити перекриття, зокрема поздовжні зусилля N_x і N_y , що виникають у її площині. Оскільки плита працює як частина єдиної просторової системи будівлі, аналіз нормальних напружень уздовж осей X і Y дає змогу врахувати вплив горизонтальних (вітрових) навантажень і перерозподіл зусиль між вертикальними несучими елементами.

За ізополями напружень N_x і N_y , а також згинальних моментів і поперечних сил система виконує підбір робочої арматури в напрямках X і Y з поділом на верхній і нижній шари (рис.3.10-3.11).

За потреби враховується і поперечна арматура для сприйняття зсувних зусиль і продавлювання в зонах концентрації напружень біля колон.

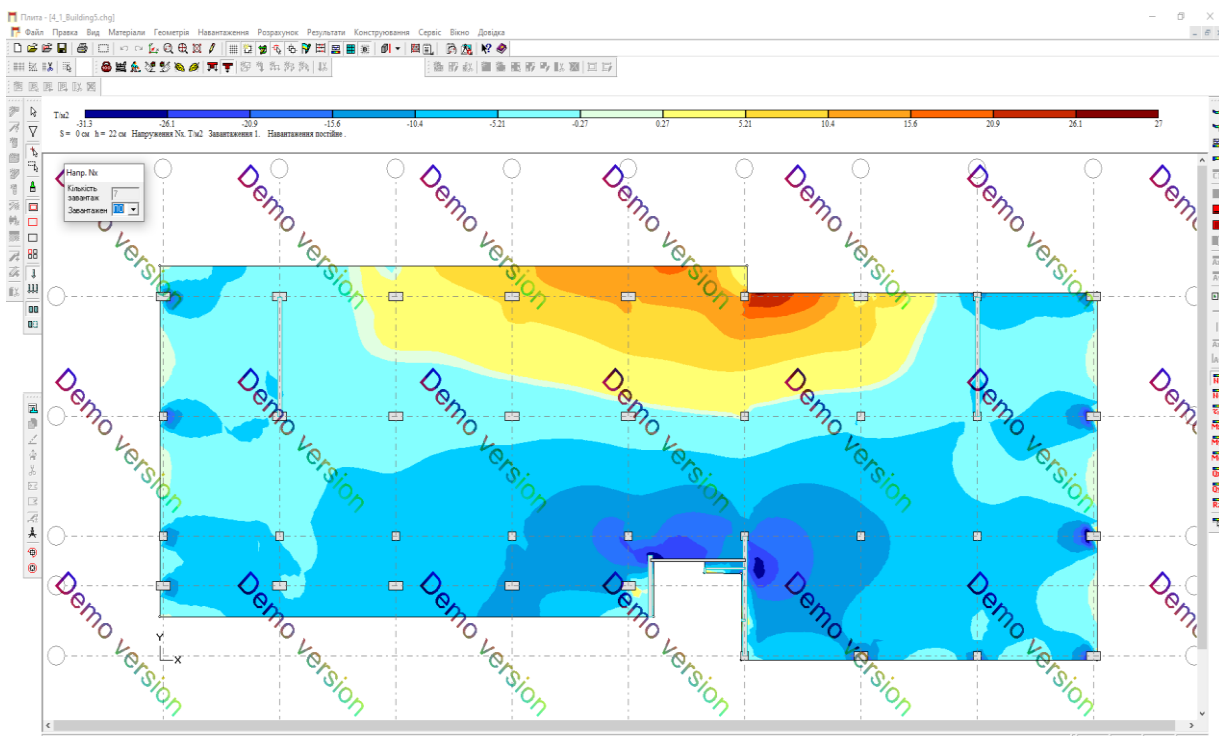


Рисунок 3.10 - Ізополя напружень N_x в плиті перекриття

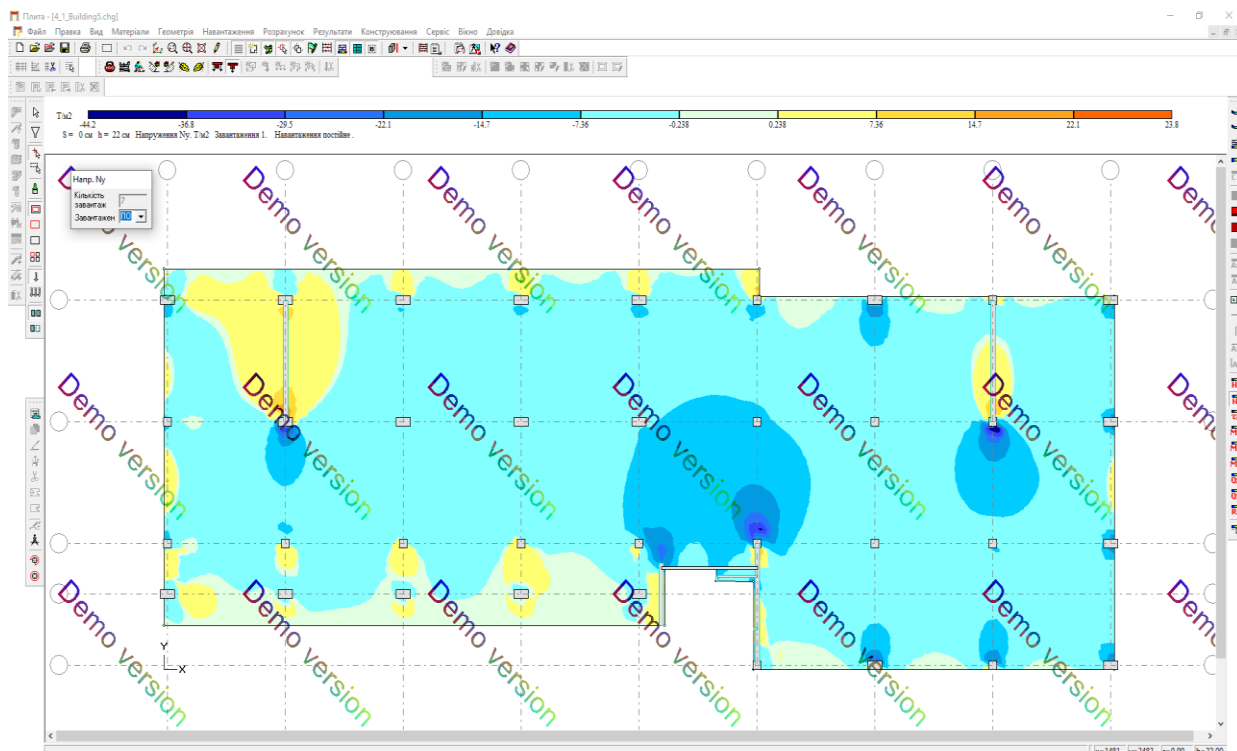


Рисунок 3.11 - Ізополі напружень N_y в плиті перекриття

Поперечні сили Q_x і Q_y характеризують зсувні напруження, що виникають під дією вертикальних навантажень.

Найбільші значення Q_x і Q_y зосереджені в зонах спирання плити на колони та стіни. Їх оцінка є ключовою для перевірки міцності бетону на зсув і продавлювання (рис.3.12-3.13).

За результатами аналізу ізополів зусиль система автоматично підбирає поздовжню робочу арматуру в напрямках X і Y з розподілом на верхній і нижній шари, а також визначає потребу в поперечній арматурі в опорних зонах.

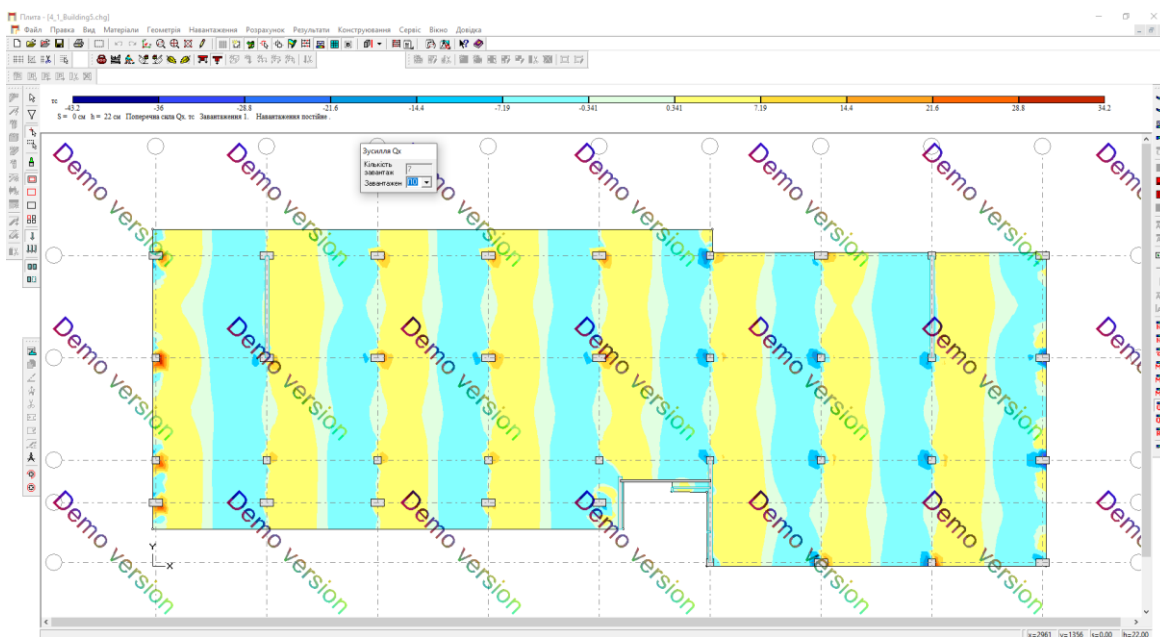


Рисунок 3.12 - Ізополя зусилля Q_x в плиті перекриття

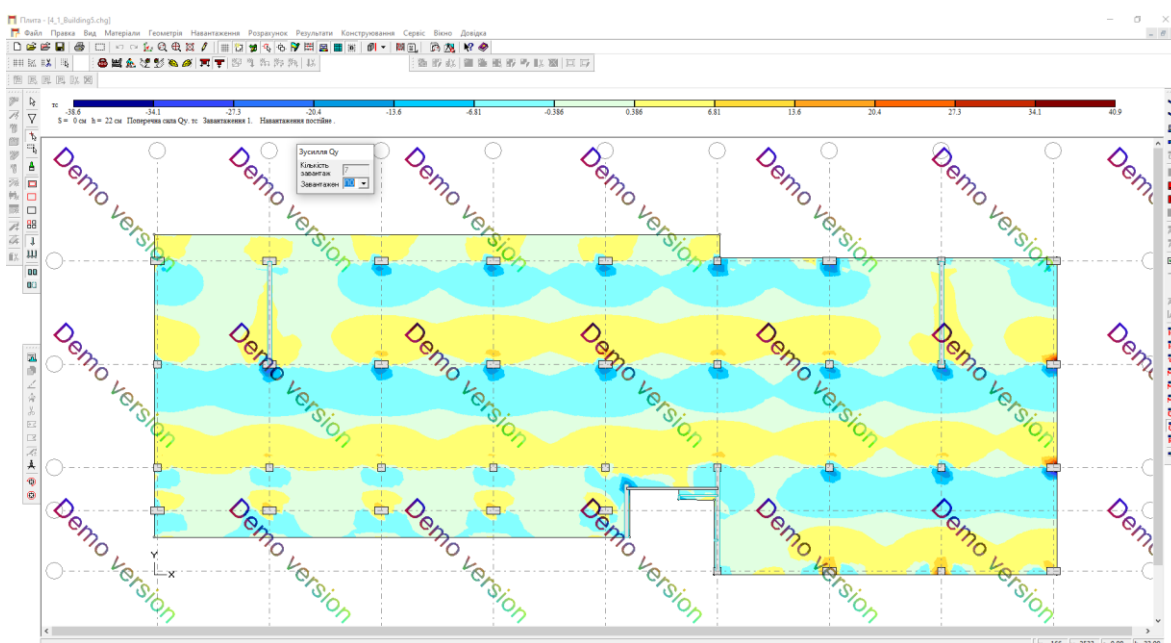


Рисунок 3.13 - Ізополя зусилля Q_y в плиті перекриття

3.5 Армування колони

Для підбору арматури в колоні застосовується локальний режим армування в модулі МОНОМАХ-САПР Колона (рис. 3.11). У рамках даного дослідження розглянуто одну з колон середнього ряду першого поверху, що бере участь у

сприйнятті основних вертикальних навантажень у центральній частині каркасу будівлі.

Колони запроєктовано з монолітного залізобетону класу С20/25 із симетричним армуванням стрижнями класу А400С. Переріз колони становить 400×400 мм. Поздовжнє армування прийнято у вигляді восьми стрижнів $\varnothing 16$ мм - чотирьох у кутах і чотирьох уздовж сторін, що забезпечує площу арматури $16,08 \text{ см}^2$. Прийняте армування відповідає результатам розрахунку та конструктивним вимогам ДБН В.2.6-98:2009 (рис.3.14).

Для колон підземного рівня передбачено поздовжнє армування вісьмома стрижнями $\varnothing 18$ мм - чотирма у кутах і чотирма вздовж граней. що забезпечує площу арматури $20,36 \text{ см}^2$.

Таке рішення підвищує несучу здатність елементів і забезпечує ефективнішу передачу навантаження на пальовий фундамент.

Поперечне армування виконано хомутами $\varnothing 10$ мм класу А240С з кроком 150 мм по висоті колони. Таке армування забезпечує сприйняття поперечних зусиль і запобігає крихкому руйнуванню.

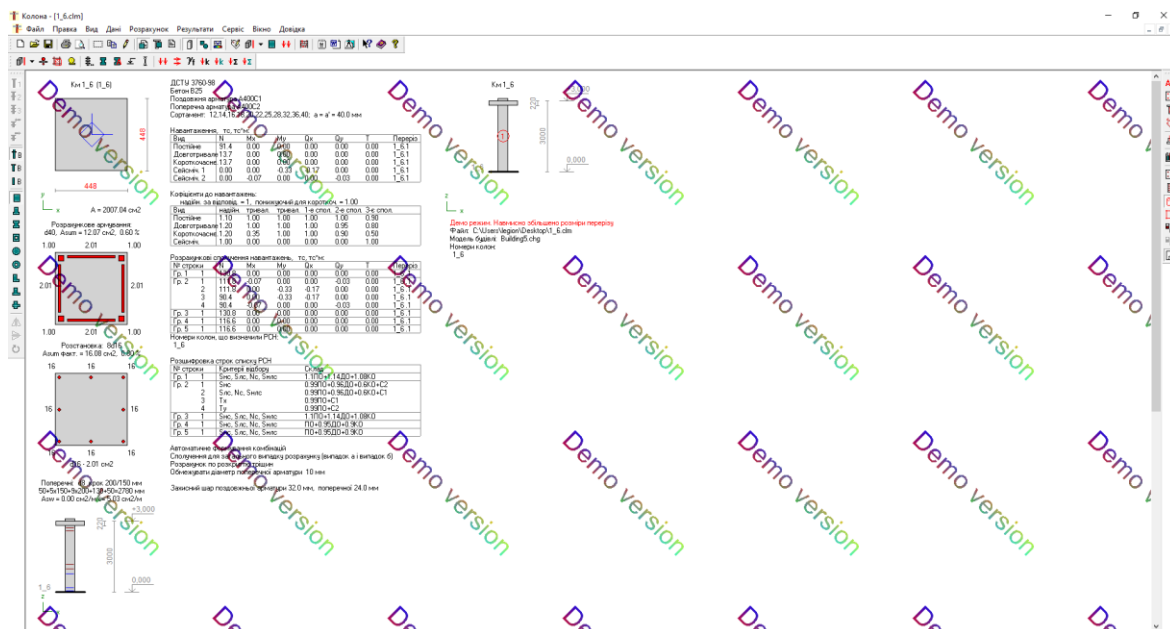


Рисунок 3.14 - Вихідні дані для армування колони

3.6 Розрахунок фундаментів та основи

Проектування основ і фундаментів виконано відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд» і ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів». Вихідними даними слугували матеріали інженерно-геологічних вишукувань майданчика будівництва. За результатами буріння свердловин встановлено таке нашарування ґрунтів (зверху вниз):

ІГЕ-1 (0,0–0,5 м): рослинний шар ґрунту (чорнозем).

ІГЕ-2 (0,5–2,5 м): лесовидні суглинки напівтвердої консистенції. За зволоження виявляють просідаючі властивості.

ІГЕ-3 (2,5–6,5 м): пісок мілкий з прошарками піску пилюватого та супіску, жовто-сірий, малого ступеню водонасичення, середньої щільності.

ІГЕ-4: (6,5–11,0 м): пісок крупний.

З урахуванням значних навантажень від багатоповерхового залізобетонного каркаса та наявності слабких ґрунтів у верхній частині основи прийнято пальові фундаменти. Таке рішення дає змогу пройти слабкі суглинки й передати навантаження на міцний піщаний опорний шар.

Фундаменти під колони каркаса запроєктовано у вигляді окремих пальових кушів, об'єднаних монолітними залізобетонними ростверками (рис.3.15).

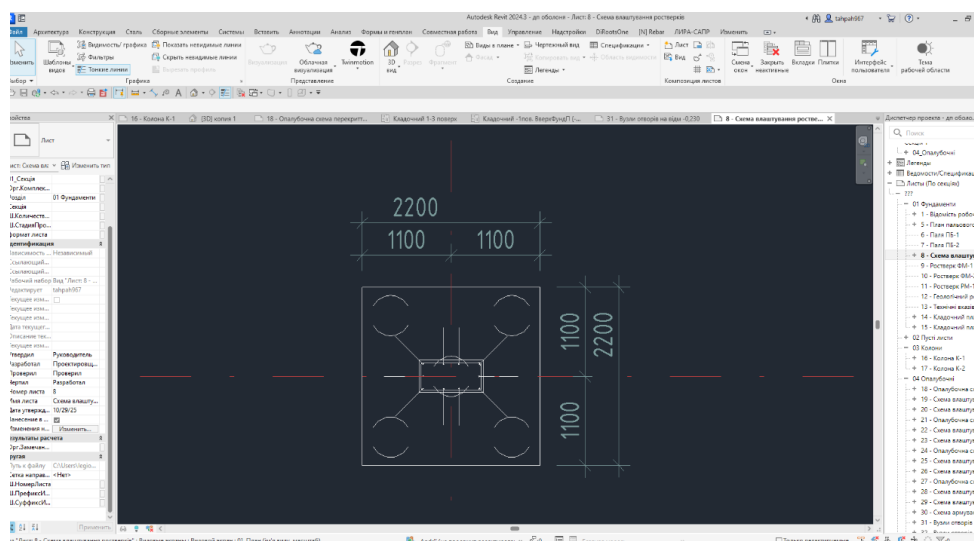


Рисунок 3.15 - План ростверка колони центрального ряду

Палі: Бурунабивні залізобетонні палі круглого перерізу діаметром $d = 500\text{мм}$ і довжиною $l = 9\text{ м}$.

Геометричні характеристики перерізу:

$$\text{площа підосви палі } A = \frac{\pi \times d^2}{4} = 0.196\text{м}^2 ,$$

$$\text{периметр стовбура } u = \pi \times d = 1.57\text{м} .$$

Таблиця 3.1 – Специфікація палъ

Позначення	Несуча здатність	Осідання	Крок	Кількість
	$F_d(kN)$	$s(\text{м})$	мм	шт
ПБ-1	600	0.2	1500	146

Палі виконано з важкого бетону класу C20/25 і армовано просторовими циліндричними каркасами з робочою арматурою класу A400C.

За результатами розрахунку згинальних моментів від реактивного опору палъ у програмному комплексі виконано підбір армування підосви ростверку.

Розрахунок осадки пальового фундаменту виконано як для умовного масиву фундаменту. Розрахункова абсолютна осадка куца становить $S = 14\text{мм}$, що не перевищує гранично допустимого значення для каркасних будівель ($S = 80\text{мм}$ згідно з ДБН). Нерівномірність осадок суміжних фундаментів знаходиться в межах допусків.

На основі обчислених згинальних моментів від реактивної відсічі палъ виконано підбір арматури підосви ростверку в програмному комплексі.

Робоче армування прийнято у вигляді нижньої та верхньої ортогональних сіток із арматури класу A400C (рис.3.16).

Для фіксації верхньої сітки додатково встановлено просторові підтримувальні каркаси, а в зонах продавлювання під колоною передбачено розрахункову арматуру.

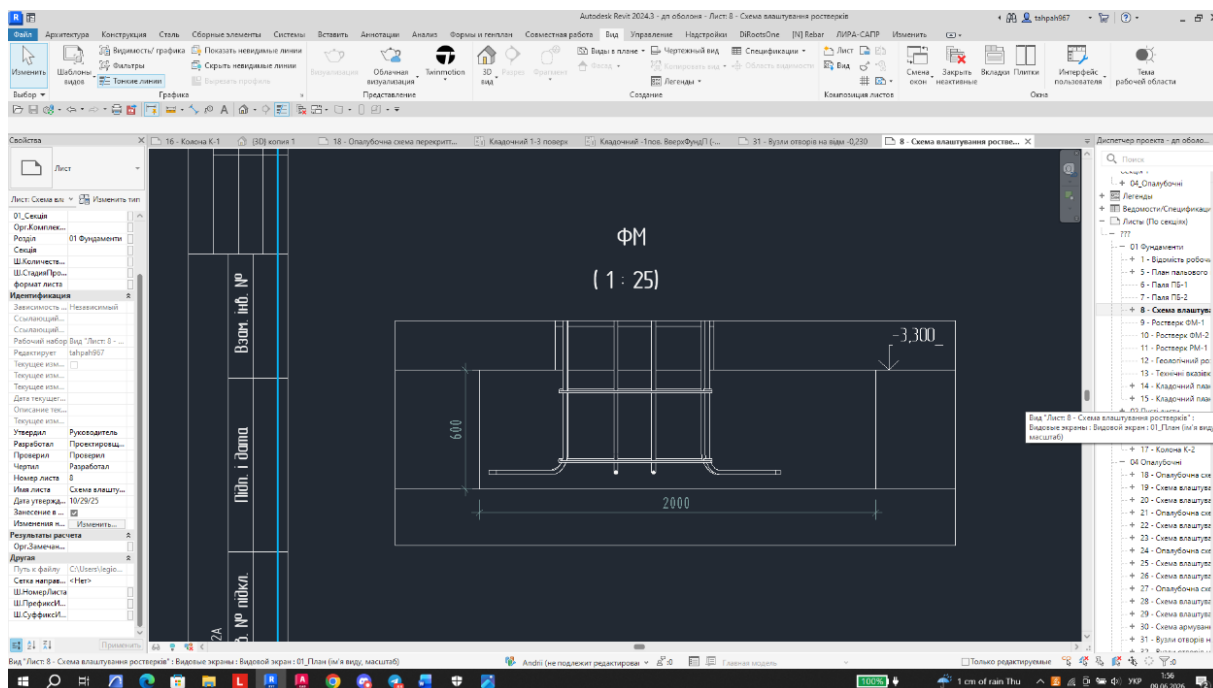


Рисунок 3.16 - Армування ростверка

3.7 Підбір арматури монолітної залізобетонної стіни

Розрахунок і підбір армування монолітних залізобетонних стін (діафрагм жорсткості) виконують відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону».

Армування монолітної стіни прийнято симетричним і дворядним — у вигляді вертикальних та горизонтальних сіток, розміщених біля обох граней стіни(рис.3.15)

Вертикальна (поздовжня) арматура сприймає основні стискальні та розтягувальні зусилля від вертикальних навантажень і згинальних моментів. Програмний комплекс автоматично визначає необхідну площу стержнів A_s на 1 пог. м стіни.

3.8 Висновки за розділом 3

У цьому розділі подано результати комплексного розрахунку та конструювання основних несучих елементів залізобетонного каркаса будівлі. Метою проєктування було забезпечення міцності, стійкості, просторової жорсткості та геометричної незмінюваності конструктивної системи на всіх етапах зведення й подальшої експлуатації споруди.

Об'єктами детального аналізу, чисельного моделювання та конструювання були:

- вертикальні несучі елементи: монолітні залізобетонні колони;
- горизонтальні несучі елементи: міжповерхові плити перекриття та покриття.

Для дослідження напружено-деформованого стану (НДС) елементів будівлі створено тривимірну інтегровану модель у програмному комплексі МОНОМАХ-САПР (модуль «Компоновка»).

Конструкції розраховано на дію найнебезпечніших комбінацій зусиль — пакетів розрахункових сполучень навантажень (РСН), автоматично сформованих програмним комплексом відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».

Після загального розрахунку будівлі в модулі «Компоновка» та передачі зусиль детальний аналіз і підбір армування виконано у спеціалізованих локальних модулях ПК МОНОМАХ-САПР:

Модуль «Колона»: виконано розрахунок перерізів на позацентрове стиснення з урахуванням випадкового ексцентриситету та поздовжнього випинання. Програма автоматично визначила необхідну площу поздовжньої робочої арматури й сформувала схему розміщення конструктивних хомутів для сприйняття поперечних сил.

Модуль «Плита»: на основі ізополів напружень і згинальних моментів (M_x , M_y) підібрано площу фонові арматури в нижній і верхній зонах. Окремо

визначено зони додаткового надпорного армування в місцях примикання плит до колон і виконано перевірку плити на продавлювання від зосереджених зусиль.

Отже, запроєктовані несучі залізобетонні конструкції відповідають вимогам міцності, жорсткості, стійкості та тріщиностійкості за ДБН В.2.6-98:2009, що забезпечує їх безпечну й надійну експлуатацію протягом усього розрахункового строку служби будівлі.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Техніка безпеки при роботі із механізмами

До роботи з механізмами (екскаваторами, кранами, підйомниками, бетонозмішувачами, компресорами тощо) допускаються лише працівники, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці, спеціальне навчання та перевірку знань з безпеки. Керування технікою без належної кваліфікації забороняється.

Перед початком кожної зміни всі механізми підлягають технічному огляду, а виявлені несправності мають бути усунені до початку роботи. Заборонено експлуатувати обладнання з несправними гальмами, сигналізацією, обмежувачами вантажу чи іншими дефектами, що можуть загрожувати життю та здоров'ю працівників [11].

Електрообладнання має бути заземлене, а його підключення до мережі — виконане через захисні пристрої [8].

У нічний час або за недостатньої видимості робоча зона повинна бути належно освітлена без утворення тіней.

Під час дощу, снігу або сильного вітру експлуатацію зовнішніх механізмів обмежують або припиняють відповідно до інструкцій виробника та чинних вимог охорони праці.

4.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів

Під час виконання будівельних робіт по зведенню будівлі дев'ятиповерхової житлової будівлі здійснюються роботи підвищеної небезпеки та використовується устаткування підвищеної небезпеки, визначені відповідно до: Постанови Кабінету Міністрів 49 України № 77 від 03.02.2021 "Про затвердження переліків видів робіт

підвищеної небезпеки та машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки".[11]

Згідно з додатком 1 до Постанови № 77, під час будівництва будинку середньої поверховості з вбудованими громадськими приміщеннями виконуються такі роботи підвищеної небезпеки згідно таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Перелік робіт підвищеної небезпеки під час будівництва житлового будинку з підземним паркінгом

№	Вид робіт	Обґрунтування застосування
1	Роботи на висоті понад 1,3 м	Монтажні, мурувальні, оздоблювальні роботи
2	Роботи в колодязях, траншеях, котлованах глибиною понад 1,3 м	Земляні, монтажні роботи комунікацій
3	Зварювальні та газополум'яні роботи	З'єднання металоконструкцій, монтаж труб
4	Роботи з електроустановками напругою понад 50 В	Підключення електричних мереж та обладнання
5	Роботи з підйомними спорудами, кранами, лебідками	Подача матеріалів, монтаж
6	Вантажно-розвантажувальні роботи з застосуванням машин	Робота автокранів, навантажувачів
7	Роботи з ручним механізованим інструментом	Перфоратори, шліфувальні машини, відбійні молотки
8	Роботи з небезпечними речовинами (фарби, клеї, гази)	Оздоблювальні, сантехнічні роботи
9	Роботи у неосвітлених або недостатньо освітлених місцях	Внутрішні приміщення, вечірні роботи
10	Роботи в умовах дії вібрації, шуму, пилу	Робота з бетономішалками, різання бетону

Роботи на висоті, біля відкритих струмоведаччих частин або у складних умовах виконуються виключно у присутності другого працівника, який контролює дотримання вимог безпеки та має можливість негайного реагування у разі аварії.

Забороняється залишати без нагляду включені електроустановки, використовувати несправне або саморобне обладнання, порушувати схеми з'єднання, виконувати підключення без попереднього огляду та випробування. Всі випадки виявлення пошкоджень ізоляції, іскріння, запаху горілого, нагрівання струмоведаччих частин повинні бути негайно усунені з обов'язковим знеструмленням обладнання.

Після завершення робіт необхідно зняти заземлення, відновити огороження, перевірити схему підключення та зробити відповідний запис у журналі.

Будь-які порушення техніки безпеки при роботі з електроустановками напругою понад 50 В категорично заборонені, оскільки можуть призвести до тяжких наслідків, включаючи електротравми, пожежу або загибель працівників. Усі роботи мають відповідати ДБН А.3.2-2-2009 та супровідним нормативно правовим актам.

До експлуатації підйомних споруд, кранів, лебідок допускаються лише працівники, які пройшли спеціальне навчання, перевірку знань з охорони праці, мають відповідне посвідчення та пройшли медичний огляд. Усі механізми мають бути технічно справними, пройти періодичний огляд і випробування згідно з графіком, затвердженим відповідальною особою.

Перед початком роботи машиніст зобов'язаний перевірити технічний стан обладнання, наявність захисних пристроїв, сигналізації, справність гальмівної системи, з'єднувальних елементів та страхувальних пристроїв.

Забороняється експлуатація підйомних споруд при несправності обмежувачів вантажопідйомності, кінцевих вимикачів, гальм, у разі витoku масла або пошкодження металевих конструкцій. Роботи під час сильного вітру, зливи, грози або в умовах недостатньої видимості допускаються лише за спеціальним дозволом з обов'язковими додатковими заходами безпеки. Завантаження та переміщення вантажів мають проводитися згідно з допустимими технічними характеристиками механізму. Перевищення вантажопідйомності або використання споруди не за призначенням забороняється.

Під час підйому та опускання вантажів працівники зобов'язані перебувати поза небезпечною зоною. Переміщення вантажу допускається лише за чітким сигналом стропальника, який відповідає за правильне стропування, балансування вантажу та дотримання безпечного маршруту переміщення. [15]

Робота крана або лебідки без стропальника категорично заборонена. Подача вантажу через місця з інтенсивним рухом або над людьми не допускається.

Усі стропи, канати, блоки та гакові підвіски мають бути атестованими, технічно справними, без пошкоджень і корозії. Використання саморобних або пошкоджених елементів стропування забороняється.

Після завершення роботи підйомні споруди необхідно вивести у безпечне положення, зняти навантаження, вимкнути живлення, заблокувати механізми від несанкціонованого доступу та зробити запис у журналі експлуатації.

Під час виконання монтажних, вантажно-розвантажувальних робіт за участі підйомних механізмів зобов'язано дотримуватися вимог ДБН А.3.2-2-2009 та чинних НПАОП. Усі роботи проводити лише відповідно до затверджених технологічних карт, проектів виконання робіт або інструкцій. Порухення встановлених правил техніки безпеки є неприпустимим та несе за собою відповідальність.

Вимоги техніки безпеки при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт із застосуванням машин

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт із застосуванням машин на будівельному майданчику дотримуватися вимог безпеки, встановлених чинними нормами, зокрема ДБН А.3.2-2-2009. Забороняється використовувати вантажопідіймальні механізми без проведення технічного огляду та реєстрації у встановленому порядку.

До керування машинами допускаються лише особи, які мають відповідну кваліфікацію, посвідчення, пройшли навчання з охорони праці та інструктаж. Перед початком робіт машиніст зобов'язаний перевірити справність устаткування, сигналізацію, обмежувачі вантажопідйомності та наявність усіх необхідних захисних пристроїв.

У зоні дії підйомного механізму забороняється перебувати стороннім особам. Роботи виконуються лише за наявності надійного огороження небезпечної зони або під наглядом відповідальної особи. Навантаження та розвантаження вантажу здійснюється лише на рівному, стійкому ґрунті або спеціально обладнаному майданчику. [15]

Не допускається виконання робіт під час несприятливих погодних умов, які можуть вплинути на стійкість вантажу чи механізму. Усі вантажі мають бути правильно строповані, використовуючи справні вантажозахоплювальні пристрої, а також надійно закріплені перед підйомом.

Категорично забороняється перебування людей на вантажі або під піднятим вантажем. Під час підйому, переміщення чи опускання вантажу забороняється різке гальмування, ривки та будь-які дії, що можуть призвести до розгойдування вантажу або його падіння.

Команду на підйом або переміщення вантажу подає лише одна відповідальна особа, узгоджена з машиністом. Усі учасники робіт повинні використовувати засоби індивідуального захисту згідно з вимогами охорони праці, включаючи каски, рукавиці, сигнальні жилети та спецвзуття.

Після завершення робіт обладнання слід перевести у безпечний стан, від'єднати від джерел живлення та заблокувати доступ до керування. За невиконання вимог техніки безпеки під час вантажно-розвантажувальних робіт особи несуть дисциплінарну, адміністративну або кримінальну відповідальність відповідно до чинного законодавства.

Вимоги техніки безпеки при роботі з ручним механізованим інструментом

Під час роботи з ручним механізованим інструментом на будівельному майданчику дотримуватися вимог безпеки, установлених ДБН А.3.2-2-2009. До експлуатації інструменту допускаються лише особи, які пройшли навчання, інструктаж з охорони праці та мають відповідні навички.

Інструмент повинен бути справним, сертифікованим, мати заводське маркування та відповідати призначенню. Перед початком роботи обов'язково перевірити його технічний стан, справність ізоляції, кабелів, вимикачів та наявність захисних кожухів.

Забороняється використовувати інструмент із видимими пошкодженнями, несправною ізоляцією, пошкодженими кабелями або при відсутності заземлення.

53 Заборонено працювати з інструментом у вибухо- та пожежонебезпечному середовищі, якщо він не призначений для таких умов.

Робоче місце повинно бути добре освітленим, очищеним від сторонніх предметів, із надійним покриттям, яке унеможливило ковзання та падіння. Не дозволяється залишати інструмент у ввімкненому стані без нагляду або переносити його, тримаючи за кабель. Забороняється виконання робіт у вологому середовищі без спеціального інструменту з подвійною ізоляцією.

Під час роботи необхідно користуватись засобами індивідуального захисту — захисними окулярами, рукавицями, спецодягом, при потребі — засобами захисту органів слуху. У разі виявлення будь-яких несправностей інструмент негайно відключається, робота з ним припиняється, і він передається на технічний огляд або ремонт. [15]

Не допускається самостійне розбирання або модифікація інструменту без дозволу відповідальних осіб. Заборонено одночасне використання інструменту кількома працівниками, якщо він не розрахований на це конструктивно.

Після завершення роботи інструмент необхідно відключити від джерела живлення, очистити та розмістити у спеціально відведеному місці для зберігання. Порухення вимог техніки безпеки при роботі з ручним механізованим інструментом категорично забороняється і тягне за собою відповідальність згідно з чинним законодавством.

Вимоги техніки безпеки при роботі у неосвітлених або недостатньо освітлених місцях

Під час виконання робіт у неосвітлених або недостатньо освітлених місцях дотримуватись вимог безпеки відповідно до ДБН А.3.2-2-2009. Роботи за умов недостатньої видимості забороняється виконувати без попереднього забезпечення достатнього штучного освітлення. Усі джерела світла повинні відповідати нормам за інтенсивністю, рівномірністю та спектральними характеристиками.

Забороняється використовувати несправні або саморобні світильники. Освітлювальне обладнання має бути справним, заземленим і захищеним від вологи, пилу та механічних пошкоджень.

У місцях із підвищеною небезпекою застосовуються світильники з пониженою напругою. При аварійному знеструмленні електромережі зобов'язано негайно припинити роботу та вжити заходів для відновлення безпечних умов.

Усі пересування в темних зонах допускаються лише за наявності переносних джерел світла, які мають бути закріплені так, щоб не створювати тіней або осліплення працівників. Забороняється тримати освітлювальні пристрої в руках під час виконання робіт, які потребують обох рук або концентрації уваги.

Працівники повинні бути оснащені індивідуальними джерелами світла, такими як налобні або наручні ліхтарі, із джерелом живлення, що забезпечує безперебійну роботу протягом усього часу перебування в зоні з недостатнім освітленням. Освітлення робочих місць повинно вмикатись завчасно перед початком роботи та залишатися увімкненим до повного завершення робіт і виходу персоналу з темної ділянки.

Не допускається використання свічок, факелів або відкритого вогню як джерел освітлення. Усі аварійні виходи, маршрути евакуації та зони підвищеної небезпеки зобов'язані бути позначені світловими або світловідбивальними знаками.

Відповідальні особи зобов'язані здійснювати постійний контроль за рівнем освітленості, станом електроосвітлення та своєчасним усуненням несправностей. Робота в темних або погано освітлених місцях без відповідних технічних засобів забороняється. За порушення вимог безпеки встановлюється відповідальність згідно з чинним законодавством.

Вимоги техніки безпеки при роботі в умовах дії вібрації, шуму, пилу

Під час виконання робіт у будівництві в умовах дії вібрації, шуму та пилу дотримуватись вимог техніки безпеки, визначених ДБН А.3.2-2-2009. Забороняється виконання робіт із перевищенням встановлених гранично 55 допустимих рівнів шуму, вібрації або запиленості без організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист працівників. [13]

Робочі місця повинні бути обладнані засобами, що знижують рівень вібраційного та шумового навантаження, включаючи віброізоляцію інструментів, звукоізоляційні екрани та шумопоглинаючі матеріали.

Усі механізми та машини, які створюють підвищений рівень шуму або вібрації, повинні пройти технічний огляд і бути оснащені пристроями для зменшення шкідливих впливів. При виявленні перевищень допустимих норм робота негайно припиняється до усунення причин.

Робота у запилених зонах забороняється без використання ефективної витяжної вентиляції або систем зрошення пилу. Застосування інструментів або обладнання, що спричиняють підвищену вібрацію, дозволяється тільки при наявності перерв у роботі, регламентованих санітарними нормами, а також за умови використання антивібраційних рукавиць і прокладок.

Працівники зобов'язані користуватись засобами індивідуального захисту — протишумовими навушниками або вкладишами, пилозахисними респіраторами, окулярами, рукавицями.

Забороняється виконання робіт без проходження медичного огляду, якщо є підозра на підвищену чутливість до шуму, пилу або вібрації. При виявленні ознак погіршення самопочуття робота негайно припиняється, а працівнику надається необхідна допомога. [13]

Усі роботи, пов'язані з впливом цих шкідливих факторів, мають проводитись з урахуванням гігієнічних нормативів, а рівень шкідливих факторів на робочих місцях підлягає систематичному контролю.

Відповідальні особи зобов'язані забезпечити умови, які не допускають тривалого впливу вібрації, шуму чи пилу на організм працівників. Недотримання вимог безпеки є неприпустимим і тягне за собою відповідальність згідно з чинним законодавством.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайні ситуації можуть виникати як внаслідок техногенних аварій, так і через природні явища або дії людського фактору, й охоплюють широкий спектр потенційних загроз: пожежі, вибухи, обвалення конструкцій, ураження електричним струмом, витоки небезпечних речовин, надзвичайні погодні умови чи землетруси.

Ефективне реагування на такі події потребує чіткої організації, інформованості персоналу та завчасно підготовленого плану дій.

На об'єкті будівництва дев'ятиповерхового будинку розробляється План дій у разі надзвичайних ситуацій, який включає схеми евакуації, перелік відповідальних осіб, алгоритми сповіщення та інструкції для працівників. Усі учасники будівництва повинні бути ознайомлені з цим планом ще до початку виконання робіт.

Проведення регулярних навчань і тренувань дозволяє сформувати в працівників правильні дії у критичних обставинах, що сприяє зменшенню ризиків і запобіганню паніці.

Особлива увага приділяється пожежній безпеці. Будівельний майданчик обладнується первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, ящиками з піском, протипожежними щитами. Забороняється зберігання легкозаймистих матеріалів у невстановлених місцях або безпосередньо біля джерел тепла.

Тимчасові електромережі повинні бути прокладені згідно з нормативами, а з'єднання – ізольовані й захищені від вологи. У разі виявлення загоряння діє система негайного сповіщення, працівники евакуюються за визначеним маршрутом, а відповідальні особи викликають пожежну службу.

4.3 Висновки за розділом 6

У розділі "Охорона праці" було розглянуто організаційні та технічні заходи, спрямовані на створення безпечних умов праці під час будівництва дев'ятиповерхового будинку.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що ефективна система охорони праці є невід'ємною складовою сучасного будівельного процесу, яка не тільки мінімізує ризики виробничого травматизму, а й забезпечує стабільний ритм виконання робіт.

Також зроблено акцент на важливості постійного контролю за станом умов праці, виконанням норм чинного законодавства у сфері охорони праці, екологічної безпеки, а також на впровадженні системного підходу до управління ризиками.

Загалом реалізація комплексу заходів з охорони праці під час будівництва дев'ятиповерхової житлової будівлі спрямована на досягнення головної мети – збереження життя, здоров'я та працездатності працівників. Це не лише вимога законодавства, а й етичне зобов'язання кожного роботодавця і фахівця, який бере участь у будівництві об'єкта.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт дев'ятиповерхового житлового будинку з підземним паркінгом у м. Тернопіль. На підставі аналізу інженерно-геологічних умов обґрунтовано вибір пальового фундаменту та конструктивної схеми будівлі. Архітектурно-планувальні й конструктивні рішення опрацьовано з урахуванням вимог нормативної бази та сучасних підходів до забудови.

Для перевірки надійності конструкцій виконано просторове моделювання будівлі в програмному комплексі МОНОМАХ-САПР. Проведено розрахунок навантажень, визначено зусилля в несучих елементах і підібрано армування відповідно до вимог щодо міцності, жорсткості та тріщиностійкості. Отримані результати підтвердили відповідність конструкцій проєктним і експлуатаційним вимогам.

Використання Autodesk Revit 2024 вивело проєктування дев'ятиповерхового житлового будинку на новий рівень: забезпечило оперативну координацію архітектурних і конструктивних рішень підземного паркінгу, високу точність документації та відповідність сучасним вимогам BIM-проєктування в Україні.

Проєкт забезпечує функціональність, безпечну експлуатацію будівлі та дотримання вимог щодо інженерного захисту населення в надзвичайних ситуаціях.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДБН В.2.2-40:2018. "Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення". На заміну ДБН В.2.2-17:2006 ; чинний від 01.04.2019. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3626580502787392825
2. ДБН В.1.1-7:2016. "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги". На заміну ДБН В.1.1-7-2002; чинний від 01.06.2017. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3080743763845318619.
3. ДБН В.2.2-12:2019. "Планування та забудова територій". На заміну ДБН В.2.2-12:2018 ; чинний від 01.12.2019. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3260441209981634046
4. ДБН В.2.2-5:2023. "Захисні споруди цивільного захисту". Чинний від 01.11.2023 URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3530699073772324792?doc_type=2.
5. ДБН В.1.1-12:2014. "Будівництво в сейсмічних районах України". На заміну ДБН В.1.1-12:2006 ; чинний від 01.12.2014. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3038077155897509804?doc_type=2.
6. ДБН В.2.3-15:2007. "Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів". На заміну ВСН 01-89 в частині обладнання стоянок і гаражів для легкових автомобілів ; 59 URL: від чинний від 01.08.2007. https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3200360843703224166?doc_type=2.
7. ДБН В.2.6-31:2021. "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель". На заміну ДБН В.2.6-31:2016 ; чинний від 01.09.2019. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3075196638495507996?doc_type=2.
8. ДБН В.2.6-98:2009. "Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення". На заміну СНиП 2.03.01-84 ; чинний від 01.06.2011. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3200410998024438840.
9. ДБН В.1.2-2:2006. "Навантаження і впливи. Норми проектування". Чинний https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199621970136139233.

10. ДБН В.2.1-10-2018. "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення". На заміну ДБН В.2.1-10-2009 ; чинний від 01.01.2019. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074244333172426323.

11. ДБН В.2.2-9:2018. "Громадські будинки та споруди. Основні положення". На заміну ДБН В.2.2-9-2009 ; чинний від 01.06.2019. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199648113669179181?doc_type=2.

12. Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 р. № 2695-ХІІ. Вид. офіц. Голос України 1992. 24 лист. № 49, ст.669. 01.01.2007. URL:

13. ДБН А.3.2-2-2009. "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення". На заміну СНиП III-4-80* ; чинний від 01.04.2012. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074220455066862610.

14. Каспрук В Б. Методичні вказівки до написання розділу з охорони праці в будівництві для спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" – Тернопіль : ТНТУ ім.І.Пулюя, 2024 – 15 с.

15. Гурик О. Я., Окіпний І. Б. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. 20 с. 60

16. Конончук О. П., Лучко Й. Й. Конспект лекцій з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. Частина 1. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. 221 с.

17. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / В. Ясній та ін. Тернопіль : ТНТУ, 2025. 59 с.

18. МОНОМАХ-САПР 2013. Навчальний посібник. Приклади розрахунку та проектування. Електронне видання. Автор Городецкий Д.А., Юсипенко С.В., Батрак Л.Г., Лазарев А.А., Рассказов А.А. Видавництво LIRALAND. 2013. 368с.