

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект реконструкції торгово-офісного центру.

Виконав: студент 4 курсу, групи МБз-41
спеціальності _____

192. Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Студент

_____ Самофал І. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник

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

Нормоконтроль

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

Завідувач кафедри

_____ Ясній В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент

_____ Качка О. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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)

« »

20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Самофалу Івану Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проєкт реконструкції торгово-офісного центру

Керівник роботи Швед Ярослав Леонідович, доктор філософії, старший викладач кафедри БМ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «08» квітня 2026 року № 4/9-175.

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи Матеріали обстеження існуючого чотириповерхового торгово-офісного центру в м. Харків;

кліматичні та інженерно-геологічні умови; існуючі плани, конструктивна схема із сіткою колон 9×6 м; завдання на реконструкцію з улаштуванням підземного паркінгу на 151 місце; чинні будівельні норми України.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Розробити архітектурно-будівельні рішення реконструкції торгово-офісного центру та генеральний план.

Обґрунтувати об'ємно-планувальні й конструктивні рішення до та після реконструкції, підземний паркінг і рампу.

Виконати теплотехнічний розрахунок підвального простінка та перекриття підвального приміщення.

Розрахувати плиту й балкову комірку підвального перекриття, головні та другорядні балки у ПК ЛІРА.

Виконати перевірочний розрахунок існуючого фундаменту та розробити конструктивне рішення підпірної стінки.

Розробити заходи з охорони праці й техніки безпеки; сформулювати висновки та оформити бібліографію.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Генеральний план; ситуаційна схема; роза вітрів; техніко-економічні показники.

Плани поверхів торгово-офісного центру до реконструкції.

План підземного паркінгу на 151 місце та схема організації руху.

Плани поверхів після реконструкції; фасад і характерний розріз будівлі.

План, розрізи та конструктивні рішення в'їзної рампи до підземного паркінгу.

Схема монолітної балкової клітки підвального перекриття.

Робочі креслення головної і другорядної балок; армування, вузли та специфікації.

Інженерно-геологічний розріз; перевірюваний фундамент і конструкція підпірної стінки.

Мультимедійна презентація — не менше 16 слайдів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Гурик О. Я., к.т.н., доцент кафедри МТ		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Окіпний І. Б., к.т.н., завідувач кафедри МТ		
Нормоконтроль	Мещерякова О. М., ст. викладач кафедри БМ		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Самофал І. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Швед Я. Л.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	10
1.1 Рішення генерального плану.....	10
1.1.1 Опис місцевих географічних та кліматичних умов.....	10
1.1.2 Побудова рози вітрів.....	10
1.2 Об'ємно-планувальне рішення.....	12
1.2.1 Об'ємно-планувальне рішення до реконструкції.....	12
1.2.2 Об'ємно-планувальне рішення після реконструкції.....	12
1.3 Конструктивні рішення	13
1.3.1 Конструктивні рішення до реконструкції	13
1.3.2 Конструктивні рішення після реконструкції	13
1.4 Теплотехнічний розрахунок.....	14
1.4.1 Вихідні дані для розрахунку	14
1.4.2 Теплотехнічний розрахунок підвального простінка	15
1.4.3 Теплотехнічний розрахунок перекриття підвального приміщення.....	16
1.5 Висновки до розділу	17
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	19
2.1 Розрахунок підвального перекриття	19
2.1.1 Розрахунок плити перекриття.....	19
2.1.2 Розрахунок балкової комірки підвального перекриття	20
2.1.2.2 Розрахунок головної балки.....	24
2.2 Висновки до розділу 2	28
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	30
3.1 Перевірочний розрахунок фундаменту.....	31
3.2 Підпірна стінка	34
3.3 Висновки до розділу 3	35
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	37
4.1 Загальні положення щодо безпеки умов праці в будівництві	37

4.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, учасників робіт та робочих місць	37
4.3 Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику	39
4.4 Техніка безпеки при експлуатації будівельних машин і механізмів	39
4.5 Безпека праці під час виконання бетонних робіт	40
4.6 Висновки до розділу 4	41
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	44
БІБЛІОГРАФІЯ.....	51

ВСТУП

Рациональне використання міської території є одним із важливих напрямів сучасного будівництва та реконструкції існуючих об'єктів. У великих містах особливо гостро постає питання організації паркувальних місць поблизу торгових, офісних і громадських будівель, оскільки збільшення кількості автомобілів часто випереджає можливості наявної транспортної інфраструктури. У таких умовах ефективним рішенням є не розширення забудови в плані, а використання підземного простору, що дає змогу підвищити функціональність об'єкта без збільшення площі забудови.

Актуальність теми бакалаврської кваліфікаційної роботи полягає в необхідності реконструкції існуючої торгово-офісної будівлі з улаштуванням підземного паркінгу. Таке рішення дозволяє зберегти наявні габарити будівлі, не змінювати її основне функціональне призначення та водночас суттєво покращити умови експлуатації об'єкта. Освоєння підземного простору є конструктивно складним завданням, оскільки потребує оцінки роботи існуючих фундаментів, улаштування нових несучих елементів під перекриттям першого поверху, забезпечення стійкості ґрунту по периметру підвалу та дотримання вимог безпеки під час виконання робіт.

Об'єктом бакалаврського проєктування є реконструкція торгово-офісної будівлі у місті Харків з облаштуванням підземного паркінгу. Існуюча будівля має чотири надземні поверхи та використовується для розміщення торгових, побутових і сервісних приміщень. На першому поверсі розташовані магазини різного призначення, аптечний пункт, супермаркет і магазин косметики; на верхніх поверхах — торговельні павільйони, дисконт-центр і майстерні. Реконструкція передбачає влаштування підземного рівня без зміни розмірів будівлі в плані.

Особливістю проєктного рішення є те, що наявна підлога першого поверху виконана з монолітного бетону «по ґрунту» без армування. Після вилучення ґрунту з підземного простору така конструкція не може самостійно працювати як

повноцінне перекриття, тому в роботі передбачено влаштування монолітної балкової системи. Вона складається з головних і другорядних балок, що сприймають навантаження від перекриття першого поверху та передають їх на бетонні стовпчики й існуючі стовпчасті фундаменти.

Після реконструкції у підвальному приміщенні передбачено розміщення підземного паркінгу на 151 паркувальне місце. Для забезпечення доступу до підземного рівня проектом передбачено в'їзну рампу з торця будівлі та тротуар з ухилом. Стіни рампи прийнято з монолітного залізобетону товщиною 200 мм, дорожнє покриття і тротуар — з неармованого бетону товщиною 300 мм, а підлогу підвалу — з неармованого бетону товщиною 300 мм. Такі рішення спрямовані на забезпечення функціональності, міцності та довговічності підземної частини будівлі.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних та фундаментних рішень реконструкції торгово-офісної будівлі з улаштуванням підземного паркінгу, а також обґрунтування безпечного виконання будівельних робіт під час реконструкції.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі **завдання**:

1. Проаналізовано рішення генерального плану ділянки, на якій розташована торгово-офісна будівля, паркувальні місця, елементи благоустрою та озеленення.
2. Охарактеризовано місцеві географічні та кліматичні умови району реконструкції, зокрема для м. Харків, а також виконано побудову рози вітрів за січень і липень з визначенням переважного напрямку вітру.
3. Розглянуто об'ємно-планувальні рішення будівлі до реконструкції, наведено її функціональне використання за поверхами, кількість надземних поверхів, організацію внутрішніх приміщень і наявні конструктивні особливості.
4. Обґрунтовано об'ємно-планувальні рішення після реконструкції, які передбачають освоєння підземного простору, улаштування підземного паркінгу, організацію в'їзної рампи та збереження існуючих габаритів будівлі.

5. Охарактеризовано конструктивні рішення будівлі до реконструкції, зокрема каркасну схему з сіткою колон 9×6 м, монолітні стовпчасті залізобетонні фундаменти, збірні залізобетонні колони, ригелі, сходові марші та збірні залізобетонні перекриття верхніх поверхів.

6. Розроблено конструктивні рішення після реконструкції, зокрема монолітне балкове перекриття під першим поверхом, систему головних і другорядних балок, бетонні стовпчики, конструкцію підлоги підвалу, стіни рампи та покриття рампи.

7. Виконано теплотехнічний розрахунок підвального простінка та перекриття підвального приміщення. За результатами розрахунків визначено необхідну товщину теплоізоляційного шару для забезпечення нормативних теплозахисних характеристик конструкцій.

8. Виконано розрахунок підвального перекриття, що передбачає оцінку роботи існуючої бетонної плити, визначення навантажень на плиту та обґрунтування необхідності влаштування додаткової балкової клітки.

9. Проведено розрахунок балкової комірки підвального перекриття, зокрема визначено крок другорядних балок, виконано перевірку плити за згинальним моментом і поперечною силою, а також розраховано другорядні та головні балки.

10. Виконано розрахунок головної та другорядної балок у програмному комплексі ЛПРА з перевіркою міцності, деформативності, тріщиностійкості та роботи похилих перерізів.

11. Розглянуто інженерно-геологічні умови майданчика, встановлено характер ґрунтової основи, положення підшви існуючого стовпчастого фундаменту та рівень ґрунтових вод.

12. Виконано перевірочний розрахунок існуючого фундаменту з урахуванням додаткових зусиль від головних і другорядних балок, що підтримують перекриття першого поверху.

13. Обґрунтовано необхідність улаштування підпірної стінки по периметру підземного простору для запобігання обсипанню ґрунту в підвальне приміщення.

14. Розглянуто питання охорони праці та техніки безпеки під час реконструкції, зокрема облаштування будівельного майданчика, пожежну безпеку, експлуатацію будівельних машин і механізмів, безпеку бетонних робіт та організаційні заходи захисту працівників.

Вихідними даними для проєктування є місце реконструкції — м. Харків, існуюча торгово-офісна будівля з чотирма надземними поверхами, каркасна конструктивна схема з сіткою колон 9×6 м, монолітні стовпчасті залізобетонні фундаменти, наявна підлога першого поверху з неармованого бетону «по ґрунту», необхідність улаштування підземного паркінгу на 151 паркувальне місце, дані щодо ґрунтових умов, а також кліматичні характеристики району реконструкції.

Методи виконання роботи включають аналіз існуючого об'ємно-планувального та конструктивного стану будівлі, аналітичні розрахунки несучих елементів, теплотехнічні розрахунки огорожувальних конструкцій, перевірочний розрахунок фундаментів, а також використання програмного комплексу ЛПРА для розрахунку залізобетонних балок підвального перекриття.

Практичне значення виконаної роботи полягає в обґрунтуванні можливості реконструкції існуючої торгово-офісної будівлі шляхом освоєння підземного простору під паркінг без зміни основних габаритів споруди. Запропоновані рішення дозволяють підвищити функціональність будівлі, збільшити кількість паркувальних місць, забезпечити надійне сприйняття навантажень від першого поверху, підтвердити достатню несучу здатність існуючих фундаментів і передбачити заходи безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох основних розділів, висновку та бібліографії. У першому розділі розглянуто архітектурно-будівельні рішення реконструкції, генеральний план, кліматичні умови, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення до і після реконструкції, а

також теплотехнічні розрахунки. У другому розділі виконано розрахунково-конструктивне обґрунтування підвального перекриття. У третьому розділі наведено перевірочний розрахунок фундаменту та рішення підпірної стінки. У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці й техніки безпеки під час реконструкції.

Ключові слова: реконструкція, торгово-офісна будівля, підземний паркінг, підвальне перекриття, балкова клітка, головна балка, другорядна балка, стовпчастий фундамент, підпірна стінка, теплотехнічний розрахунок, охорона праці.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Рішення генерального плану

1.1.1 Опис місцевих географічних та кліматичних умов

Генеральний план ділянки має прямокутну форму розміром $74,0 \times 121,0$ м. На ділянці знаходиться будівля торгового комплексу, паркувальні місця для автомобілів, урни та газон.

Техніко-економічні показники території: площа території -8954 м²; площа забудови -5218 м²; площа озеленення —181 м²; площа асфальтового покриття —3555 м².

1.1.2 Побудова рози вітрів

Побудова вітрової троянди здійснюється за даними [2]. У першому рядку наведено повторюваність вітрів (%) та швидкість вітру за напрямками за січень/липень (м/с). У другому рядку значення повторюваності вітрів та швидкості вітру перемножуються, і обчислюється сума по рядку. У третьому рядку за кожним напрямком обчислюється відсоткове співвідношення до суми другого рядка. За значеннями третього рядка будується роза вітрів у масштабі 1 мм = 1% .

Таблиця 1.1 - Розрахунок рози вітрів (січень)

Населений пункт	Січень							
	Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСхВ	Сх	ПнСх
Харків	$\frac{19}{3,2}$	$\frac{10}{2,2}$	$\frac{11}{4}$	$\frac{36}{6,5}$	$\frac{15}{3,6}$	$\frac{7}{1,9}$	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{1}{1,1}$
$\Sigma 430,5$	60,8	22	44	234	54	13,3	1,3	1,1
%	14,12	5,11	10,22	54,36	12,54	3,09	0,3	0,26

Таблиця 1.2 - Розрахунок вітророзподілу (липень)

Населений пункт	Липень							
	Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСхВ	Сх	ПнСх
Харків	$\frac{29}{3,6}$	$\frac{7}{3,3}$	$\frac{10}{3,8}$	$\frac{17}{4,3}$	$\frac{15}{2,8}$	$\frac{8}{2,8}$	$\frac{6}{2,5}$	$\frac{8}{2,8}$
$\Sigma 340,4$	104,4	23,1	38	73,1	42	22,4	15	22,4
%	30,67	6,79	11,16	21,47	12,34	6,58	4,41	6,58

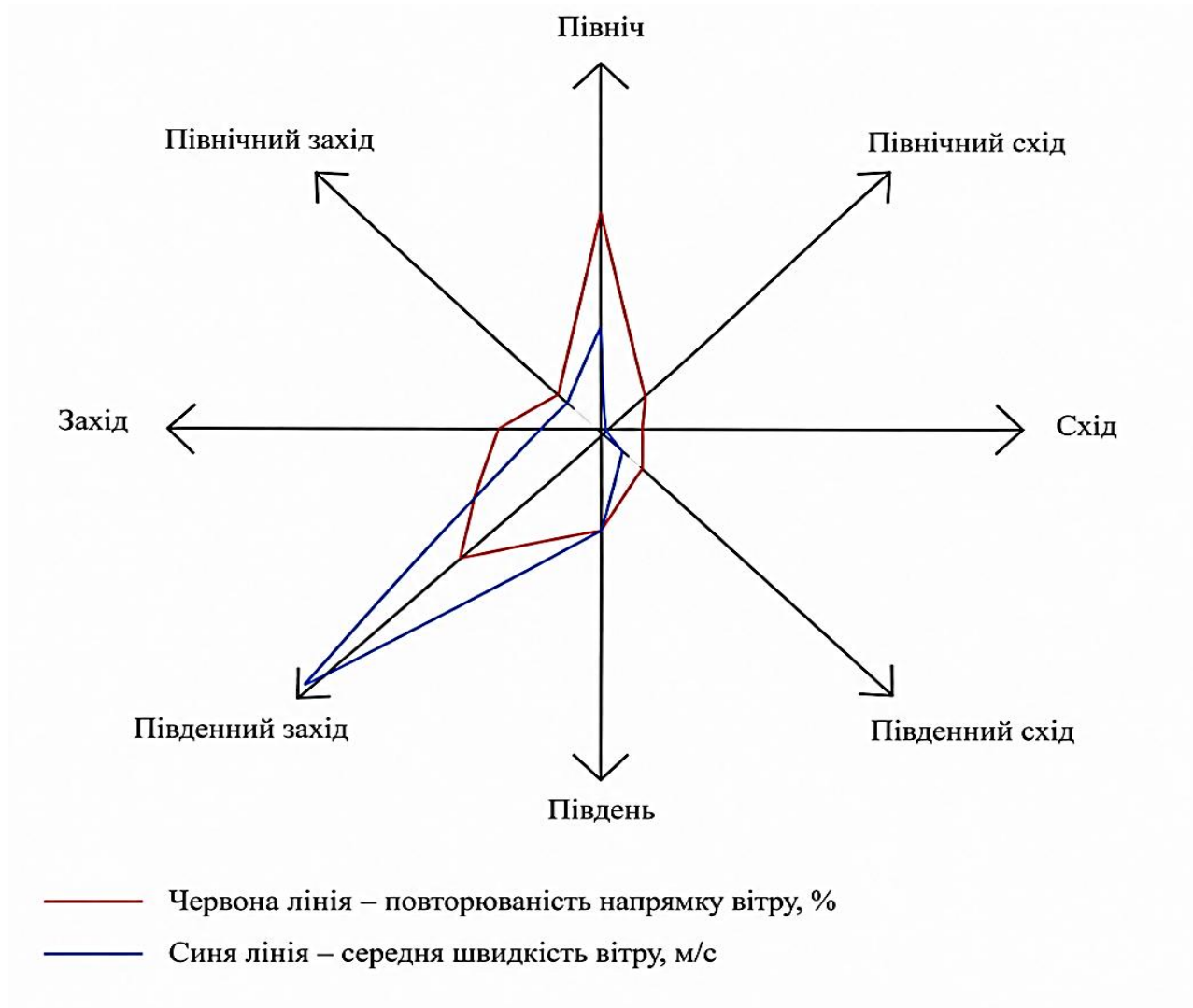


Рисунок 1.2 - Діаграма вітророзподілу

У даному кліматичному районі переважають вітри південно-західного напрямку.

1.2 Об'ємно-планувальне рішення

1.2.1 Об'ємно-планувальне рішення до реконструкції

Торговий центр 4 надземні поверхи. Висота поверху становить 4,4 м .

На першому поверсі розташовані: магазин спортивного одягу та взуття; ювелірні магазини; магазини текстильного одягу; магазини взуття; аптечний пункт ; супермаркет ; магазин косметики.

На другому поверсі розташовані — ювелірний магазин; салон годинників; велика кількість текстильних та взуттєвих павільйонів.

На третьому поверсі розташовані — дисконт-центр; взуттєва майстерня.

На четвертому поверсі розташовані - взуттєва майстерня.

Підлога першого поверху виконана з монолітної бетонної плити, залитої «на ґрунті» без армування товщиною 200 мм. Переkritтя першого, другого та третього поверхів виконано зі збірних ребристих плит висотою 300 мм.

Для зв'язку між поверхами передбачено 3 сходи.

Ступінь вогнестійкості — І.

1.2.2 Об'ємно-планувальне рішення після реконструкції

Реконструкція будівлі полягає в освоєнні підземного простору під будівлею для облаштування підземного паркінгу.

Розміри будівлі після реконструкції не зміняться. З торця будівлі буде розташовуватися в'їзна рампа та тротуар з ухилом 16° .

Площа підвального приміщення становить 3717 м² без урахування площі монолітних стовпчастих фундаментів.

Висота від підлоги підвалу до низу несучих конструкцій становить 2,65 м. У підвальному приміщенні після реконструкції буде розташована парковка на 151 паркувальне місце. Розміри одного паркувального місця—5 × 2,4 м.

1.3 Конструктивні рішення

1.3.1 Конструктивні рішення до реконструкції

Будівля є каркасною з сіткою колон 9х6 м.

Висота поверху становить 4,4 м.

Фундаменти монолітні стовпчасті залізобетонні. Розміри підколонника: $1,2 \times 1,5 \times 3$ м, розміри першого ступеня: $2,7 \times 2,4 \times 0,3$ м, розміри другого ступеня: $4,2 \times 3,6 \times 0,3$ м, величина заглиблення колони в підколонник 1,2 м.

Колони збірні залізобетонні, перерізом $0,4 \times 0,6$ м. Ригель збірний залізобетонний розміром $0,4 \times 0,8 \times 9$ м.

Стіни будівлі виконані з керамзитобетонних панелей та керамічної цегли. Товщина керамзитобетонних панелей 300 мм, товщина стіни з керамічної цегли 640 мм, передбачено шар облицювальної цегли на фасаді товщиною 300 мм, де є цегляна кладка.

Сходові марші збірні залізобетонні.

Покрівля скатна, кут нахилу 6° . Перекриття другого та вище поверхів виконані із збірних залізобетонних плит розмірами $0,22 \times 1,8 \times 9$ м.

Підлога першого поверху виконана «на ґрунті» з монолітного бетону без армування.

1.3.2 Конструктивні рішення після реконструкції

Стіни рампи виконані з монолітного залізобетону товщиною 200 мм, дорожнє покриття та тротуар — з неармованого бетону товщиною 300 мм. Розділення тротуару та проїжджої частини здійснюється перилами висотою 1,5 м.

Висота рампи — 3,65 м, ширина — 5,4 м, довжина — 21 м. Покриття рампи виконано з полікарбонату. Висота підвального приміщення — 3,4 м. Оскільки підлога першого поверху виконана з неармованого бетону, необхідно виконати монолітне балкове перекриття.

Монолітне балкове перекриття складається з головних і другорядних балок. Головні балки розташовуються в прольотах по цифрових осях безпосередньо під підлогою першого поверху і спираються на бетонні стовпчики, а другорядні балки спираються на головну балку за допомогою зв'язування арматурних каркасів через випуски з головних балок. Другорядні балки по літерних осях, так само як і головні балки, спираються на бетонні стовпчики.

Перетин головних балок— $0,35 \times 0,75$ м, перетин другорядних балок $0,25 \times 0,6$ м. Перетин бетонних стовпчиків— $0,4 \times 0,4$ м.

Головні балки, другорядні балки та бетонні стовпчики виконані з монолітного залізобетону.

Проліт другорядних балок—1м, проліт крайньої пари другорядних балок— $0,725$ м.

Бетонні стовпчики спираються на перший щабель монолітного стовпчастого фундаменту. Висота стовпчиків під головні балки — $2,65$ м, під другорядні — $2,8$ м.

Підлога підвалу виконана з неармованого бетону товщиною 300 мм.

1.4 Теплотехнічний розрахунок

1.4.1 Вихідні дані для розрахунку

Вихідні дані:

Район реконструкції будівлі: Харків;

Відносна вологість повітря: $\varphi_B = 55\%$;

Розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні в холодну пору року: $+20^\circ\text{C}$;

Тривалість опалювального періоду із середньодобовою температурою повітря не більше $+8^\circ\text{C}$: 223 доби;

Середня температура з середньодобовою температурою повітря не більше $+8^\circ\text{C}$: $-7,9^\circ\text{C}$;

Температура зовнішнього повітря в холодний період року: -20°C ;

1.4.2 Теплотехнічний розрахунок підвального простінка

Розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні в холодний період року: $t_{int} = +5^{\circ}\text{C}$.

Визначення градусо-днів опалювального періоду згідно з [3]:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) * z_{ht}, \text{ }^{\circ}\text{C} * \text{доб.} \quad (1.1)$$

$$D_d = (5 + 7,9) * 223 = 2876,7^{\circ}\text{C} * \text{доб.}$$

Знайдемо значення приведенного опору теплопередачі:

$$R_{req} = a * D_d + b(\text{м}^2 * ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}, \quad (1.2)$$

де: a - коефіцієнт, що приймається за [3];

b - коефіцієнт, що береться за [3].

$$R_{req} = 0,00035 * 2876,7 + 1,4 = 2,41(\text{м}^2 * ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}.$$

Для кожного шару стіни необхідно розрахувати термічний опір:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}(\text{м}^2 * ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}; \quad (1.3)$$

$$R_1 = 0,2/1,51 = 0,13(\text{м}^2 * ^{\circ}\text{C})/\text{Вт};$$

$$R_3 = 0,006/0,23 = 0,03(\text{м}^2 * ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}.$$

Знайдемо товщину утеплювача:

$$R_{req} = R_{int} + R_{ext} + \sum R_i; \quad (1.4)$$

де: R_{int} - опір теплообміну на внутрішній поверхні;

R_{ext} - опір теплообміну на зовнішній поверхні.

$$2,41 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,13 + 0,03 + \frac{x}{0,038};$$

$$x = \frac{2,41 - (0,12 + 0,04 + 0,13 + 0,03)}{0,038} = 55 \text{ мм.}$$

Товщину утеплювача підвальної стіни приймаємо 60 мм.

1.4.3 Теплотехнічний розрахунок перекриття підвального приміщення

Розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні в холодну пору року: $t_{int} = +20^\circ\text{C}$.

Визначення градусо-днів опалювального періоду згідно з [3]:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) * z_{ht} = (20 + 7,9) * 223 = 6221,7^\circ\text{C}^* \text{ доб.}$$

Знайдемо значення питомого опору теплопередачі:

$$R_{\text{req}} = a * D_d + b = 0,00035 * 6221,7 + 1,4 = 3,6 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт},$$

де: а - коефіцієнт, що приймається за [3];

б - коефіцієнт, що приймається за [3].

Для кожного шару стіни необхідно розрахувати термічний опір:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\delta_i} \quad (1.5)$$

$$R_1 = 0,25/1,51 = 0,17 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}; \quad (1.6)$$

Знайдемо товщину утеплювача:

$$R_{\text{req}} = R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \sum R_i;$$

де: R_{int} - опір теплообміну на внутрішній поверхні;

R_{ext} - опір теплообміну на зовнішній поверхні.

$$3,6 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,17 + \frac{x}{0,038};$$

$$x = \frac{3,6 - (0,12 + 0,04 + 0,17)}{0,058} = 56,4 \text{ мм.}$$

Товщину утеплювача підвального перекриття приймаємо 60 мм.

1.5 Висновки до розділу

У 1 розділі було розглянуто архітектурно-будівельні рішення реконструкції торгово-офісної будівлі з улаштуванням підземного паркінгу, а також проаналізовано вихідні кліматичні, об'ємно-планувальні, конструктивні та теплотехнічні умови проєктування.

На основі аналізу генерального плану встановлено основні характеристики ділянки, на якій розташована будівля торгового комплексу, паркувальні місця, елементи благоустрою та озеленення. За даними кліматичних умов для м. Харків виконано побудову рози вітрів для січня та липня, що дало змогу визначити переважання вітрів південно-західного напрямку. Отримані дані враховано як вихідні умови для подальшого прийняття архітектурно-будівельних рішень.

У межах об'ємно-планувального аналізу охарактеризовано існуючий стан торгового центру, який має чотири надземні поверхи та функціонально використовується для розміщення торгових, побутових і сервісних приміщень. Реконструкція передбачає освоєння підземного простору без зміни габаритів будівлі в плані. У підвальному приміщенні запроєктовано паркінг на 151 паркувальне місце, а також передбачено в'їзну рампу та тротуар для забезпечення доступу до підземного рівня.

Розглянуто конструктивну схему будівлі до реконструкції, зокрема каркасну систему з сіткою колон 9×6 м, монолітні стовпчасті залізобетонні фундаменти, збірні залізобетонні колони, ригелі, сходові марші та перекриття. Встановлено, що підлога першого поверху виконана з неармованого монолітного бетону «по ґрунту», що зумовило необхідність улаштування нового монолітного балкового перекриття після вилучення ґрунту з підземного простору.

Для забезпечення роботи будівлі після реконструкції прийнято конструктивне рішення у вигляді монолітної балкової системи, що складається з головних і другорядних балок, які спираються на бетонні стовпчики. Стіни рампи запроєктовано з монолітного залізобетону товщиною 200 мм, дорожнє покриття

та тротуар — з неармованого бетону товщиною 300 мм, а підлогу підвалу — з неармованого бетону товщиною 300 мм.

Виконані теплотехнічні розрахунки підвального простінка та перекриття підвального приміщення дали змогу визначити необхідну товщину теплоізоляційного шару. За результатами розрахунків для підвальної стіни та підвального перекриття прийнято утеплювач товщиною 60 мм, що забезпечує дотримання необхідних теплотехнічних вимог до огорожувальних конструкцій.

У розділі 1 обґрунтовано основні архітектурно-будівельні та конструктивні рішення реконструкції, визначено функціональне призначення підземного простору, прийнято рішення щодо несучої системи підвального перекриття та встановлено необхідні параметри теплоізоляції. Отримані результати є основою для подальшого розрахунку несучих конструкцій, перевірки фундаментів і розроблення заходів безпечного виконання будівельних робіт.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Розрахунок підвального перекриття

2.1.1 Розрахунок плити перекриття

Плита перекриття являє собою монолітну бетонну плиту без армування, залиту «на ґрунті».

Збір навантаження на плиту перекриття наведено в таблиці 2.

Таблиця 2.1. Сума навантажень на 1м^2 плити перекриття.

Навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f \geq 1$	Розрахункове навантаження, кН/м^2
	$\delta \times \rho$		$q_n \times \gamma_f$
1. Постійне: від власної ваги: плити, $\delta = 200\text{ мм}$; $\rho = 25\text{кН/м}^3$; шару цементного розчину з мармуровою мозаїкою, $\delta = 10\text{мм}$; $\rho = 22\text{кН/м}^3$;	$0,01 * 22 = 0,22$	1,1	0,286
Разом постійне навантаження	5,22	-	5,786
2. Тимчасове	4	1,2	4,8
Разом:	9,22	-	10,586

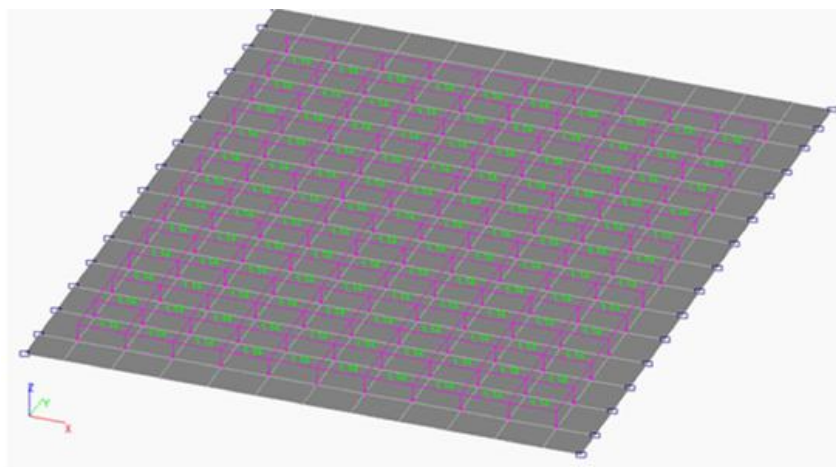


Рис.2.1 Скінченно-елементна модель плити

Виявлено, що підлога першого поверху виконана з бетону класу В20.

Згідно з [19], нормативні характеристики бетону класу В15 наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2. 1. Характеристики міцності бетону класу В20

Клас бетону	Вид бетону	Характеристики міцності				E_b , мПа
		R_b	R_{bt}	$R_b \cdot \gamma_{b2}$	$R_{bt} \cdot \gamma_{b2}$	
В15	Важкий	8,5	0,75	$8,5 \cdot 0,9 = 7,65$	$0,75 \cdot 0,9 = 0,675$	24000

2.1.2 Розрахунок балкової комірки підвального перекриття

Необхідно визначити крок другорядних балок, що підтримують перекриття першого поверху.

Уявімо балкову плиту як однопрогонову шарнірно-оперту балку, на випадок, якщо в підлозі є тріщини, і вона не буде працювати як багатопрогонова нерозрізна балка.

З формули моменту в балці:

$$M = \frac{q_p \cdot l^2}{8}, \quad (2.1)$$

Осьового моменту опору при згині:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (2.2)$$

Умови:

$$\frac{M}{W} < R_{bt}, \quad (2.3)$$

Отримаємо:

$$\frac{q_p * l^2}{8} / \frac{b * h^2}{6} = R_{bt}. \quad (2.4)$$

З отриманого рівняння необхідно виразити l , це і буде нашим кроком другорядних балок.

$$l = \sqrt{\frac{2 * R_{bt} * b * h^2}{q_p}}, \text{ м} \quad (2.5)$$

$$l = \sqrt{\frac{1,33 * 0,675 * 10^3 * 1 * 0,2^2}{10,6}} = 1,8 \text{ м}$$

З міркувань зменшення навантаження на кожен другорядну балку приймаємо крок 1 м.

Також перевіримо балку на поперечну силу:

$$Q_{\max} = \frac{q_p * l}{2}, \quad (2.6)$$

$$Q_{\max} = \frac{10,6 * 1}{2} = 5,3 \text{ кН}.$$

Перевіримо умову на дію поперечної сили для забезпечення міцності по похилій тріщині:

$$Q_{\max} \leq \frac{\varphi_{b4} * (1 + \varphi_n) * R_{bt} * b * h_0^2}{C} \text{ кН} \quad (2.7)$$

де: $\varphi_{b4} = 1,5$ (для важкого бетону);

$\varphi_n = 0$;

$$C = \sqrt{\frac{M_b}{q_p}} = \sqrt{\frac{54}{10,6}} = 2,3 \text{ м};$$

$$M_b = \varphi_{b2} * (1 + \varphi_f + \varphi_n) * R_{bt} * b * h_0^2 = 2 * (1 + 0 + 0) * 0,675 * 10^3 * 1 * 0,2^2 = 54 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\varphi_{b2} = 2;$$

$$\varphi_f = 0.$$

$$Q_{\max} \leq \frac{1,5 * (1 + 0) * 0,675 * 1 * 0,2^2}{2,3} = 17,6 \text{ кН}$$

При цьому, вираз $\frac{\varphi_{b4} * (1 + \varphi_n) * R_{bt} * b * h_0^2}{c}$ має бути не менше $\varphi_{b3} * (1 + \varphi_n) * R_{bt} * b * h_0 = 0,6 * (1 + 0) * 675 * 1 * 0,2 = 81 \text{ кН} \Leftrightarrow 17,6 \text{ кН};$

Отже, $Q_{\max} \leq 81 \text{ кН}, 9,8 \text{ кН} \leq 81 \text{ кН}$ — умова виконується. Розрахунок армування другорядної балки.

Зберемо навантаження на 1 м^2 другорядної балки:

$$q_{\text{вб}} = q_p * l,$$

$$q_{\text{вб}} = 10,6 * 1 = 10,6 \text{ кН/м}.$$

Визначимо розміри другорядної балки.

Висота перерізу:

$$h = \left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{12} \right) \cdot l,$$

$$h = \left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{12} \right) * 6000 = 498 \dots 600 \text{ мм}; \quad (2.8)$$

Приймаємо h кратно 50 мм, $h = 600 \text{ мм}$.

Ширина перерізу:

$$b = (0,3 \dots 0,4) \cdot h,$$

$$b = (0,3 \dots 0,4) * 600 = 180 \dots 240 \text{ мм};$$

Приймаємо b кратно 50 мм, $b = 250 \text{ мм}$.

Підібравши переріз балки, знайдемо повне навантаження балки.

$$q_{\text{пвб}} = q_{\text{вб}} + (\gamma_{\text{бет}} * b * h * \gamma_f),$$

$$q_{\text{пвб}} = 10,6 + (25,1 * 0,25 * 0,6 * 1,1) = 14,74 \text{ кН/м};$$

де: $\gamma_{\text{бет}}$ — питома маса залізобетонного виробу, кН/м^3 ;

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що дорівнює 1,1.

За допомогою програми ПК ЛПА жбуло розраховано армування другорядної балки. Розрахунок виконано відповідно до норм.

Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 1$. Коефіцієнт надійності за відповідальністю (2-й граничний стан)= 1 . Тип бетону: важкий. Клас бетону: В20. Щільність бетону 24,525кН/м³ .

Вологість повітря навколишнього середовища —40 – 75%. Обмежена ширина розкриття тріщин. Вимоги до ширини розкриття тріщин вибираються з урахуванням збереження арматури. Допустима ширина розкриття тріщин: нетривале розкриття 0,4 мм ; тривале розкриття 0,3 мм.

Таблиця 2.2 Зусилля від дії постійного навантаження 1

	Опорні реакції		
	Сила в опорі 1		Сила в опорі 2
	кН		кН
за критерієм $M_{\max}$	44,22		44,22
за критерієм $M_{\min}$	44,22		44,22
за критерієм $Q_{\max}$	44,22		44,22
за критерієм $Q_{\min}$	44,22		44,22
Результати розрахунку			
Коефіцієнт використання		Перевірка	
0,248		Міцність за граничним моментом перерізу	
0,124		Деформації в стиснутому бетоні	
0,024		Деформації в розтягнутій арматурі	
0,332		Ширина розкриття тріщин (короткочасне)	
0,443		Ширина розкриття тріщин (тривале)	
0,102		Міцність по бетонній смузі між похилими перерізами	
0,161		Міцність по похилому перерізу	

Прогин другорядної балки .Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 1$. Коефіцієнт надійності за відповідальністю (2-й граничний стан)—1 .Вид бетону: важкий. Клас бетону: В20. Щільність бетону 24,525кН/м³. Вологість

повітря навколишнього середовища - 40-75%. Режим вологості бетону — природна вологість. Вологість повітря навколишнього середовища —40 – 75% .

Таблиця 2.3 - Результати розрахунку прогинів

Проліт	Максимальний прогин		Мінімальний прогин	
	Величина	Прив'язка	Величина	Прив'язка
	мм	м	мм	м
Проліт 1	5,806	3,015	0	6

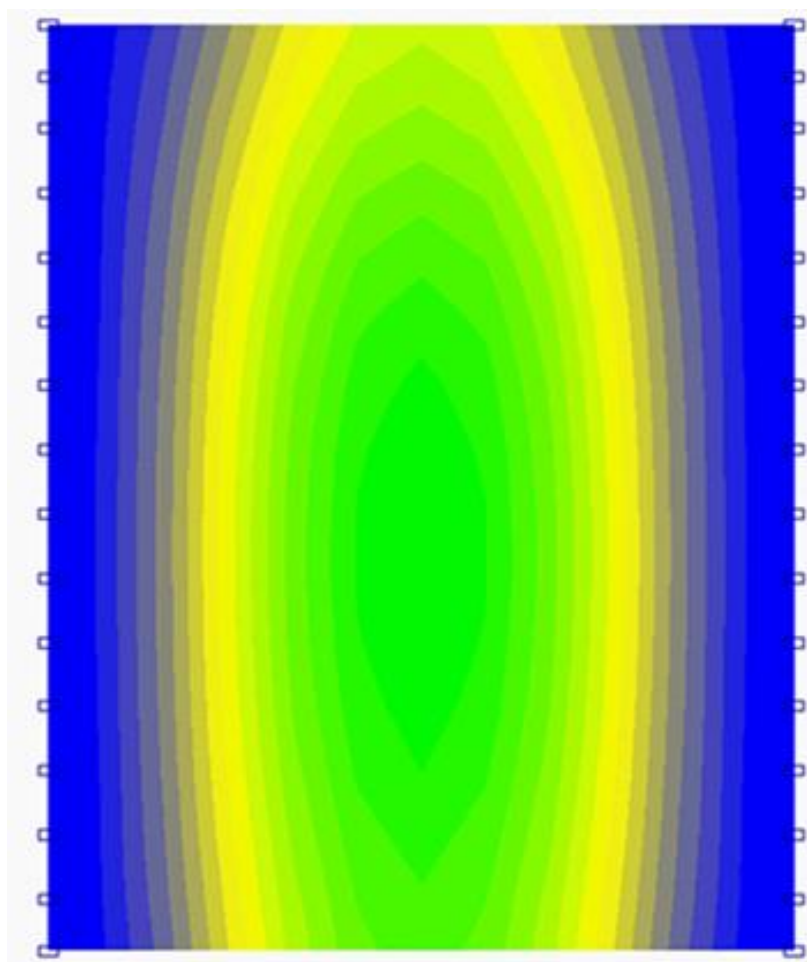


Рис. 2.2 Розподіл вертикальних деформації в плиті

2.1.2.2 Розрахунок головної балки

Визначимо розміри головної балки.

Висота перерізу: $h = 750 \text{ мм}$;

Ширина перерізу: $b = 350 \text{ мм}$;

Підібравши переріз балки, знайдемо навантаження від ваги головної балки.

$$q_{\text{вгб}} = \gamma_{\text{бет}} * b * h * \gamma_f,$$

де: $\gamma_{\text{бет}}$ – питома маса залізобетонного виробу, кН/м^3 ;

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що дорівнює 1,1.

$$q_{\text{вгб}} = 25,1 * 0,35 * 0,75 * 1,1 = 7,25 \text{ кН/м};$$

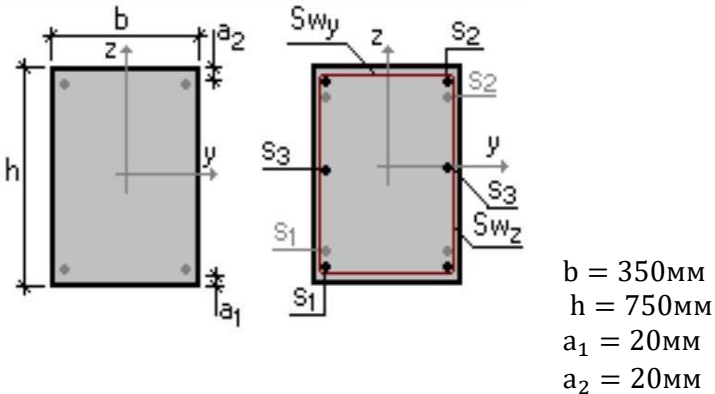
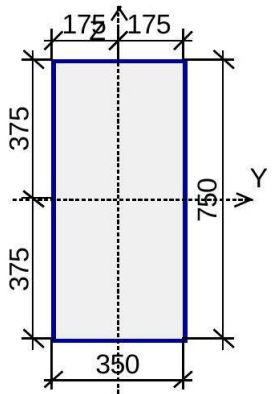
Також, потрібно враховувати, що на головну балку діють навантаження від другорядних балок кожний метр як зосереджена сила, що дорівнює 44,22 кН .

За допомогою програми ПК ЛПРАбуло розраховано армування головної балки. Розрахунок виконано відповідно до[19].

Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 1$.

Коефіцієнт надійності за відповідальністю (2-й граничний стан)= 1 .

Таблица 2.4 - Характеристики перетину

	 $b = 350 \text{ мм}$ $h = 750 \text{ мм}$ $a_1 = 20 \text{ мм}$ $a_2 = 20 \text{ мм}$	
Арматура	Клас	Коефіцієнт умов роботи
Поздовжня	A500	1
Поперечна	A240	1

Таблиця 2.5 - Задане армування

Ділянка	Довжина (м)	Арматура	Перетин
1	9	$S_1 - 3\emptyset 32$, другий ряд $3\emptyset 32$ Відстань у світлі між рядами 30 мм) $S_2 - 3\emptyset 32$ Поперечна арматура вздовж осі $Z 3\emptyset 10$, крок поперечної арматури 200 мм	

Вологість повітря навколишнього середовища —40 – 75% .

Тріщиностійкість. Обмежена ширина розкриття тріщин. Вимоги до ширини розкриття тріщин вибираються з урахуванням збереження арматури.

Допустима ширина розкриття тріщин: нетривале розкриття 0,4 мм; тривале розкриття 0,3 мм.

Таблиця 2.6 - Зусилля від дії постійного навантаження 2

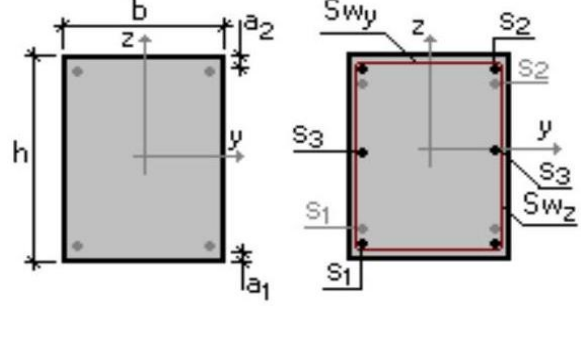
	Опорні реакції	
	Сила в опорі 1	Сила в опорі 2
	кН	кН
за критерієм $M_{\max}$	216,03	216,03
за критерієм $M_{\min}$	216,03	216,03
за критерієм $Q_{\max}$	216,03	216,03
за критерієм $Q_{\min}$	216,03	216,03
Результати розрахунку		
Коефіцієнт використання	Перевірка	
0,427	Міцність за граничним моментом перерізу	
0,287	Деформації в стиснутому бетоні	
0,04	Деформації в розтягнутій арматурі	
0,598	Ширина розкриття тріщин (короткочасне)	
0,797	Ширина розкриття тріщин (тривале)	
0,285	Міцність по бетонній смузі між похилими перерізами	
0,7	Міцність по похилому перерізу	

Прогин головної балки. Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 1$.

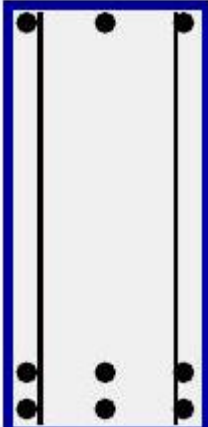
Коефіцієнт надійності за відповідальністю (2-й граничний стан)= 1.

Конструктивне рішення

Таблиця 2.7 - Характеристики перетину

 $b = 350\text{мм}$ $h = 750\text{мм}$ $a_1 = 20\text{мм}$ $a_2 = 20\text{мм}$		
Арматура	Коефіцієнт умов роботи	
Поздовжня	1	
Поперечна	1	

Таблиця 2.8 - Задане армування

Ділянка	Довжина (м)	Арматура	Перетин
1	9	$S_1 - 3\emptyset 32$, другий ряд $3\emptyset 32$ Відстань у світлі між рядами 30 мм) $S_2 - 3\emptyset 32$ Поперечна арматура вздовж осі Z $3\phi 10$, крок поперечної арматури 200 мм	

Вологість повітря навколишнього середовища -40 – 75%. Умови експлуатації. Режим вологості бетону - Природна вологість; Вологість повітря навколишнього середовища -40 – 75%.

Таблиця 2.9 - Результати розрахунку прогинів

Проліт	Максимальний прогин		Мінімальний прогин	
	Величина	Прив'язка	Величина	Прив'язка
	мм	м	мм	м
проліт 1	3,988	4,523	0	9

Максимальний прогин 3,988 мм.

2.2 Висновки до розділу 2

У розділі було виконано розрахунково-конструктивне обґрунтування підвального перекриття, яке передбачається влаштувати в процесі реконструкції торгово-офісної будівлі з метою освоєння підземного простору під паркінг.

На першому етапі проаналізовано існуючу плиту перекриття першого поверху, яка фактично є монолітною бетонною плитою без армування, залитою «по ґрунту». У зв'язку з вилученням ґрунту під будівлею така конструкція не може самостійно забезпечувати надійне сприйняття навантажень, тому виникла необхідність улаштування додаткової балкової клітки. Для плити перекриття виконано збір навантажень, за яким розрахункове сумарне навантаження становить 10,6 кН/м², у тому числі постійне — 5,786 кН/м², тимчасове — 4,8 кН/м².

Для визначення раціональної схеми роботи перекриття плиту розглянуто як однопрогоновий шарнірно-опертий елемент, що є доцільним з урахуванням можливого тріщиноутворення в існуючому бетоні. На основі розрахунку за згинальним моментом і перевірки за поперечною силою було обґрунтовано крок другорядних балок, який прийнято з міркувань зменшення навантаження на кожен балку. Перевірка на дію поперечної сили засвідчила виконання умови міцності за похилими перерізами.

Розрахунок другорядної балки виконано з урахуванням навантаження від плити та власної ваги залізобетонного елемента. За результатами розрахунку в ПК ЛІРА для бетону класу В20 підтверджено працездатність прийнятого перерізу за

основними граничними станами. Коефіцієнти використання за перевірками міцності, деформацій, тріщиностійкості та похилих перерізів не перевищують допустимих значень. Максимальний прогин другорядної балки становить 5,806 мм, що підтверджує достатню жорсткість конструкції.

Для головної балки визначено геометричні параметри перерізу, навантаження від власної ваги та зосереджені навантаження від другорядних балок. Розрахунок армування головної балки також виконано в ПК ЛІРА з використанням поздовжньої арматури класу А500 та поперечної арматури класу А240. За результатами перевірок коефіцієнти використання за міцністю, деформаціями, розкриттям тріщин і роботою похилих перерізів залишаються в межах допустимих значень. Опорні реакції головної балки становлять 216,03 кН, а максимальний прогин — 3,988 мм.

Прийняте армування головної балки з поперечною арматурою кроком 200 мм забезпечує необхідну несучу здатність, тріщиностійкість і жорсткість конструкції. Отримані результати підтверджують можливість застосування монолітної балкової клітки для сприйняття навантажень від перекриття першого поверху та експлуатаційних навантажень торгового залу.

Обґрунтовано конструктивну схему підвального перекриття, виконано розрахунок другорядних і головних балок, перевірено їхню міцність, деформативність і тріщиностійкість. Результати розрахунків підтверджують надійність прийнятого конструктивного рішення та є вихідною основою для подальшої перевірки фундаментів і основ будівлі.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

Торгово-офісна будівля, що реконструюється, розташована в м. Харків.

Згідно з геологічними дослідженнями (рис. 3.1), під фундаментом будівлі знаходиться гальковий ґрунт, який є дуже хорошим підґрунтям. На відмітці 243,2 м розташована підшва стовпчастого фундаменту. На відмітці 241,5 м знаходяться ґрунтові води. На даному етапі весь підземний простір заповнений насипним гальковим ґрунтом, який у процесі реконструкції буде вилучено, а на його місці буде споруджено підземний паркінг.

Переkritтя першого поверху виконано «по ґрунту», тому було вирішено виконати балкову клітку, яка сприйматиме навантаження від переkritтя та торгового залу на першому поверсі.

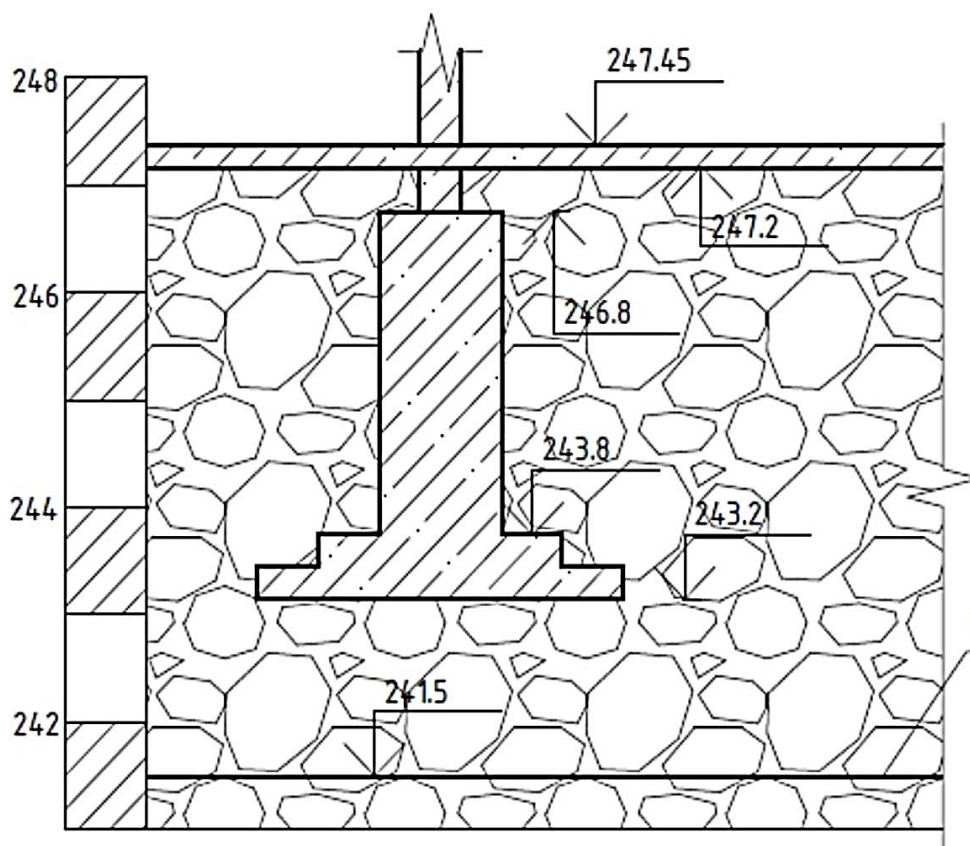


Рисунок 3.1 - Геологічний розріз

Для того, щоб не обвалився перший поверх або вся будівля, необхідно виконати перевірочний розрахунок фундаменту.

Перевірочний розрахунок виконується з метою перевірки фундаменту та ґрунту під ним на несучу здатність, тобто чи здатні фундамент і ґрунт витримати навантаження від надбудованих конструкцій чи ні.

3.1 Перевірочний розрахунок фундаменту

На фундамент додатково будуть діяти зусилля від головних і другорядних балок, що підтримують перекриття першого поверху.

Згідно з розрахунком балкової клітки, зусилля від другорядної балки $Q_{\max \text{ ВБ}} = 44,22 \text{ кН}$, а від головної балки $Q_{\max \text{ ГБ}} = 216,03 \text{ кН}$.

Обчислюємо розрахунковий опір ґрунту фундаменту:

$$R = \frac{\gamma_{C1} * \gamma_{C2}}{k} [M_{\gamma} * k_z * b * \gamma_{11} + M_q * d_1 * \gamma'_{11} + (M_q - 1) * d_b * \gamma'_{11} + M_c * C_{11}], \text{ т/м}^2,$$

де: γ_{C1} і γ_{C2} — коефіцієнти умов роботи, що приймаються за [6] і дорівнюють 1,4;

k — коефіцієнт, що приймається рівним $k_z = 1$, оскільки характеристики міцності ґрунту визначені безпосередніми випробуваннями;

M_{γ}, M_q, M_c - коефіцієнти, що приймаються за [6] і дорівнюють 3,12, 13,46 та 13,37 відповідно;

k_z - коефіцієнт, що приймається рівним $k_z = 1$, оскільки $b < 10 \text{ м}$;

b - ширина підшви фундаменту, м;

γ_{11} - усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче основи фундаменту, т/м^3 ;

γ'_{11} - те саме, що залягають вище підшви, т/м^3 ;

C_{11} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під підшвою фундаменту, т/м^2 ;

d_1 - глибина закладення фундаментів безпідвальних споруд від рівня планування; нею приведена глибина закладення зовнішніх і внутрішніх фундаментів від підлоги підвалу (у даному випадку $d_1 = 0,4$ м);

d_b - глибина підвалу - відстань від рівня планування до підлоги підвалу, м, (у даному випадку приймається $d_b = 0$ м, оскільки ширина підвалу $B \geq 20$ м).

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,4}{1,1} [3,12 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 2,3 + 13,46 \cdot 0,35 \cdot 1,8 + (13,46 - 1) \cdot 0 \cdot 1,8 + 13 \cdot 0,2] = 1,78 \cdot [5,96 + 8,48 + 0 + 2,67] = 30,46 \text{ т/м}^2.$$

Для подальшого розрахунку знайдемо навантаження від фундаменту на ґрунт:

$$F_\phi = V_\phi \cdot \rho_{\text{бет}} + V_{\text{гр}} \cdot \rho_{\text{гр}}, \quad (3.1)$$

де: V_ϕ - об'єм фундаменту, м^3 ;

$\rho_{\text{бет}}$ - щільність бетону, т/м^3 ;

$V_{\text{гр}}$ - об'єм ґрунту, м^3 ;

$\rho_{\text{гр}}$ - щільність ґрунту, т/м^3 .

У формулі добуток об'єму ґрунту на щільність ґрунту дорівнюватиме нулю, оскільки на колони ґрунт з бічних сторін не впливатиме.

$$F_\phi = 11,36 \cdot 2,5 = 28,4 \text{ т.}$$

Напруження, що діє на фундамент.

$$\sigma = \frac{F_v + F_\phi}{A}; \quad (3.2)$$

де: F_ϕ - навантаження від фундаменту, т;

F_v - загальне навантаження, що діє на фундамент, т;

A - площа фундаментної подушки, м^2 .

Для того щоб знайти напруження, що діє на фундамент, необхідно підсумувати навантаження, що діє на фундамент, і розрахувати загальне навантаження F_v .

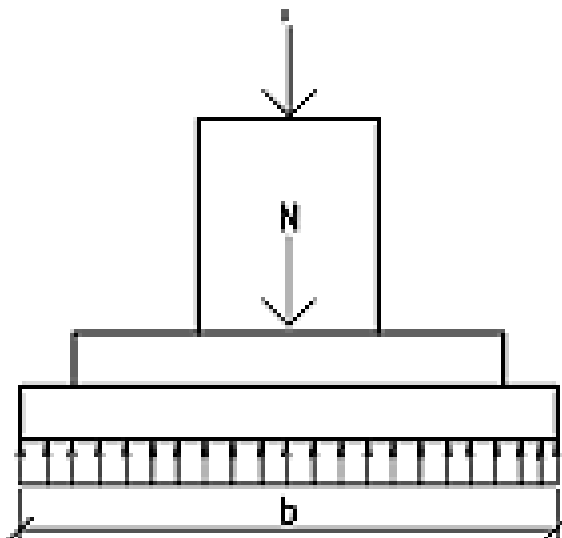


Рис. 3.2 Розрахункова схема фундаменту

Сума навантаження на фундамент наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Сума навантаження на фундамент.

Назва елемента	Об'єм елемента, м ³	Щільність матеріалу, т/м ³	Навантаження, т
Постійне навантаження			
Колона	4,45	2,5	11,13
Опори балкової клітки	-	-	26,51
Тимчасове навантаження			
Торговий зал	Нормативне навантаження, т/м ²	Площа дії, м ²	Навантаження, т
	0,4	27	10,8
Загальне навантаження			48,44

$$\sigma = \frac{28,4 + 48,44}{15,12} = 5,1 \text{ т/м}^2$$

Тепер порівняємо значення опору ґрунту основи R та напруження, що діє на фундамент σ :

$$R = 30,46 \text{ т/м}^2 \geq \sigma = 5,1 \text{ т/м}^2.$$

З нерівності видно, що опір ґрунту основи R більший, ніж напруження, що діє на фундамент σ , отже, даний фундамент витримає балкову клітку, що зводиться.

3.2 Підпірна стінка

Для того щоб ґрунт не засипався у підвальне приміщення, по периметру підвалу передбачається підпірна стінка, що виконується монолітною плитою.

Для визначення товщини підпірної стінки необхідно визначити активний тиск ґрунту на підпірну стінку, E_q , т/м :

$$E_q = \frac{\gamma * h^2}{2} * \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right), \text{ т/м} \quad (3.3)$$

де: γ - щільність ґрунту, т/м³;

h - висота дії ґрунту на підпірну стінку, м;

φ - кут внутрішнього тертя ґрунту.

$$E_q = \frac{2,3 * 3,6^2}{2} * \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{43}{2} \right) = 2,76 \text{ т/м}$$

Виходячи з цього навантаження від ґрунту на підпірну стінку, приймаємо її ширину рівною 200 мм і виконаною з моноліту.

3.3 Висновки до розділу 3

У розділі було розглянуто інженерно-геологічні умови основи будівлі, виконано перевірочний розрахунок існуючого фундаменту та обґрунтовано необхідність улаштування підпірної стінки по периметру підвального приміщення.

На основі аналізу геологічного розрізу встановлено, що під фундаментами торгово-офісної будівлі в м. Харків залягає гальковий ґрунт, який має сприятливі характеристики як основа для сприйняття навантажень. Подошва стовпчастого фундаменту розташована на відмітці 243,2 м, а рівень ґрунтових вод — на відмітці 241,5 м. У процесі реконструкції передбачається вилучення насипного галькового ґрунту з підземного простору та влаштування підземного паркінгу.

У зв'язку з тим, що існуюче перекриття першого поверху було виконане «по ґрунту», у роботі обґрунтовано необхідність улаштування балкової клітки, яка сприйматиме навантаження від перекриття та торгового залу. Це рішення потребувало перевірки існуючих стовпчастих фундаментів, оскільки на них додатково передаються зусилля від головних і другорядних балок.

У межах перевірочного розрахунку визначено розрахунковий опір ґрунту основи та напруження, що виникає під подошвою фундаменту від сумарної дії навантажень. До складу навантажень включено власну вагу колони, зусилля від опор балкової клітки та тимчасове навантаження від торгового залу. Загальне навантаження на фундамент становить 48,44 т, зокрема навантаження від опор балкової клітки — 26,51 т.

Порівняння розрахункового опору ґрунту з напруженням, що діє на фундамент, показало, що несуча здатність основи є достатньою. Отже, існуючий фундамент здатний сприймати додаткові навантаження від запроєктованої балкової клітки, що підтверджує можливість реалізації прийнятого конструктивного рішення без необхідності принципової зміни фундаментної схеми.

Для забезпечення стійкості ґрунту по периметру підвального простору передбачено влаштування підпірної стінки. З урахуванням активного тиску ґрунту прийнято конструктивне рішення у вигляді монолітної підпірної стінки товщиною 200 мм, яка запобігатиме обсипанню ґрунту в підвальне приміщення.

У розділі на основі проведених розрахунків підтверджено достатню несучу здатність існуючих фундаментів і ґрунтової основи для умов реконструкції, а також обґрунтовано конструктивне рішення підпірної стінки. Отримані результати мають важливе значення для забезпечення надійності, стійкості та безпечної експлуатації підземного паркінгу після реконструкції будівлі.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

У цьому розділі розробляється техніка безпеки для реконструкції торгово-офісного центру з облаштуванням підземних парковок , а саме:

- загальні положення безпеки праці;
- облаштування та утримання будівельного майданчика, ділянок робіт та робочих місць;
- пожежна безпека на об'єкті реконструкції;
- техніка безпеки при експлуатації будівельних машин і механізмів;
- безпека праці під час виконання бетонних робіт;
- заходи щодо запобігання терористичним актам.

4.1 Загальні положення щодо безпеки умов праці в будівництві

Виконроби та майстри — особи, відповідальні за стан техніки безпеки. На головних інженерів, начальників будівельних майданчиків, а також на спеціально призначених працівників служби техніки безпеки покладають завдання щодо забезпечення охорони праці, керівництва та відповідальності за неї.

Безпечну організацію будівництва, навчання та забезпечення робітників спецодягом, засобами індивідуального захисту, а також контроль за їх застосуванням та правильним використанням доручають інженерно-технічним працівникам

4.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, учасників робіт та робочих місць

На всіх етапах виконання робіт повинна забезпечуватися безпека праці працівників.

Місце роботи екскаватора на етапі виїмки ґрунту під в'їзну рампу підземного паркінгу огорожують сигнальними стрічками і, після завершення виїмки, захисними огорожами висотою 1,2 м згідно з [31].

На території будівельного майданчика діє обмеження швидкісного режиму для автотранспорту — 5 км/год. Будівельний майданчик, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби освітлені відповідно до [32]. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається.

Будівельне сміття складається у відведені для цих цілей контейнери.

На об'єкті передбачені санітарно-побутові приміщення для робітників:

- гардеробні;
- туалети;
- приміщення для сушіння одягу;
- для прийому їжі та обігріву робітників у холодну пору року.

На будівельному майданчику повинні бути забезпечені заходи з надання першої медичної допомоги, а саме: медичною аптечкою та набором засобів для надання першої долікарської допомоги.

На будівельному майданчику необхідно забезпечити робітників питною водою. Розташування джерел питної води не повинно перевищувати 75 м від робочих місць.

Усі робітники повинні бути забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту, проінструктовані та навчені безпечним методам виконання робіт.

Працівники всіх професій, зайняті у виконанні робіт, повинні проходити інструктажі з безпеки праці:

- вступний;
- первинний на робочому місці;
- повторний;
- позаплановий;
- цільовий.

Результати всіх проведених інструктажів заносяться до журналу реєстрації.

4.3 Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику

Згідно з [33], будівельний майданчик повинен бути обладнаний засобами пожежогасіння.

Протипожежне обладнання повинно утримуватися в справному, роботоздатному стані. Проходи до протипожежного обладнання повинні бути завжди вільними та позначені відповідними знаками або написами.

Усі працівники повинні пройти протипожежний інструктаж і скласти іспит з пожежно-технічного мінімуму, знати та виконувати інструкції з пожежної безпеки на робочому місці, вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння.

На території побутового містечка повинен бути встановлений протипожежний режим, у тому числі:

- визначені та обладнані місця для куріння;
- встановлено порядок прибирання горючих відходів, зберігання змащеного спецодягу;
- визначено порядок огляду та закриття приміщень після закінчення роботи;
- визначено порядок знеструмлення електрообладнання у разі пожежі та після закінчення робочого дня;
- дії співробітників при виявленні пожежі.

4.4 Техніка безпеки при експлуатації будівельних машин і механізмів

Експлуатація будівельних машин і механізмів повинна здійснюватися відповідно до вимог [34].

Під час роботи кранів та кранових установок (маніпуляторів) встановлюються зони потенційно небезпечних виробничих факторів, на межі яких встановлюються сигнальні огорожі та знаки безпеки. До цих зон належать:

- ділянки території поблизу будівлі, що реконструюється;

- місця, над якими відбувається переміщення вантажів кранами.

Будівельні машини та механізми повинні бути встановлені та закріплені в стійкому положенні, що не допускає їх перекидання або зміщення.

4.5 Безпека праці під час виконання бетонних робіт

При встановленні арматури, опалубки, заливці бетону, розбиранні опалубки та інших роботах, що виконуються при зведенні монолітних залізобетонних конструкцій, застосовуються заходи щодо захисту від нестійкого стану опалубки та опорних кріплень.

Під час монтажу опалубки всі регульовані елементи повинні бути жорстко закріплені.

Демонтаж опалубки проводиться після досягнення бетоном заданої міцності.

Необхідно вжити заходів проти випадкового падіння елементів опалубки, опорних риштувань або конструкцій.

При демонтажі опалубку слід знімати цілком, щоб уникнути падіння деталей опалубки.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами бетонники зобов'язані виконувати такі вимоги:

- відключати електровібратор під час перерв у роботі та переходу в процесі бетонування з одного місця на інше;
- переміщати майданчиковий вібратор під час ущільнення бетонної суміші за допомогою гнучких тяг;
- вимикати вібратор на 5 – 7 хв для охолодження через кожні 30 – 35 хв роботи;
- не допускати роботу вібратором з приставних драбин;
- навішувати електропроводку вібратора, а не прокладати по укладеному бетону.

Рукоятки вібраторів повинні бути оснащені амортизаторами, без них робота заборонена.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами переміщати вібратор за шнур електроживлення не допускається.

Під час перерв у роботі, переходу з одного робочого місця на інше та закінчення робіт вібратори слід від'єднувати від мережі.

Під час дощу роботи з вібратором заборонені. Їх слід накрити брезентом або прибрати в приміщення.

Після роботи вібратори та шланги необхідно очистити від бруду. Обмивати вібратори водою заборонено.

Під час роботи з вібратором бетонник зобов'язаний користуватися гумовими чобітьми та рукавичками.

4.6 Висновки до розділу 4

У розділі було розроблено основні заходи з охорони праці та техніки безпеки під час реконструкції торгово-офісного центру з улаштуванням підземного паркінгу. Розглянуті рішення охоплюють організацію безпечних умов праці, облаштування будівельного майданчика, пожежну безпеку, експлуатацію будівельних машин і механізмів, а також безпеку виконання бетонних робіт.

Визначено відповідальних осіб за стан охорони праці на будівельному майданчику, зокрема виконавців робіт, майстрів, інженерно-технічних працівників і спеціально призначених працівників служби охорони праці. Обґрунтовано необхідність проведення навчання, інструктажів, забезпечення працівників спецодягом і засобами індивідуального захисту, а також постійного контролю за дотриманням безпечних методів виконання робіт.

Для будівельного майданчика передбачено комплекс організаційних заходів, спрямованих на зменшення ризиків під час виконання робіт. Зокрема, місце роботи екскаватора під час виїмки ґрунту під в'їзну рампу необхідно огорожувати сигнальними стрічками та захисними огорожами висотою 1,2 м.

На території будівельного майданчика встановлено обмеження швидкості руху автотранспорту до 5 км/год, передбачено освітлення проїздів, проходів і робочих місць у темний час доби, а також організоване складування будівельного сміття у спеціально відведені контейнери.

Окрему увагу приділено санітарно-побутовому забезпеченню працівників. На будівельному майданчику передбачено гардеробні, туалети, приміщення для сушіння одягу, прийому їжі та обігріву робітників у холодну пору року. Також визначено необхідність забезпечення працівників питною водою, джерела якої повинні розташовуватися на відстані не більше 75 м від робочих місць, і засобами для надання першої долікарської допомоги.

У розділі сформульовано вимоги до пожежної безпеки на об'єкті реконструкції. Будівельний майданчик має бути забезпечений справними первинними засобами пожежогасіння, вільними проходами до протипожежного обладнання та відповідним протипожежним режимом.

Працівники повинні пройти протипожежний інструктаж, знати порядок дій у разі виникнення пожежі та вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння.

Розглянуто вимоги безпечної експлуатації будівельних машин і механізмів. Для кранів і кранових установок передбачено встановлення небезпечних зон, сигнальних огорож і знаків безпеки. Будівельні машини та механізми мають встановлюватися у стійкому положенні, яке унеможливило їх перекидання або зміщення під час роботи.

Під час виконання бетонних робіт передбачено заходи безпеки при встановленні арматури, монтажі та демонтажі опалубки, укладанні й ущільненні бетонної суміші.

Особливу увагу приділено безпечній роботі з електровібраторами: їх необхідно відключати під час перерв і переміщення, не допускати переміщення за шнур живлення, не виконувати роботи під час дощу та використовувати гумові чоботи й рукавички.

У розділі сформовано комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпечної організації будівельного виробництва під час реконструкції об'єкта. Запропоновані рішення дають змогу знизити ризики травматизму, забезпечити належні умови праці, пожежну безпеку та безпечне виконання основних будівельно-монтажних процесів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розглянуто реконструкцію торгово-офісної будівлі в місті Харків з улаштуванням підземного паркінгу. Основна ідея проєктного рішення полягає у раціональному використанні підземного простору без збільшення площі забудови та без зміни основних габаритів існуючої будівлі в плані. Такий підхід є доцільним для щільної міської забудови, де можливості розширення території обмежені, а потреба в додаткових паркувальних місцях залишається значною.

У роботі обґрунтовано можливість пристосування існуючої торгово-офісної будівлі до нових експлуатаційних умов шляхом влаштування підземного рівня. При цьому враховано, що реконструкція такого типу не зводиться лише до зміни функціонального використання простору, а потребує перевірки роботи наявної конструктивної системи, підсилення перекриття першого поверху, оцінки несучої здатності фундаментів, організації безпечного виконання земляних, бетонних і монтажних робіт, а також забезпечення стабільності ґрунту по периметру підземного приміщення.

Мету бакалаврської кваліфікаційної роботи досягнуто шляхом розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних і фундаментних рішень реконструкції торгово-офісної будівлі з улаштуванням підземного паркінгу, а також шляхом обґрунтування заходів з охорони праці та техніки безпеки під час виконання реконструктивних робіт.

У першому розділі проаналізовано архітектурно-будівельні передумови реконструкції. Розглянуто рішення генерального плану ділянки, на якій розташована будівля торгового комплексу, паркувальні місця, елементи благоустрою та озеленення. Таке опрацювання дало змогу встановити вихідні умови розміщення об'єкта та оцінити можливість організації підземного паркінгу без істотного втручання у сформовану планувальну структуру території.

Окремо охарактеризовано місцеві географічні та кліматичні умови району реконструкції. Для міста Харків виконано побудову рози вітрів за січень і липень,

за результатами якої встановлено переважання вітрів південно-західного напрямку. Ці дані використано як частину вихідної інформації для подальшого аналізу умов експлуатації будівлі, організації території та прийняття архітектурно-будівельних рішень.

У межах об'ємно-планувального аналізу встановлено, що до реконструкції будівля має чотири надземні поверхи та використовується для розміщення торгових, побутових і сервісних приміщень. На першому поверсі розташовані магазини різного призначення, аптечний пункт, супермаркет і магазин косметики; на верхніх поверхах — торговельні павільйони, дисконт-центр і майстерні. Така функціональна структура будівлі зберігається, а реконструкція спрямована на доповнення її підземним паркінгом.

Після реконструкції розміри будівлі в плані не змінюються. Основне нове функціональне рішення полягає в освоєнні підземного простору під існуючою будівлею та розміщенні в ньому паркінгу на 151 паркувальне місце. Для доступу до підземного рівня передбачено в'їзну рампу з торця будівлі та тротуар з ухилом. Це забезпечує функціональний зв'язок між наземною територією і підземним паркінгом та дозволяє використовувати підземний простір як повноцінний експлуатаційний рівень будівлі.

Аналіз конструктивних рішень до реконструкції показав, що будівля має каркасну схему з сіткою колон 9×6 м. Основними несучими елементами є монолітні стовпчасті залізобетонні фундаменти, збірні залізобетонні колони, ригелі, сходові марші та збірні залізобетонні перекриття верхніх поверхів. Водночас підлога першого поверху виконана з монолітного неармованого бетону «по ґрунту», що є принципово важливою обставиною для реконструкції. Після вилучення ґрунту з підземного простору така конструкція не може працювати як самостійне несуче перекриття.

З огляду на цю особливість у роботі прийнято конструктивне рішення щодо влаштування монолітного балкового перекриття під першим поверхом. Балкова система складається з головних і другорядних балок, які сприймають навантаження від існуючої підлоги першого поверху та експлуатаційні

навантаження торгового залу. Головні балки розташовуються безпосередньо під підлогою першого поверху та спираються на бетонні стовпчики, а другорядні балки передають навантаження на головні балки та окремі опорні елементи. Таке рішення дозволяє перетворити конструкцію, що раніше працювала «по ґрунту», на перекриття, здатне сприймати навантаження після створення підземного простору.

У роботі також прийнято конструктивні рішення для елементів підземного рівня та рампи. Стіни рампи передбачено з монолітного залізобетону товщиною 200 мм, дорожнє покриття і тротуар — з неармованого бетону товщиною 300 мм. Підлога підвалу також запроектована з неармованого бетону товщиною 300 мм. Такі рішення відповідають функціональному призначенню підземного паркінгу, забезпечують необхідну експлуатаційну міцність покриттів і створюють умови для безпечного руху автомобілів та пішоходів.

У першому розділі виконано теплотехнічний розрахунок підвального простінка та перекриття підвального приміщення. Розрахунки проведено з урахуванням кліматичних умов м. Харків, температури внутрішнього повітря, тривалості опалювального періоду та вимог до теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій. За результатами розрахунку прийнято товщину утеплювача 60 мм як для підвальної стіни, так і для підвального перекриття. Це рішення забезпечує необхідний рівень теплозахисту конструкцій підземної частини будівлі.

У другому розділі виконано розрахунково-конструктивне обґрунтування підвального перекриття. На початковому етапі розглянуто існуючу плиту першого поверху, яка є монолітною бетонною плитою без армування, залитою «по ґрунту». Для неї виконано збір навантажень. Розрахункове сумарне навантаження на плиту становить $10,586 \text{ кН/м}^2$, зокрема постійне навантаження — $5,786 \text{ кН/м}^2$, тимчасове — $4,8 \text{ кН/м}^2$. Отримані значення підтвердили необхідність влаштування додаткової несучої системи після вилучення ґрунту з-під будівлі.

Для визначення раціональної роботи підвального перекриття плиту розглянуто як однопрогоновий шарнірно-опертий елемент. Такий підхід є

обґрунтованим, оскільки існуючий бетон може мати тріщини і не повинен розглядатися як повноцінна багатопрогонова нерозрізна конструкція. На основі розрахунків за згинальним моментом і поперечною силою визначено доцільність застосування другорядних балок із прийнятим кроком, що зменшує навантаження на кожний окремий елемент балкової клітки.

Розрахунок другорядної балки виконано з урахуванням навантаження від плити перекриття та власної ваги залізобетонного елемента. Переріз балки прийнято за результатами попереднього конструктивного підбору, після чого виконано розрахунок у програмному комплексі ЛІРА. Для бетону класу В20 перевірено несучу здатність, деформації, тріщиностійкість, міцність по бетонній смужі між похилими перерізами та міцність по похилому перерізу. Коефіцієнти використання за всіма основними перевірками не перевищують допустимих значень, що підтверджує працездатність прийнятого рішення.

Максимальний прогин другорядної балки становить 5,806 мм. Отримане значення свідчить про достатню жорсткість конструкції та можливість її використання у складі балкової клітки підвального перекриття. Враховуючи результати перевірок за першою і другою групами граничних станів, другорядні балки забезпечують надійне сприйняття навантажень від перекриття першого поверху та передачу їх на головні балки й опорні елементи.

Для головної балки визначено геометричні параметри перерізу, навантаження від власної ваги та зосереджені сили від другорядних балок. Розрахунок виконано в програмному комплексі ЛІРА із застосуванням поздовжньої арматури класу А500 та поперечної арматури класу А240. За результатами розрахунку опорні реакції головної балки становлять 216,03 кН, а максимальний прогин — 3,988 мм. Коефіцієнти використання за міцністю, деформаціями, тріщиностійкістю та похилими перерізами перебувають у допустимих межах. Прийняте армування головної балки з поперечною арматурою кроком 200 мм забезпечує її роботу за умовами міцності, жорсткості й тріщиностійкості. Результати розрахунків підтверджують, що монолітна балкова клітка може бути використана як основна несуча система для підтримання

перекриття першого поверху після влаштування підземного паркінгу. Це є ключовим конструктивним рішенням усієї реконструкції, оскільки саме воно забезпечує можливість безпечного освоєння підземного простору.

У третьому розділі розглянуто питання основ і фундаментів. За даними інженерно-геологічних умов встановлено, що під фундаментом будівлі знаходиться гальковий ґрунт, який має сприятливі властивості як основа. Підшва існуючого стовпчастого фундаменту розташована на відмітці 243,2 м, а рівень ґрунтових вод — на відмітці 241,5 м. У процесі реконструкції передбачається вилучення насипного галькового ґрунту з підземного простору та влаштування на його місці підземного паркінгу. Оскільки після реконструкції на існуючі фундаменти додатково передаються зусилля від головних і другорядних балок, у роботі виконано перевірочний розрахунок фундаменту. Метою такого розрахунку було встановлення здатності фундаменту та ґрунтової основи сприймати додаткові навантаження без втрати несучої здатності. У розрахунку враховано навантаження від колони, опор балкової клітки та тимчасове навантаження від торгового залу. За результатами перевірочного розрахунку встановлено, що розрахунковий опір ґрунту основи перевищує напруження, яке діє на фундамент. Отже, існуючий стовпчастий фундамент здатний сприймати навантаження від нової балкової клітки та конструкцій, що підтримують перекриття першого поверху. Це підтверджує технічну можливість реалізації запропонованого рішення без необхідності повної заміни фундаментної системи.

Для забезпечення стійкості ґрунту по периметру підземного простору в роботі обґрунтовано необхідність улаштування підпірної стінки. Її призначення полягає у запобіганні обсипанню ґрунту в підвальне приміщення після вилучення насипного ґрунту та формування підземного рівня. Підпірна стінка виконується як монолітна плита, а її параметри визначаються з урахуванням активного тиску ґрунту. Це рішення є необхідним для забезпечення безпечної експлуатації підземного паркінгу та стабільної роботи ґрунтового масиву навколо будівлі.

У четвертому розділі розглянуто заходи з охорони праці та техніки безпеки під час реконструкції. Особливість даного об'єкта полягає в тому, що роботи

виконуються в умовах існуючої будівлі, а також пов'язані з вилученням ґрунту, бетонуванням, улаштуванням балкової клітки, підпірної стінки, рампи та інших конструкцій підземної частини. Тому організація будівельного майданчика, доступ працівників до робочих місць, огороження небезпечних зон і контроль за станом конструкцій мають принципове значення.

У роботі наведено вимоги до облаштування та утримання будівельного майданчика, учасників робіт і робочих місць. Передбачено необхідність упорядкування проходів і проїздів, забезпечення безпечного складування матеріалів, підтримання робочих зон у належному стані, застосування засобів індивідуального захисту та організації контролю за дотриманням вимог безпеки. Такі заходи мають бути реалізовані до початку основних робіт і підтримуватися протягом усього періоду реконструкції. Окремо розглянуто питання пожежної безпеки на будівельному майданчику. Передбачено необхідність забезпечення первинними засобами пожежогасіння, дотримання правил зберігання горючих матеріалів, контролю за виконанням вогневих робіт, утримання шляхів евакуації у вільному стані та визначення порядку дій працівників у разі виникнення пожежі. Такі рішення спрямовані на зменшення ризику загорянь під час виконання реконструктивних робіт.

У розділі охорони праці також опрацьовано техніку безпеки під час експлуатації будівельних машин і механізмів та під час виконання бетонних робіт. Це є важливим саме для даного об'єкта, оскільки реконструкція передбачає значний обсяг робіт із монолітним залізобетоном, улаштування балок, стовпчиків, підпірної стінки та елементів рампи. Дотримання технологічної послідовності бетонування, справність обладнання, правильне встановлення опалубки та безпечна організація робочих місць є необхідними умовами якісного і безпечного виконання робіт.

Практичне значення виконаної бакалаврської кваліфікаційної роботи полягає в тому, що в ній обґрунтовано можливість реконструкції існуючої торгово-офісної будівлі шляхом освоєння підземного простору під паркінг без збільшення площі забудови. Запропоноване рішення дає змогу підвищити

функціональність будівлі, створити 151 паркувальне місце, забезпечити нову несучу систему під перекриттям першого поверху та зберегти працездатність існуючих фундаментів.

Виконані розрахунки підтверджують технічну доцільність прийнятих рішень. Теплотехнічні розрахунки дали змогу визначити параметри утеплення підвальної стіни та перекриття; розрахунок підвального перекриття обґрунтував застосування монолітної балкової клітки; перевірка фундаменту засвідчила достатню несучу здатність основи; рішення підпірної стінки забезпечує стабільність ґрунту по периметру підземного простору. У сукупності ці результати формують цілісне інженерне обґрунтування реконструкції.

У роботі послідовно вирішено поставлені завдання: проаналізовано генеральний план і кліматичні умови району реконструкції, охарактеризовано будівлю до та після реконструкції, розроблено рішення щодо підземного паркінгу, рампи й підвального перекриття, виконано теплотехнічні розрахунки, розраховано головні та другорядні балки монолітної балкової системи, перевірено існуючий фундамент на сприйняття додаткових навантажень, обґрунтовано улаштування підпірної стінки та розглянуто заходи охорони праці.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Kovalchuk, Y., Shynhera, N., Shved, Y., & Voronchak, V. (2020). Fatigue damage of the heel joint of welded roof truss. *Вісник тернопільського національного технічного університету*, 99(3), 28-33.
9. Швед, Я. Л., & Міщук, О. І. (2020). Комп’ютерне моделювання поведінки зварних ферм при дії циклічних навантажень. *Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*, 1, 34-34.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Ковальчук, Я. О., Шингера, Н. Я., & Швед, Я. Л. (2023). Дослідження деформаційної поведінки зварної будівельної ферми при температурному впливі. *Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання “*, 261-262.

12. Shved, Y., Kovalchuk, Y., Bodrova, L., Kramar, H., & Shynhera, N. (2024). Modeling the influence of complex factors on the plastic damage of a welded truss. *Procedia Structural Integrity*, 59, 664-671.
13. Shved, Y., Kovalchuk, Y., & Shynhera, N. (2022). Welded truss deformation under thermal influence. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*, 105(1), 13-18.
14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.
15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.
16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.
18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.
19. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.
20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клеєні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.
21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.
22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.
23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.
24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог. — Київ: Мінрегіонбуд

України, 2016.

25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.

26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.

27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.

28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. — 64 с.

29. Hud, M., Chornomaz, N., Ihnatieva, V., & Koval, I. (2022). Analysis of the effect of horizontal ties on the deformability of the bottom of the floating pool. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*, 106(2), 133-137.

30. Hud, M., Koval, I., & Frankiv, M. (2024). Переваги та недоліки легких сталевих тонкостінних конструкцій. *SWorldJournal*, (25-02), 15-22.

31. Гудь, М. І. (2022). Підбір раціональної схеми розміщення в'язей у днищі плаваючого басейну. *Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій “*, 93-94.

32. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.

33. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.

34. Kovalchuk, Y., Shynhera, N., Shved, Y., & Voronchak, V. (2020). Fatigue damage of the heel joint of welded roof truss. *Вісник тернопільського національного технічного університету*, 99(3), 28-33.

35. Shved, Y. (2023). Strength and deformation analysis of a welded truss under load in fire and emergency temperature conditions. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*, 112(4), 73-81.