

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва

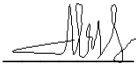
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**ТОРГІВЕЛЬНО-ОФІСНА БУДІВЛЯ З МАНСАРДНИМ ПОВЕРХОМ
У М. ХАРКІВ**

Розробив: студент 4 курсу, групи БтаЦІ 2022-2
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
освітня програма «Промислове та цивільне
будівництво»

Скребцов Дмитро Вікторович



Керівник  к.т.н., доцент Александрович В.А.

Рецензент  ст. викл. Гаврилюк О.В.

Харків

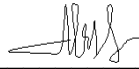
2026

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри геотехніки, підземних
споруд та гідротехнічного будівництва

 **Вадим АЛЕКСАНДРОВИЧ**
« 01 » червня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Скребцова Дмитра Вікторовича

Спеціальність: *192 – Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Торгівельно-офісна будівля з мансардним
поверхом у м. Харків* затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
№ 447-03 від «26» травня 2026 року

Термін подання завершеної роботи на кафедру 17.06.2025 року

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні
вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-
планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки: *архітектурно-будівельна частина,
розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація
будівництва, розділ охорони праці.*

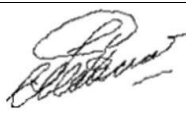
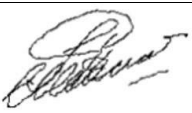
Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень):

- архітектурно-будівельна частина: *фасади, повздовжні та поперечні
розрізи, план на відмітці 0.000;*

- розрахунково-конструктивна частина: *робочі креслення основних
конструктивних елементів будівлі (фундаменти, колони, ригелі, елементи
покриття та перекриття);*

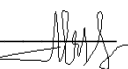
- розділ технології будівельного виробництва: *технологічна карта.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	Александрович В.А.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	Шемер Р.М.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Братішко С.М.		
4. Охорона праці		Нікітченко О.Ю.		
Нормоконтроль		Гаврилюк О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	01.06.2026-04.06.2026	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	05.06.2026-10.06.2026	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	11.06.2026-14.06.2026	виконано
4. Охорона праці	15.06.2026-17.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи  к.т.н., доцент Александрович В.А.

Завдання прийняв до виконання  Скребцов Д.В.

Дата видачі завдання «01» червня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина	5
1.1. Вихідні дані для проєктування торгівельно-офісної будівлі	5
1.2. Об'ємно-планувальне рішення торгівельно-офісної будівлі	7
1.3. Конструктивні елементи торгівельно-офісної будівлі	8
1.4. Інженерне обладнання торгівельно-офісної будівлі	14
1.5. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	16
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	19
2.1. Розрахунок підземної частини торгівельно-офісної будівлі	19
2.1.1. Розрахунок ширини підшви фундаменту	19
2.1.2. Розрахунок осідання фундаменту	21
2.1.3. Конструювання та армування фундаменту	23
2.2. Розрахунок надземної частини торгівельно-офісної будівлі	27
2.2.1. Збір навантажень	27
2.2.2. Розрахунок торгівельно-офісної будівлі в програмному комплексі SCAD	30
Розділ 3. Технологія будівельного виробництва	42
3.1. Призначення та область застосування технологічної карти	42
3.2. Вибір методів виробництва та послідовності виконання робіт	42
3.2. Відомість обсягів робіт	46
3.3. Калькуляція трудових витрат	47
3.4. Вибір ведучого механізму	48
3.5. Розрахунки складу комплексної бригади	48
3.6. Технологія виробництва робіт	50
3.7. Вимоги з охорони праці під час бетонування фундаментів	52
3.8. Розрахунок техніко-економічних показників	54
Розділ 4. Охорона праці	56
4.1. Законодавча та нормативна база охорони праці в Україні	56
4.2. Загальні вимоги безпеки праці	56
4.3. Розрахунок небезпечної зони при виконанні земляних робіт	57
4.4. Безпечна організація робіт нульового циклу	58
4.5. Вимоги безпеки при влаштуванні фундаментів	58
4.6. Вимоги безпеки при монтажних роботах	59
4.7. Вантажно-розвантажувальні роботи	60
4.8. Захист від ураження електричним струмом	60
4.9. Пожежна безпека	61
Список використаних джерел	63

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина

1.1. Вихідні дані для проєктування торгівельно-офісної будівлі

Відповідно до індивідуального завдання на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи розроблено проєкт будівництва громадської будівлі, розташованої у місті Харків.

Під час прийняття вихідних даних для проєктування враховано кліматичні, снігові, вітрові та інженерно-геологічні умови району будівництва згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проєктування та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія [1, 2].

Згідно з картами районування території України, місто Харків належить до V снігового району та II вітрового району. На основі цього для подальших розрахунків прийнято такі нормативні значення [2]:

швидкісний напір вітру – 45 кгс/м^2 ;

нормативне снігове навантаження – 160 кгс/м^2 ;

нормативна глибина промерзання ґрунту – 1,2 м.

Проєктована будівля належить до II класу відповідальності. Прийнятий ступінь вогнестійкості будівлі — II [2].

Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика

За результатами аналізу інженерно-геологічних умов встановлено таку послідовність залягання ґрунтів у межах ділянки будівництва: ґрунтово-рослинний шар – товщиною 0,15 м; суглинок жовтувато-бурий – товщиною 2,30 м; супісок зелено-бурий, пластичний – товщиною 3,50 м; глина бура, пластична – залягає нижче зазначених шарів.

Рівень ґрунтових вод прийнято на глибині 9,7 м від поверхні землі. За фізико-хімічними властивостями ґрунтові води вважаються неагресивними до бетону, що дозволяє застосовувати стандартні бетонні конструкції фундаментів

без додаткових спеціальних заходів антикорозійного захисту.

Основою під стрічковий фундамент прийнято шар суглинку, який має такі фізико-механічні характеристики: розрахунковий опір ґрунту – $R_0 = 200$ кПа; питома вага ґрунту – $\rho = 19,82$ кН/м³; питоме зчеплення – $C = 23$ кПа; модуль деформації – $E = 14$ МПа; кут внутрішнього тертя – $\varphi = 21^\circ$.

Інженерно-геологічні умови ділянки є придатними для влаштування стрічкових фундаментів за умови врахування прийнятих фізико-механічних характеристик ґрунтової основи під час розрахунків.

Генеральний план

Генеральний план розроблений на підставі ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій [3]. Передбачена можливість під'їзду пожежних машин.

Під час розроблення генерального плану враховано містобудівну ситуацію району будівництва, існуючий рельєф території, протипожежні вимоги, розміщення існуючих зелених насаджень, а також наявні та проєктовані інженерні мережі. Особливу увагу приділено раціональному використанню прилеглої території, організації руху пішоходів і транспорту, забезпеченню зручних в'їздів і виїздів, а також можливості під'їзду пожежної техніки до будівлі.

Генеральним планом передбачено: забезпечення під'їзду пожежних автомобілів; організацію руху пішоходів і транспорту з урахуванням існуючих проїздів; облаштування місць для тимчасового паркування гостей автомобілів; благоустрій прилеглої території; вертикальне планування ділянки; організацію відведення поверхневих вод; урахування існуючих і проєктованих інженерних комунікацій.

Головний вхід до будівлі передбачено з боку тротуару проспекту Героїв Харкова на відмітці 0,000. Під'їзд до розвантажувального майданчика проєктованої будівлі організовано через внутрішньоквартальні проїзди з боку проспекту Науки.

Тротуар перед головним фасадом проєктованої будівлі передбачається

розширити та виконати його покриття з тротуарної плитки. Покриття проїзду між існуючою та проєктованою будівлею прийнято з асфальтобетону по щебеневій основі. Для відокремлення проїзної частини від тротуарів передбачено встановлення бетонного бортового каменю.

У межах ділянки проходять окремі інженерні мережі зливної та господарсько-побутової каналізації, газопостачання, а також вентиляційні канали, які підлягають перенесенню відповідно до проєктних рішень. Організацію рельєфу території вирішено з максимальним урахуванням існуючих планувальних відміток, прилеглої вуличної забудови та розташування підземних комунікацій.

Існуюча система водовідведення є відкритою. Відведення поверхневих вод здійснюється природними ухилами рельєфу в напрямку проїзної частини з подальшим потраплянням до міської водовідвідної системи.

Переважні напрямки вітру прийнято відповідно до даних ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія [2]. Для міста Харків повторюваність напрямків вітру у січні та липні наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 — Повторюваність напрямків вітру

Місяць	Пн	ПнС	Сх	ПдС	Пд	ПдЗ	Зх	ПнЗ
Січень	4	6	9	16	12	18	23	12
Липень	7	7	5	7	9	14	31	20

Ширину вулиць і проїздів прийнято відповідно до їх категорії та призначення. Радіуси заокруглення проїзної частини й тротуарів визначено згідно з нормативними вимогами. Поздовжні ухили пішохідних шляхів прийнято в межах 0,01–0,03.

1.2. Об'ємно-планувальне рішення торгівельно-офісної будівлі

Об'ємно-планувальне рішення торгівельно-офісної будівлі прийнято з

урахуванням сучасних архітектурних підходів, функціонального призначення об'єкта та вимог щодо забезпечення комфортних умов експлуатації приміщень.

Будівля запроєктована з чотирма надземними поверхами та одним цокольним поверхом. Відмітка підлоги цокольного поверху становить $-2,070$ м. За умовну відмітку $0,000$ у проєкті прийнято рівень чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці $+116,65$ м.

Територія навколо будівлі підлягає благоустрою з улаштуванням покриття з тротуарної плитки, що забезпечує зручний підхід до будівлі та покращує експлуатаційні якості прилеглої території.

Основні техніко-економічні показники об'ємно-планувального рішення наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Техніко-економічні показники об'ємно-планувального рішення

Найменування показника та одиниці виміру	Кількість
Об'єм будівлі, усього, м ³	4245
у тому числі надземна частина, м ³	3725
у тому числі цокольна частина, м ³	520
Загальна площа, усього, м ²	1250
у тому числі надземна частина, м ²	1000
у тому числі цокольна частина, м ²	250
Площа офісних приміщень, м ²	750
Площа торговельних приміщень, м ²	500
Поверховість, поверх	4
Максимальна відмітка будівлі, м	$+14,890$

1.3. Конструктивні елементи торговельно-офісної будівлі

Конструктивна схема торговельно-офісної будівлі прийнята у вигляді змішаної системи з неповним сталевим каркасом. Просторова жорсткість будівлі забезпечується спільною роботою сталевих колон і балок, цегляних несучих стін, діафрагм жорсткості та монолітних залізобетонних перекриттів.

Міжповерхові перекриття передбачено монолітними залізобетонними по сталевих балках. Покрівля виконується з бітумної черепиці по несучому сталевому каркасу.

Несучі та огорожувальні конструкції будівлі відповідають вимогам, установленим для споруд II ступеня вогнестійкості. Межі вогнестійкості основних конструктивних елементів прийнято не менше: колони та діафрагми жорсткості – R 120; несучі стіни та стіни сходових кліток – REI 120; самонесучі стіни – REI 60; внутрішні стіни та перегородки – EI 15; сходові марші та площадки – R 60; міжповерхові перекриття – REI 45.

Основними конструктивними матеріалами є прокатна сталь, монолітний залізобетон, силікатна та керамічна цегла. Проєктом передбачено використання переважно вітчизняних будівельних матеріалів, зокрема арматурної сталі, сталевого прокату, цегли, цементу, заповнювачів для бетону та інших матеріалів, що відповідають чинним нормативним вимогам [4].

Фундаменти

Фундаменти під колони каркаса та несучі стіни запроектовано у вигляді монолітних залізобетонних стрічкових фундаментів. Для армування фундаментів прийнято арматуру класів A400C і A240C. Бетон фундаментів — класу C20/25.

Стіни цокольної частини передбачено монолітними залізобетонними, товщиною 400 мм. Глибину закладання фундаментів прийнято з урахуванням нормативної глибини промерзання ґрунту, об'ємно-планувального рішення підземної частини будівлі та несучої здатності ґрунтової основи.

Бетонування фундаментних конструкцій виконується по бетонній підготовці товщиною 100 мм, що забезпечує рівномірну основу для влаштування фундаментів і підвищує якість виконання монолітних робіт.

Елементи каркаса

Несучий каркас утворюють сталеві колони, сталеві балки перекриття, монолітні залізобетонні плити та цегляні несучі стіни.

Вертикальні навантаження сприймаються сталевими колонами,

виконаними зі спарених швелерів, з'єднаних зварюванням у коробчастий переріз. Таке конструктивне рішення забезпечує необхідну несучу здатність і просторову стійкість елементів каркаса.

Балки перекриття прийнято зі сталевих прокатних і зварних двотаврів та швелерів. Каркас покрівлі виконується зі сталевих гнутих замкнутих зварних профілів квадратного перерізу.

Роль діафрагм жорсткості виконують цегляні стіни, які разом із металевими елементами каркаса формують жорстку просторову систему будівлі. Перерізи основних несучих елементів приймаються за результатами розрахунку.

Перекриття

Міжповерхові перекриття запроєктовано у вигляді монолітних залізобетонних плит товщиною 150 мм, які спираються на сталеві балки. Для армування плит застосовується арматура класів А400С і А240С. Бетон плит перекриття прийнято класу В25.

Армування плит передбачено у двох напрямках, що забезпечує ефективну роботу перекриття під дією експлуатаційних навантажень.

Зовнішні стіни та фасадні рішення

Огороджувальні конструкції надземних поверхів передбачено у вигляді зовнішніх несучих стін із силікатної цегли товщиною 380 мм з утеплювачем товщиною 60 мм та зовнішнім опорядженням за системою вентиляованого фасаду.

Для оздоблення фасадів застосовуються: керамічна навісна плитка за технологією вентиляованого фасаду; часткове фасадне скління від підлоги до стелі; алюмінієві сендвіч-панелі; облицювання цокольної частини природним каменем, зокрема гранітом.

Перемички

Над прорізами в цегляних перегородках шириною менше 500 мм передбачено влаштування рядових перемичок. Тип перемичок приймається з урахуванням ширини прорізу, товщини стіни та характеру навантаження.

Перегородки

Внутрішні перегородки передбачено з керамічної цегли марки М75 на цементно-піщаному розчині марки М50. Товщина перегородок становить 120 мм.

Вентиляція

У громадській будівлі передбачено влаштування припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням. Повітроводи припливно-витяжної системи теплоізолюються з метою зменшення тепловтрат і підвищення енергоефективності будівлі.

У приміщеннях паркінгу передбачено загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію зі штучним спонуканням. Повітрообмін у приміщеннях приймається відповідно до їх функціонального призначення та вимог ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування [5].

Санітарно-технічні вузли

Огороджувальні конструкції санітарно-технічних вузлів виконуються з керамічної цегли товщиною 120 мм.

Внутрішні поверхні стін облицьовуються глазурованою керамічною плиткою. Підлога виконується з керамічної плитки, що забезпечує вологостійкість, зручність прибирання та відповідність санітарно-гігієнічним вимогам. Оздоблення стелі передбачає шпаклювання з подальшим високоякісним фарбуванням.

Сходи

У проєкті прийнято тримаршеві сходи, виконані з монолітного залізобетону по сталевих косоурах. Проміжні сходові площадки також передбачено монолітними залізобетонними товщиною 150 мм.

Для армування сходових маршів і площадок застосовується арматура класів А400С і А240С. Прийняте конструктивне рішення забезпечує необхідну міцність, жорсткість і надійність сходових елементів під час експлуатації будівлі.

Покрівля

Конструкція покрівлі передбачає влаштування теплоізоляційного шару, гідроізоляції та пароізоляції, що забезпечує необхідні теплотехнічні характеристики огорожувальної конструкції та захист утеплювача від зволоження.



Рис. 1.1. – Експлікація покрівлі

Двері

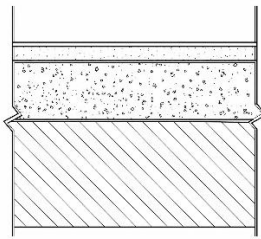
Двері, що встановлюються на входах до офісних приміщень, прийнято металопластиковими. Зовнішні входні двері передбачено з алюмінієвого профілю.

Вікна

Для забезпечення природного освітлення та можливості провітрювання приміщень у проєкті прийнято віконні блоки з металопластикового профілю зі склопакетами.

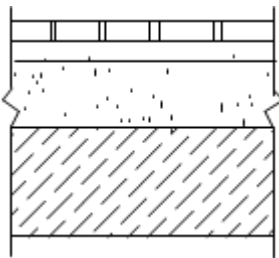
Підлога.

До початку робіт із влаштування підлог необхідно виконати прокладання всіх передбачених проєктом горизонтальних інженерних комунікацій. Це забезпечує правильну послідовність виконання будівельно-монтажних робіт і запобігає пошкодженню готових конструкцій підлоги під час подальшого монтажу мереж. Експлікація підлоги наведено на рис. 1.2–1.7.



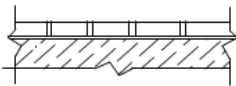
Комерційний лінолеум на дисперсионном полімерному клею, 5мм
 Самовирівнююча суміш Ceresit CN72, 10мм
 Грунтівка глибоко проникаюча Ceresit CT17
 Стяжка з легкого бетону, 85мм
 Монолітна залізобетонна плита перекриття

Рис. 1.2 – Експлікація підлоги офісних приміщень



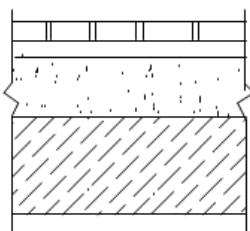
Керамічна плитка шорстка толщ.8мм на клейкої суміші Ceresit CM11 і заповненням швів Ceresit CE35 Супер, 13мм
 Самовирівнююча суміш Ceresit CN72, 7мм
 Грунтівка глибоко проникаюча Ceresit CT17
 Стяжка з легкого бетону, 80мм
 Монолітна залізобетонна плита

Рис. 1.3 – Експлікація підлоги Експлікація підлоги Коридорів, ліфтових холів, типових поверхів, майданчикових сходів



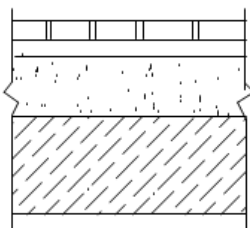
Керамічна плитка на цементно-піщаному розчині, 30мм
 Залізобетонні щаблі

Рис. 1.4 – Експлікація підлоги сходових маршів



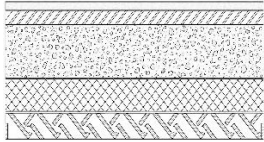
Керамічна плитка шорстка толщ.8мм на клейкої суміші Ceresit CM17 і заповненням швів Ceresit CE37, 13мм
 Самовирівнююча суміш Ceresit CN72, 7мм
 Грунтівка глибоко проникаюча Ceresit CT17
 Стяжка з легкого бетону, 60мм
 Монолітна залізобетонна плита перекриття

Рис. 1.5 – Експлікація підлоги санітарних вузлів



Керамічна плитка шорстка толщ.8мм на клейкої суміші Ceresit CM11 і заповненням швів Ceresit CE35, 13мм
 Самовирівнююча суміш Ceresit CN72, 7мм
 Грунтівка глибоко проникаюча Ceresit CT17
 Керамзитобетон, 170мм
 Монолітна залізобетонна плита

Рис. 1.6 – Експлікація підлоги вестибюля відм.0.000



Керамічна плитка шорстка толщ.8мм на клейкої суміші Ceresit CM11
і заповненням швів Ceresit CE35 Супер, 13мм
Самовирівнююча суміш Ceresit CN72, 7мм
Ґрунтівка глибоко проникаюча Ceresit CT17
Керамзитобетон, 185мм
Пароізоляція - плівка
Утеплювач - Paroc GRS 20, 50мм
Монолітна залізобетонна плита
Рис. 1.7 – Експлікація підлоги магазинів

1.4. Інженерне обладнання торгівельно-офісної будівлі

Інженерне забезпечення проєктованої будівлі передбачає влаштування систем водопостачання, каналізації, теплопостачання, вентиляції, електропостачання, освітлення, зв'язку та протипожежного захисту. Прийняті рішення спрямовані на забезпечення надійної, безпечної та енергоефективної експлуатації будівлі.

Водопостачання

Водопостачання будівлі передбачено від існуючої закільцьованої зовнішньої водопровідної мережі. Таке рішення забезпечує стабільну подачу води до санітарно-технічних приладів, технологічного обладнання та систем протипожежного водопостачання.

Джерелом гарячого водопостачання прийнято проєктовану котельню, розташовану на відмітці –2,070 м. Підготовка гарячої води здійснюється з урахуванням потреб будівлі та режиму її експлуатації.

Каналізація та водовідведення

У будівлі передбачено такі системи каналізації: побутова каналізація; виробнича каналізація; внутрішні водостоки.

Виробнича каналізація передбачена для відведення стічних вод, що утворюються під час миття підлоги в приміщеннях гаража або паркінгу. Перед скиданням у зовнішню мережу такі стоки проходять очищення через бензомасловловлювачі.

Атмосферні води з покрівлі відводяться через систему внутрішніх водостоків і скидаються до зовнішньої мережі дощової каналізації. Дощові

стоки з території будівлі відводяться закритим способом в існуючу водовідвідну систему.

Теплопостачання

Теплопостачання будівлі передбачено від проєктованої котельні. Для регулювання параметрів теплоносія передбачається встановлення проміжних колекторів. Прийняте рішення дозволяє забезпечити раціональний розподіл теплової енергії між системами опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Вентиляція

У будівлі передбачено припливно-витяжну вентиляцію з механічним спонуканням. Така система забезпечує нормативний повітрообмін у приміщеннях відповідно до їх функціонального призначення.

Електропостачання та освітлення

Проєктом передбачено робоче та аварійне освітлення, електроживлення технологічного й санітарно-технічного обладнання, а також застосування пристроїв захисного відключення для захисту людей від ураження електричним струмом і зменшення ризику виникнення пожежі.

Електроживлення сигналізаторів загазованості, обладнання котельні, аварійного освітлення, протипожежних насосів та інших відповідальних споживачів передбачено за першою категорією надійності електропостачання.

У разі спрацювання пожежної сигналізації передбачається автоматичне відключення вентиляційних установок і вмикання систем димовидалення. Норми освітленості прийнято відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [6]. Типи освітлювальних приладів підібрано з урахуванням призначення приміщень. Для зменшення витрат електроенергії передбачено використання енергозберігаючих світильників.

Системи зв'язку

У будівлі передбачено влаштування систем телефонізації, радіофікації та доступу до мережі Інтернет. Дані системи забезпечують необхідний рівень комунікаційного обслуговування будівлі.

Противопожесні системи

Для забезпечення пожежної безпеки в будівлі передбачено комплекс інженерно-технічних заходів, зокрема: внутрішнє та зовнішнє протипожежне водопостачання; систему автоматичного пожежогасіння; систему пожежної сигналізації; систему димовидалення; систему оповіщення людей про пожежу; блискавкозахист; захисне заземлення; диспетчеризацію управління інженерним обладнанням, у тому числі протипожежними системами.

Прийняті інженерні рішення забезпечують безпечну експлуатацію будівлі, своєчасне виявлення аварійних ситуацій та ефективну роботу систем життєзабезпечення.

1.5. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожувальних конструкцій виконано з метою перевірки їх відповідності нормативним вимогам щодо теплозахисту будівлі. Проектування системи опалення та визначення теплотехнічних характеристик конструкцій здійснювалися з урахуванням вимог ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія [2], ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування [7] та ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування [5].

Вихідні дані для розрахунку: температура внутрішнього повітря — $+20^{\circ}\text{C}$; середня температура опалювального періоду — $-0,2^{\circ}\text{C}$; тривалість опалювального періоду — 191 доба; зона вологості — нормальна; вологісний режим приміщень — нормальний, відносна вологість 50–60 %; умови експлуатації огорожувальних конструкцій — Б.

Зовнішня стіна мансардного поверху запроєктована з газосилікатних блоків товщиною $\delta = 250$ мм. Коефіцієнт теплопровідності матеріалу стіни прийнято $\lambda = 0,37$ Вт/(м·°C), густина матеріалу — $\gamma = 900$ кг/м³.

Розрахунок термічного опору стіни без утеплення

Опір теплопередачі зовнішньої стіни визначається за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{CT}}{\lambda_{CT}} + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (1.1)$$

де $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції; $\alpha_H = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції; $\delta_{CT} = 0,25 \text{ м}$ — товщина стіни; $\lambda_{CT} = 0,37 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ — коефіцієнт теплопровідності газосилікатних блоків.

Підставляючи вихідні дані, отримаємо:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,37} + \frac{1}{23} = 0,115 + 0,676 + 0,043 = 0,834 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}.$$

Градусо-добы опалювального періоду визначаються за формулою:

$$\text{ГСОП} = (t_B - t_{\text{оп}}) \cdot z_{\text{оп}}, \quad (1.2)$$

де $t_B = 20^\circ\text{С}$ — температура внутрішнього повітря; $t_{\text{оп}} = -0,2^\circ\text{С}$ — середня температура опалювального періоду; $z_{\text{оп}} = 191 \text{ доба}$ — тривалість опалювального періоду.

$$\text{ГСОП} = (20 - (-0,2)) \cdot 191 = 3858,2 \text{ град/доб}.$$

За значенням градусо-діб опалювального періоду нормативний опір теплопередачі зовнішньої стіни становить:

$$R_H = 2,343 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}.$$

Порівняємо отримане значення з нормативним:

$$R_0 = 0,834 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт} < R_H = 2,343 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}.$$

Отже, прийнята товщина газосилікатної стіни без додаткового утеплення не забезпечує необхідного рівня теплозахисту будівлі в зимовий період. Для виконання нормативних вимог необхідно передбачити шар теплоізоляції.

Розрахунок стіни з утеплювачем

Як теплоізоляційний матеріал прийнято ефективний утеплювач Rockwool товщиною $\delta = 160 \text{ мм}$ з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda = 0,041 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ та

густиною $\gamma = 140 \text{ кг/м}^3$.

Опір теплопередачі зовнішньої стіни з урахуванням утеплювача визначається за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}. \quad (1.3)$$

Підставляючи значення, отримаємо:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,37} + \frac{0,16}{0,041} + \frac{1}{23}$$

$$R_0 = 0,115 + 0,676 + 3,902 + 0,043 = 4,736 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}.$$

Порівняємо розрахункове значення з нормативним:

$$R_0 = 4,736 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт} > R_{\text{н}} = 2,343 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}.$$

Таким чином, зовнішня стіна з утеплювачем Rockwool товщиною 160 мм відповідає нормативним вимогам щодо опору теплопередачі. Прийняте конструктивне рішення забезпечує необхідний рівень теплозахисту будівлі та сприяє зменшенню тепловтрат під час експлуатації.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок підземної частини торгівельно-офісної будівлі

2.1.1. Розрахунок ширини підшви фундаменту

Навантаження на стрічковий фундамент прийнято: $P = 215$ кПа

Розрахунок виконуємо для 1 погонного метра стрічкового фундаменту, тому площа підшви визначається як:

$$A = b \cdot 1 = b$$

Для стрічкового фундаменту перевіряється умова, щоб середній тиск під підшвою фундаменту не перевищував розрахунковий опір ґрунту основи: $p_{\text{ср}} \leq R$. Такий підхід наведено у методичних рекомендаціях з дисципліни «Основи та фундаменти» [10].

Розрахункові характеристики ґрунту прийнято за нормативними таблицями ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення [8].

Основні вихідні дані для розрахунку наведено нижче (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування показника	Позначення	Значення
Коефіцієнт умов роботи	γ_{c1}	1,1
Коефіцієнт умов роботи	γ_{c2}	1,0
Ширина підшви фундаменту, м	b	1,2
Розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту під підшвою фундаменту, кПа	c_{II}	23
Кут внутрішнього тертя ґрунту, °	φ_{II}	21
Глибина закладання фундаменту від рівня планування, м	d_1	1,2
Усереднене значення питомої ваги ґрунтів нижче підшви фундаменту, г/см³	γ_{II}	1,98

Усереднене значення питомої ваги ґрунтів вище підшви фундаменту, г/см ³	γ'_{II}	1,93
--	----------------	------

Середній тиск під підшоною фундаменту визначається з урахуванням навантаження від будівлі та власної ваги фундаменту з ґрунтом:

$$p_{cp} = \frac{P + b \cdot d \cdot m_t}{b} \quad (2.1)$$

Становить $p_{cp} = 202$ кПа.

Розрахунковий опір R для шару ґрунту, розташованого під підшоною фундаменту, що розраховується, визначаємо за формулою [9]:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma'_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \gamma'_{II} + M_c C_{II} \right] \quad (2.2)$$

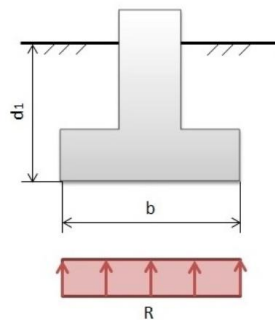


Рис. 2.1 – Розрахункова схема стрічкового фундаменту

За результатами розрахунку отримано розрахунковий опір ґрунту основи: $R = 220$ кПа.

Глибина закладання фундаменту становить $d = 1,2$ м.

Усереднена питома вага матеріалу фундаменту та ґрунту на його уступах:

$$m_t = 20 \text{ кН/м}^3 \approx 2,0 \text{ т/м}^3.$$

Фундамент розглядаємо як центрально навантажений.

Умова розрахунку:

$$p_{cp} \leq R.$$

Звідси ширина підшви фундаменту:

$$b = \frac{P}{R - d \cdot m_t}. \quad (2.3)$$

Підставляємо числові значення:

$$b = \frac{21,3}{19,866} = 1,07 \text{ м.}$$

Отримане розрахункове значення ширини підосви фундаменту становить: $b = 1,07 \text{ м.}$

З урахуванням конструктивних вимог і прийнятого запасу приймаємо:

$$b = 1,2 \text{ м.}$$

Перевірка прийнятої ширини підосви

Визначимо вагу фундаменту та ґрунту на 1 погонний метр:

$$G = b \cdot d \cdot m_t \quad (2.4)$$

$$G = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 2,0 = 2,88 \text{ кПа.}$$

Повне навантаження на основу:

$$N = P + G = 21,3 + 2,88 = 24,18 \text{ кПа.}$$

Середній тиск під підосвою фундаменту:

$$p_{\text{ср}} = \frac{24,18}{1,2} = 20,15 \text{ кПа}$$

Порівнюємо з розрахунковим опором ґрунту:

$$p_{\text{ср}} = 20,15 < R = 220 .$$

Умова несучої здатності основи виконується. Прийнята ширина підосви стрічкового фундаменту: $b = 1,2 \text{ м}$ є достатньою для сприйняття навантаження від будівлі. Середній тиск під підосвою фундаменту не перевищує розрахунковий опір ґрунту основи, тому несуча здатність ґрунтової основи забезпечена.

2.1.2 Розрахунок осідання фундаменту

Розрахунок осідання фундаменту виконуємо методом пошарового підсумовування. У методичних рекомендаціях зазначено, що товщина елементарного шару приймається $h = 0,2b$ або $h = 0,4b$, а загальне осідання визначається як сума осідань окремих шарів ґрунту. Осідання елементарного шару визначається з урахуванням коефіцієнта $\beta = 0,8$, середнього додаткового тиску та модуля деформації ґрунту [9].

Вихідні дані:

Навантаження на 1 погонний метр фундаменту: $P = 202 \text{ кН/м}$. Прийнята ширина підосви фундаменту: $b = 1,2 \text{ м}$. Глибина закладання фундаменту: $d = 1,2 \text{ м}$. Модуль деформації ґрунту: $E = 14 \text{ МПа} = 14000 \text{ кПа}$. Питома вага ґрунту вище підосви фундаменту: $\gamma'_{II} = 19,3 \text{ кН/м}^3$. Питома вага ґрунту нижче підосви фундаменту: $\gamma_{II} = 19,8 \text{ кН/м}^3$. Коефіцієнт для розрахунку осідання: $\beta = 0,8$.

Товщину елементарного шару приймаємо:

$$h = 0,4b = 0,4 \cdot 1,2 = 0,48 \text{ м}$$

Визначення додаткового тиску під підосвою фундаменту

Напруга від власної ваги ґрунту на рівні підосви фундаменту:

$$\sigma_{zg,0} = \gamma'_{II} \cdot d \quad (2.5)$$

$$\sigma_{zg,0} = 19,3 \cdot 1,2 = 23,16 \text{ кПа.}$$

Додатковий тиск під підосвою фундаменту:

$$p_0 = p_{\text{ср}} - \sigma_{zg,0} \quad (2.6)$$

$$p_0 = 201,5 - 23,16 = 178,34 \text{ кПа}$$

Осідання елементарного шару визначаємо за формулою:

$$s_i = \beta \cdot \frac{\sigma_{zp,i}^{\text{ср}} \cdot h_i}{E_i} \quad (2.7)$$

де $\sigma_{zp,i}^{\text{ср}}$ — середнє значення додаткового тиску в межах шару, кПа; h_i —

товщина елементарного шару, м; E_i — модуль деформації ґрунту, кПа.

Таблиця 2.2 – Таблиця розрахунку осідань

№ шару	$z, \text{ м}$	α	$\sigma_{zp}, \text{ кПа}$	$\sigma_{zp}^{\text{ср}}, \text{ кПа}$	$s_i, \text{ мм}$
1	0,48	0,880	156,97	167,66	4,60
2	0,96	0,645	115,00	135,99	3,73
3	1,44	0,477	85,09	100,05	2,74
4	1,92	0,376	67,02	76,05	2,09
5	2,40	0,313	55,90	61,46	1,69

6	2,88	0,268	47,80	51,85	1,42
7	3,36	0,223	39,70	43,75	1,20
8	3,84	0,196	34,91	37,31	1,02
9	4,32	0,175	31,14	33,03	0,91
10	4,80	0,158	28,09	29,62	0,81
11	5,28	0,143	25,58	26,84	0,74
12	5,76	0,132	23,48	24,53	0,67

Сумарне осідання фундаменту:

$$S = \sum s_i$$

$$S = 4,60 + 3,73 + 2,74 + 2,09 + 1,69 + 1,42 + 1,20 + 1,02 + 0,91 + 0,81 + 0,74 + 0,67 = 21,51 \text{ мм} = 2,15 \text{ см.}$$

Отримане значення осідання є помірним для стрічкового фундаменту на природній основі. За прийнятих вихідних даних основа забезпечує нормальну роботу фундаменту за деформаціями.

Оскільки рівень ґрунтових вод прийнято на глибині 9,7 м, а нижня межа стисливої товщі знаходиться приблизно на глибині: $1,2 + 5,76 = 6,96$ м вплив ґрунтових вод на розрахунок осідання в цьому випадку не враховується.

2.1.3. Конструювання та армування фундаменту

Армування фундаменту виконується відповідно до принципів розрахунку залізобетонних елементів на дію згинального моменту. У методичних рекомендаціях з дисципліни «Основи та фундаменти» зазначено, що армування фундаментів призначають за результатами розрахунку нормальних перерізів на дію згинального моменту, а відсоток армування має бути не меншим за мінімально допустимий для елементів, що згинаються [10].

Таблиця 2.3 – Конструктивні параметри фундаменту

Найменування	Позначення	Значення
Ширина підосви фундаменту	b	1,2 м
Товщина несучої стіни / фундаментної стінки	b_c	0,4 м
Висота фундаментної подушки	h_f	0,4 м
Глибина закладання фундаменту	d	1,2 м
Середній тиск під підосвою	$p_{сеп}$	20,15 т/м ² = 201,5 кПа
Клас бетону	—	C20/25
Робоча арматура	—	A400C
Конструктивна арматура	—	A240C

Фундамент виконується по бетонній підготовці товщиною 100 мм. Захисний шар бетону для нижньої робочої арматури приймається 50 мм.

Визначення вильоту фундаментної подушки

Фундаментна подушка працює як консоль від грані стіни. Виліт подушки з одного боку визначається за формулою:

$$c = \frac{b-b_c}{2} \quad (2.8)$$

$$c = \frac{1,2-0,4}{2} = 0,4 \text{ м.}$$

Визначення згинального моменту

Розрахунковий згинальний момент у перерізі біля грані стіни визначаємо як для консольної ділянки фундаментної подушки:

$$M = \frac{p_{сеп} \cdot c^2}{2} \quad (2.9)$$

$$M = \frac{201,5 \cdot 0,4^2}{2} = 16,12 \text{ кН} \cdot \text{м/м}$$

Визначення необхідної площі робочої арматури

Робочу висоту перерізу приймаємо:

$$h_0 = h_f - a \quad (2.10)$$

де $h_f = 400\text{мм}$ — висота фундаментної подушки; $a = 50 + 6 = 56\text{мм}$ — відстань від нижньої грані бетону до центра робочої арматури $\varnothing 12$.

$$h_0 = 400 - 56 = 344 \text{ мм.}$$

Плече внутрішньої пари сил приймаємо:

$$z = 0,9h_0 = 0,9 \cdot 344 = 310 \text{ мм.}$$

Необхідна площа робочої арматури:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot z} \quad (2.11)$$

Для арматури класу А400С приймаємо:

$$R_s = 365 \text{ МПа} = 365 \text{ Н/мм}^2$$

$$A_s = \frac{16,12 \cdot 10^6}{365 \cdot 310} = 142,5 \text{ мм}^2/\text{м.}$$

Мінімальна площа армування для згинального елемента:

$$A_{s,min} = 0,001 \cdot b \cdot h_0$$

$$A_{s,min} = 0,001 \cdot 1000 \cdot 344 = 344 \text{ мм}^2/\text{м.}$$

Оскільки розрахункова площа арматури менша за мінімальну, для армування приймаємо не менше: $A_s = 344 \text{ мм}^2/\text{м.}$

Прийняте армування фундаменту

Приймаємо нижню робочу арматуру: $\varnothing 12$ А400С з кроком 200 мм

Площа одного стрижня $\varnothing 12$: $A_{\varnothing 12} = 113 \text{ мм}^2$.

Площа арматури на 1 м ширини:

$$A_s = \frac{113 \cdot 1000}{200} = 565 \text{ мм}^2/\text{м.}$$

Перевірка:

$$A_s = 565 \text{ мм}^2/\text{м} > A_{s,min} = 344 \text{ мм}^2/\text{м.}$$

Умова виконується.

Для розподільної арматури приймаємо:

$\varnothing 10$ А240С з кроком 250 мм

Площа розподільної арматури:

$$A_s = \frac{78,5 \cdot 1000}{250} = 314 \text{ мм}^2/\text{м}$$

Конструктивне рішення фундаменту

Фундамент запроектовано у вигляді монолітної залізобетонної стрічки з розширеною підшвою.

Таблиця 2 4 – Основні конструктивні рішення

Елемент	Прийняте рішення
Тип фундаменту	монолітний стрічковий
Ширина підшви	1200 мм
Висота фундаментної подушки	400 мм
Товщина стінки фундаменту / стіни	400 мм
Бетон	C20/25
Робоча арматура	Ø12 A400C, крок 200 мм
Розподільна арматура	Ø10 A240C, крок 250 мм
Бетонна підготовка	100 мм
Захисний шар бетону	50 мм

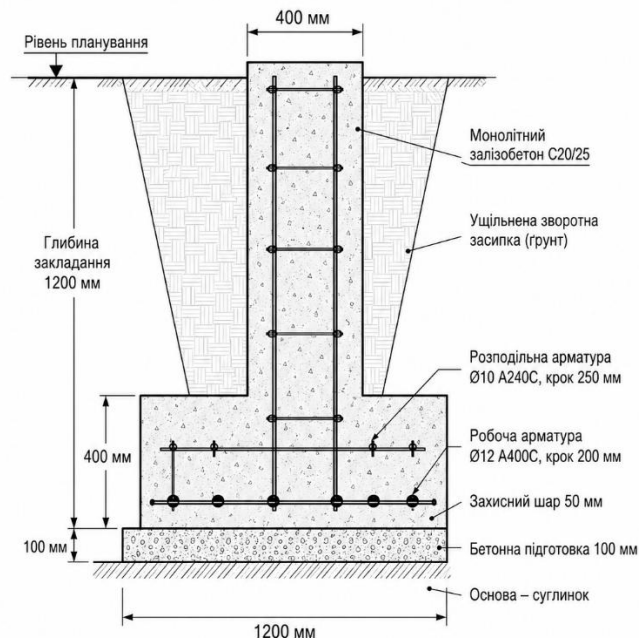


Рис. 2.2 – Конструктивне рішення фундаменту

Робочу арматуру розміщують у нижній зоні фундаментної подушки

перпендикулярно до осі стрічкового фундаменту, оскільки саме в цій зоні виникають розтягувальні напруження від реактивного тиску ґрунту. Розподільну арматуру розташовують уздовж осі фундаментної стрічки для забезпечення просторової роботи арматурного каркаса та рівномірного розподілу зусиль.

За результатами конструювання прийнято монолітний стрічковий фундамент шириною 1,2 м із фундаментною подушкою висотою 0,4 м. Робоче армування прийнято Ø12 A400C з кроком 200 мм, що забезпечує необхідну несучу здатність перерізу та перевищує мінімально допустиму площу армування. Розподільна арматура прийнята Ø10 A240C з кроком 250 мм.

Прийняте армування забезпечує надійну роботу фундаменту під дією навантажень від будівлі та реактивного тиску ґрунтової основи.

2.2. Розрахунок надземної частини торгівельно-офісної будівлі

2.2.1. Збір навантажень

Збір навантажень виконано для основних несучих елементів будівлі з урахуванням постійних і тимчасових навантажень. До постійних навантажень віднесено власну вагу конструктивних шарів покриття, перекриттів, підлог та огорожувальних елементів. До тимчасових навантажень віднесено снігове, корисне експлуатаційне та вітрове навантаження.

Розрахункові значення навантажень визначено шляхом множення нормативних значень на відповідні коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f .

Таблиця 2.5 — Збір навантажень

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м ²	γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Постійне навантаження на покриття			
Профільований лист	0,087	1,3	0,11
Дерев'яна обрешітка, дошка 100×35 мм, крок 350 мм	0,18		0,23
Гідробар'єр	0,05		0,07
Кроквяні ноги, дошка 200×50 мм, крок 500 мм	0,12		0,16
Утеплювач товщиною 200 мм	0,076		0,10
Паробар'єр	0,05		0,07
Підвісна стеля з ГКЛ	0,12		0,16
Разом постійне навантаження на покриття	0,68		0,89
Тимчасове навантаження на покриття			
Снігове навантаження	1,60	1,14	1,83
Усього на покриття	2,28		2,72
Постійне навантаження на перекриття 2–4 поверхів			
Комерційний лінолеум, $\delta = 5\text{мм}$	0,09	1,3	0,117
Самовирівнювальна суміш Ceresit, $\delta = 10\text{мм}$	0,18		0,234
Стяжка з легкого бетону, $\delta = 85\text{мм}$	0,85		1,105
Монолітна залізобетонна плита перекриття, $\delta = 220\text{мм}$	5,50	1,1	6,05
Разом постійне навантаження на перекриття 2–4 поверхів	6,62		7,51
Корисне навантаження на перекриття 2–4			

поверхів			
Корисне навантаження	2,00	1,2	2,40
Усього на перекриття 2–4 поверхів	8,62		9,91
Постійне навантаження на перекриття 1 поверху			
Керамічна плитка	0,30	1,3	0,39
Самовирівнювальна суміш Ceresit, $\delta = 7\text{мм}$	0,126		0,164
Керамзитобетон, $\delta = 185\text{мм}$	1,85		2,405
Утеплювач, $\delta = 50\text{мм}$	0,05		0,065
Монолітна залізобетонна плита перекриття, $\delta = 220\text{мм}$	5,50	1,1	6,05
Разом постійне навантаження на перекриття 1 поверху	7,83		9,07
Корисне навантаження на перекриття 1 поверху			
Корисне навантаження	4,00	1,2	4,80
Усього на перекриття 1 поверху	11,83		13,87

Вітрове навантаження

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot c, \quad (2.12)$$

де $\gamma_{fm} = 1,4$ — коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження; $W_0 = 0,44 \text{ кН/м}^2$ — характеристичне значення вітрового тиску для м. Харків; c — коефіцієнт, що враховує аеродинамічні характеристики будівлі та висоту споруди.

Коефіцієнт c визначається за формулою:

$$c = c_{aer} \cdot c_h, \quad (2.13)$$

де c_{aer} — аеродинамічний коефіцієнт; c_h — коефіцієнт висоти споруди, що приймається залежно від висоти будівлі та типу навколишньої місцевості.

Для розрахунку прийнято: $c_{aer} = 0,8$, для активного вітрового тиску та $c_{aer} = 0,6$ для пасивного вітрового тиску. Коефіцієнт висоти прийнято: $c_h = 1,55$.

Активний вітровий тиск:

$$W_{актив} = 1,4 \cdot 0,44 \cdot 0,8 \cdot 1,55 = 0,76 \text{ кН/м}^2.$$

Пасивний вітровий тиск:

$$W_{пасив} = 1,4 \cdot 0,44 \cdot 0,6 \cdot 1,55 = 0,57 \text{ кН/м}^2.$$

За результатами збору навантажень для подальших розрахунків прийнято такі основні розрахункові значення: навантаження на покриття — $2,72 \text{ кН/м}^2$; навантаження на перекриття 2–4 поверхів — $9,91 \text{ кН/м}^2$; навантаження на перекриття 1 поверху — $13,87 \text{ кН/м}^2$; активне вітрове навантаження — $0,76 \text{ кН/м}^2$; пасивне вітрове навантаження — $0,57 \text{ кН/м}^2$.

2.2.2. Розрахунок торгівельно-офісної будівлі в програмному комплексі SCAD

Розрахунок несучих конструкцій будівлі виконано із застосуванням проектно-обчислювального комплексу SCAD, який призначений для чисельного аналізу будівельних конструкцій методом скінченних елементів. Програмний комплекс дозволяє виконувати статичні розрахунки, визначати переміщення, внутрішні зусилля, напруження, а також підбирати армування залізобетонних елементів і перевіряти несучу здатність сталевих конструкцій [11].

Розрахункова схема будівлі задана у просторовій декартовій системі координат XYZ. Для кожного скінченного елемента також використовується локальна система координат, що дозволяє коректно визначати напрямки внутрішніх зусиль і деформацій.

У розрахунковій моделі враховано шість ступенів свободи вузлів: лінійні переміщення вздовж осей X, Y, Z; кути повороту навколо осей X, Y, Z.

Розрахункова схема прийнята як просторова система загального вигляду, що дозволяє враховувати спільну роботу основних несучих елементів будівлі.

Основні характеристики розрахункової схеми наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Основні характеристики розрахункової схеми будівлі

Показник	Значення
Кількість вузлів	493
Кількість скінченних елементів	845
Загальна кількість невідомих переміщень і поворотів	2422
Кількість завантажень	6
Кількість комбінацій завантажень	1
Тип розрахунку	статичний, лінійний

Статичний розрахунок виконано в лінійній постановці. Граничні умови задано шляхом обмеження окремих переміщень вузлів розрахункової схеми. У місцях закріплення конструкцій накладено відповідні в'язі, які перешкоджають переміщенням або поворотам вузлів.

У розрахунковій схемі використано переважно стрижневі скінченні елементи, які моделюють колони, балки та інші лінійні несучі конструкції. Такі елементи сприймають поздовжні сили, поперечні сили, згинальні та крутні моменти. Для врахування особливостей примикання окремих елементів можуть застосовуватися шарніри, жорсткі вставки або інші умови з'єднання.

За результатами розрахунку в програмному комплексі SCAD отримано: переміщення вузлів розрахункової схеми; внутрішні зусилля в елементах; напруження в конструкціях; розрахункові поєднання зусиль; дані для подальшої перевірки міцності, жорсткості та стійкості елементів.

Розрахункові поєднання зусиль визначаються програмою на основі аналізу можливих комбінацій навантажень. Для кожного елемента вибираються найбільш несприятливі сполучення, які використовуються для подальшого конструювання та перевірки несучих конструкцій [11].

Таким чином, застосування програмного комплексу SCAD дозволило виконати просторовий розрахунок будівлі, оцінити напружено-деформований стан її основних несучих елементів та отримати вихідні дані для подальшого

проектування конструкцій у межах бакалаврської роботи.

Розрахунок каркаса покрівлі

Розрахунок несучого каркаса покрівлі виконано у програмному комплексі SCAD. Розрахункова модель прийнята як просторова стрижнева система, що дозволяє врахувати роботу основних елементів покрівлі під дією власної ваги, снігового та вітрового навантаження (рис. 2.3). У розрахунку використано схему з ознакою 5, тобто просторову систему загального виду з урахуванням лінійних переміщень і поворотів вузлів.

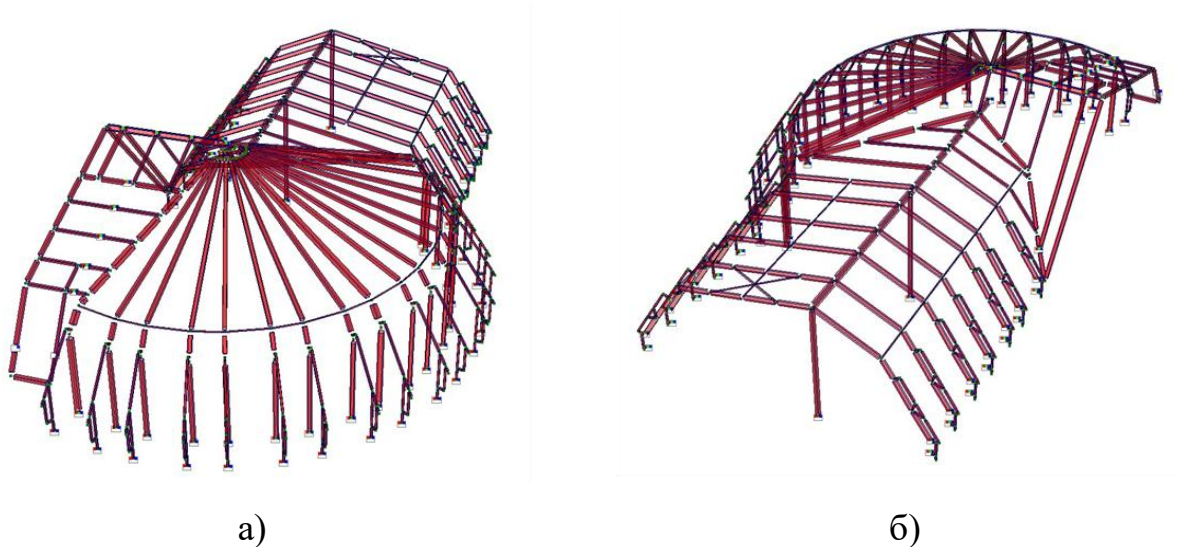


Рис. 2.3 – Розрахункова схема каркаса покрівлі: а) вид спереду; б) вид ззаду

Розрахунок виконано в лінійній статичній постановці. Для розв’язання системи рівнянь застосовано багатофронтальний метод, а оптимізація матриці жорсткості виконувалася автоматично. Основними одиницями виміру в розрахунковій схемі прийнято: довжина — м, розміри перерізів — см, сили — т, температура — °С.

У розрахунковій схемі враховано завантаження, що наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 — Завантаження каркаса покрівлі

№ завантаження	Найменування
1	Власна вага
2	Снігове навантаження
3	Вітер зліва
4	Вітер справа
5	Вітер спереду
6	Вітер ззаду

Для моделювання елементів каркаса покрівлі використано сталеві стрижневі елементи різних типорозмірів. Основними несучими елементами є швелери, двотаври та сталеві гнуті замкнуті квадратні профілі. У розрахунковій моделі прийнято типи жорсткості, що наведено в табл.2.8.

Таблиця 2.8 — Основні типи перерізів елементів каркаса

Тип жорсткості	Прийнятий переріз
1	Швелер №20
2	Двотавр №30
3	Квадратний замкнутий профіль 120×5 мм
4	Квадратний замкнутий профіль 160×5 мм

Розрахункова схема каркаса покрівлі включає 493 вузли та 845 скінченних елементів. Загальна кількість невідомих переміщень і поворотів становить 2422. Це дозволяє достатньо детально врахувати просторову роботу елементів каркаса та їх взаємодію під дією навантажень.

За результатами розрахунку визначено переміщення вузлів, внутрішні зусилля в елементах та розрахункові поєднання зусиль. Окремо виконано перевірку стійкості системи для кожного завантаження.

Таблиця 2.9 — Результати перевірки стійкості

№	Завантаження	Результат
1	Власна вага	Система абсолютно стійка
2	Сніг	Коефіцієнт запасу стійкості > 2,0
3	Вітер зліва	Коефіцієнт запасу стійкості > 2,0
4	Вітер справа	Коефіцієнт запасу стійкості > 2,0
5	Вітер спереду	Коефіцієнт запасу стійкості > 2,0
6	Вітер ззаду	Коефіцієнт запасу стійкості > 2,0

Отримані результати свідчать, що каркас покрівлі має достатній запас стійкості при дії власної ваги, снігового та вітрового навантажень. Для всіх розглянутих завантажень умова стійкості виконується. Отже, прийнята конструктивна схема каркаса покрівлі та підібрані перерізи сталевих елементів можуть бути використані у подальшому проектуванні будівлі.

Розрахунок другорядної балки перекриття

Навантаження на балку визначено з урахуванням розрахункового навантаження на перекриття та вантажної смуги, що сприймається однією балкою.

Розрахункове навантаження на 1 м.п. балки становить:

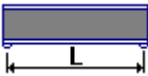
$$P = 0,991 \cdot 0,94 = 0,93 \text{ т/м} = 9,3 \text{ кН/м},$$

0,991 т/м² — розрахункове навантаження на перекриття; 0,94 м — вантажна смуга, що припадає на одну балку.

Розрахунок сталевих балки виконується відповідно до вимог ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування [12].

Для розрахунку прийнято вихідні дані, що наведено в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Вихідні данні для розрахунку сталеві балки

Найменування	Позначення	Значення	
Матеріал балки	—	сталь С245	
Розрахункове навантаження на балку, кН/м	P	9,3	
Коефіцієнт надійності за відповідальністю	γ_n	0,95	
Коефіцієнт умов роботи	γ_c	1,0	

Отримане значення рівномірно розподіленого навантаження використовується для подальшого визначення згинального моменту, поперечної сили, перевірки міцності, жорсткості та стійкості сталеві балки.

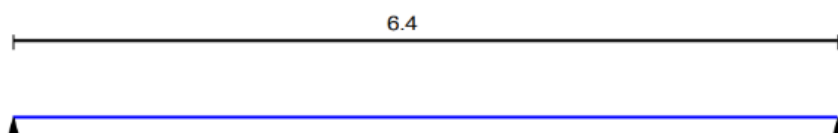


Рис. 2.4 – Конструктивне рішення сталеві балки

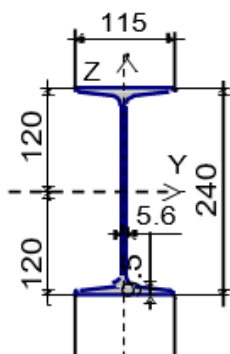
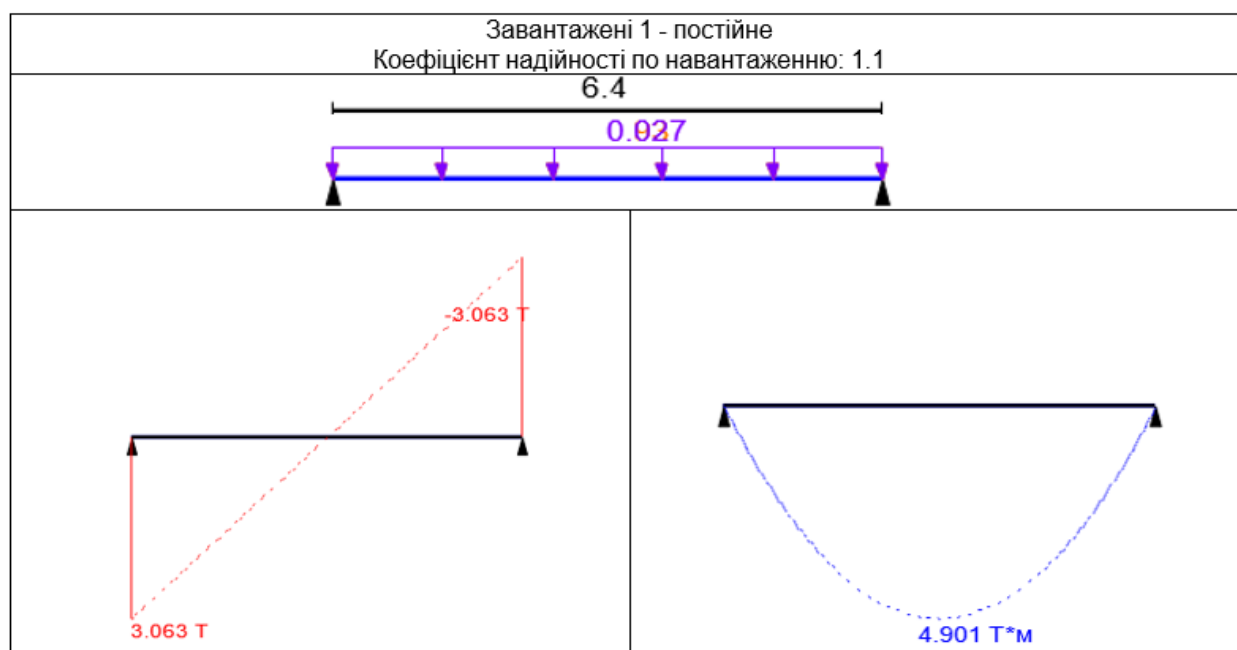


Рис. 2.5 –Двутавр з ухилом полиць

	Тип навантаження	Величина	
		0.027	Т/м
	довжина = 6.4 м		
		0.93	Т/м

Рис. 2.6 – Схема прикладання постійного завантаження № 1 у програмному комплексі SCAD



Перевірено по ДБН В.2.6-198-2014	Перевірка	Коефіцієнт використання
п.5.12	Міцність при дії поперечної сили	0.173
п.5.12	Міцність при дії згинального моменту	0.66
п.5.15	Стійкість плоскої форми вигину при дії моменту	0.66

	Опорні реакції	
	Сила в опорі 1	Сила в опорі 2
	T	T
за критерієм M_{max}	2.91	-2.91
за критерієм M_{min}	2.91	-2.91
за критерієм Q_{max}	2.91	-2.91
за критерієм Q_{min}	2.91	-2.91

Рис. 2.7 – Результат розрахунку сталеві балки у програмному комплексі SCAD

Коефіцієнт використання балки за міцністю при дії згинального моменту становить 0,66, що менше граничного значення 1,0. Отже, міцність балки забезпечена. Максимальний прогин елемента дорівнює 0,025 м.

Розрахунок нерозрізної головної балки перекриття

Навантаження на нерозрізну балку визначено з урахуванням розрахункового навантаження на перекриття та вантажної смуги, що припадає на одну балку.

Розрахункове навантаження на 1 м.п. балки становить:

$$P = 0,991 \cdot 6,4 = 6,34 \text{ т/м} = 63,4 \text{ кН/м}$$

де $0,991 \text{ т/м}^2$ — розрахункове навантаження на перекриття;

6,4 м— вантажна смуга, що передає навантаження на балку.

Розрахунок нерозрізної сталеві балки виконано відповідно до вимог ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування» [12].

Для розрахунку прийнято вихідні дані, що наведено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Вихідні данні для розрахунку нерозрізної балки

Найменування показника	Значення
Тип елемента	нерозрізна сталева балка
Матеріал	сталь С245
Розрахункове навантаження	$P = 6,34$ т/м
Коефіцієнт надійності за відповідальністю	0,95
Коефіцієнт умов роботи	1,0

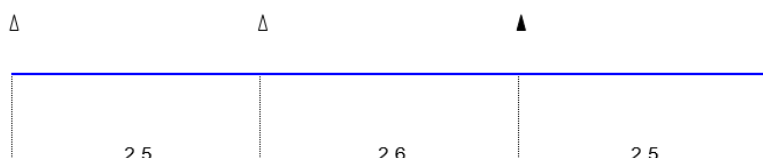


Рис. 2.8 – Конструктивне рішення нерозрізної балки

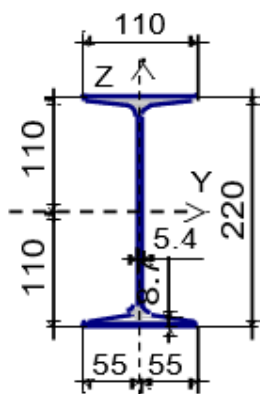
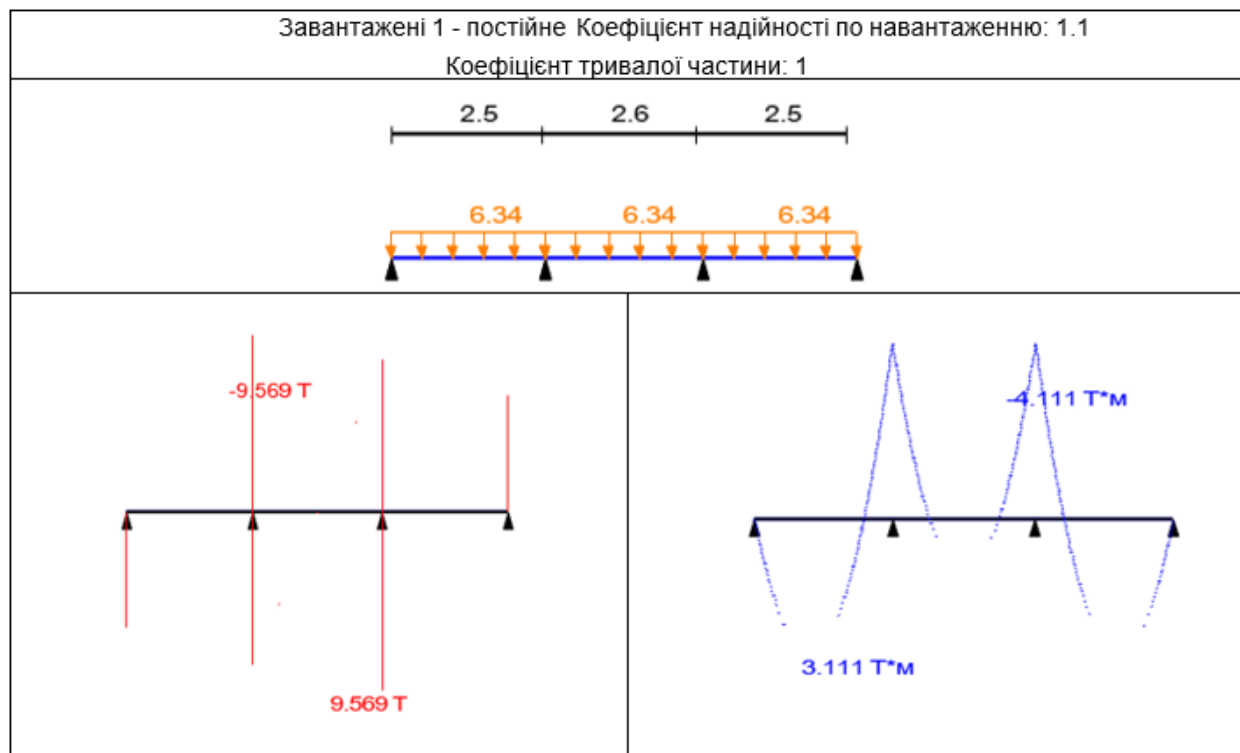


Рис. 2.9 – Двутавр з ухилом полиць

	Тип навантаження	Величина	
	проліт 1, довжина = 2.5 м		
		6.34	Т/м
	проліт 2, довжина = 2.6 м		
		6.34	Т/м
	проліт 3, довжина = 2.5 м		
		6.34	Т/м

Рис. 2.10 – Схема прикладання постійного завантаження № 1 у програмному комплексі SCAD



Опорні реакції				
Сила в опорі 1 Сила в опорі 2 Сила в опорі 3 Сила в опорі 4				
		T	T	T
за критерієм M_{max}	6.281	17.811	17.811	-6.281
за критерієм M_{min}	6.281	17.811	17.811	-6.281
за критерієм Q_{max}	6.281	17.811	17.811	-6.281
за критерієм Q_{min}	6.281	17.811	17.811	-6.281

Перевірено по ДБН В.2.6-198-2014	Перевірка	Коефіцієнт використання
п.5.12	Міцність при дії поперечної сили	0.643
п.5.12	Міцність при дії згинального моменту	0.725
п.5.15	Стійкість плоскої форми вигину при дії моменту	0.725

Рис. 2.11 – Результат розрахунку нерозрізної балки у програмному комплексі SCAD

Коефіцієнт використання нерозрізної балки за міцністю при дії згинального моменту становить 0,725, що не перевищує допустимого значення 1,0. Максимальний прогин балки дорівнює 0,003 м. З конструктивних міркувань прийнято складений переріз із двох швелерів №24 із розсуванням 190 мм для розміщення колони між гілками перерізу. Сумісна робота швелерів забезпечується сполучними планками з листової сталі.

Розрахунок колони

Розрахунок сталевого елемента виконано відповідно до вимог ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування [12].

Для розрахунку прийнято сталь із розрахунковим опором за межею текучості: $R_y = 27522,936 \text{ т/м}^2$, що відповідає приблизно $R_y \approx 270 \text{ МПа}$.

Коефіцієнт надійності за відповідальністю прийнято $\gamma_n = 1,0$.

Основні вихідні характеристики для розрахунку колони наведено в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Вихідні данні для розрахунку колони

Найменування показника	Позначення	Значення
Нормативний документ	—	ДБН В.2.6-198:2014
Розрахунковий опір сталі за межею текучості	R_y	27522,936 т/м ²
Розрахунковий опір сталі	R_y	$\approx 270 \text{ МПа}$
Коефіцієнт надійності за відповідальністю	γ_n	1,0

Отримані характеристики використано для подальшої перевірки сталевого елемента за міцністю, жорсткістю та стійкістю відповідно до прийнятої розрахункової схеми.

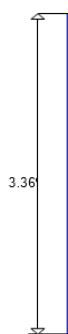


Рис. 2.12 – Конструктивне рішення стійки колони

Довжина розрахункового елемента становить: $l = 3,36 \text{ м}$. Під час перевірки стрижневого елемента враховуються допустимі значення гнучкості відповідно до характеру його роботи: $\lambda_u = 180$ для стиснутих елементів; $\lambda_u = 300$ для розтягнутих елементів.

Гнучкість елемента визначається за формулою:

$$\lambda = \frac{l_0}{i}, \quad (2.14)$$

де l_0 — розрахункова довжина елемента; i — радіус інерції перерізу.

Для забезпечення надійної роботи елемента повинна виконуватися умова:

$$\lambda \leq \lambda_u$$

Отже, під час подальшої перевірки сталевго елемента необхідно порівняти фактичну гнучкість із граничними значеннями: 180 — для стиснутих елементів і 300 — для розтягнутих.

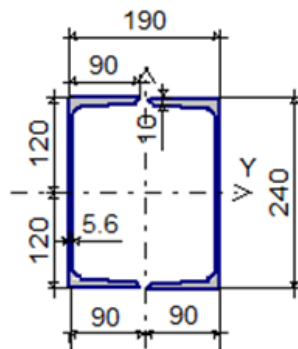


Рис. 2.13 – Швеллер з ухилом полиць



Рис. 2.14 – Розрахункова довжина елемента в площині

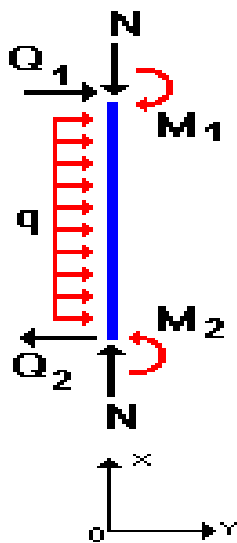


Рис. 2.15 – Схема прикладання навантаження у програмному комплексі SCAD

Тип: постійне Враховано власну вагу	
N	80 Т
M_{y1}	0 Т*м
Q_{z1}	0 Т
M_{y2}	0 Т*м
Q_{z2}	0 Т
Q_z	0 Т/м

Рис. 2.16 – Схема прикладання завантаження № 1 у програмному комплексі SCAD

Перевірку сталевих елементів виконано відповідно до вимог ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування [12]. За результатами розрахунку визначено коефіцієнти використання перерізу за міцністю, загальною стійкістю та граничною гнучкістю.

Нормативний пункт	Вид перевірки	Коефіцієнт використання
пп. 5.3–5.6	Загальна стійкість стержня при центральному стиску в площині XOY	0,53
пп. 5.3–5.6	Загальна стійкість стержня при центральному стиску в площині XOZ	0,55
п. 5.12	Міцність гілки при дії згинального моменту M_z	0,179
пп. 5.24, 5.25	Міцність гілки при спільній дії поздовжньої сили і згинальних моментів без урахування пластики	0,655
п. 5.3	Стійкість гілки при стиску в площині XOY	0,484
п. 5.3	Стійкість гілки при стиску в площині XOZ	0,524
п. 5.27	Стійкість гілки в площині дії моменту M_z при позацентровому стиску	0,583
пп. 5.30–5.32	Стійкість гілки з площини дії моменту M_z при позацентровому стиску	0,484
пп. 6.15, 6.16	Перевірка граничної гнучкості в площині XOY	0,247
пп. 6.15, 6.16	Перевірка граничної гнучкості в площині XOZ	0,192

Рис. 2.17 – Результат розрахунку колони у програмному комплексі SCAD

Коефіцієнт використання за міцністю гілки при спільній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без урахування пластики становить 0,655. Оскільки $0,655 < 1,0$, міцність елемента забезпечена.

Розділ 3. Технологія будівельного виробництва

3.1. Призначення та область застосування технологічної карти

Технологічна карта є складовою частиною проєкту виконання робіт і містить основні організаційно-технологічні рішення щодо раціонального виконання будівельного процесу.

Метою розроблення технологічної карти є визначення ефективної послідовності виконання робіт, зменшення їх трудомісткості, підвищення якості будівельно-монтажних процесів та забезпечення економічного використання матеріально-технічних ресурсів.

У технологічній карті встановлюються: способи та методи виконання будівельного процесу; послідовність і тривалість виконання робіт; склад робочої ланки; потреба в машинах, механізмах, інструментах і матеріалах; вимоги до якості робіт; заходи з охорони праці та безпеки виконання робіт.

Під час розроблення технологічної карти враховано такі основні принципи: застосування раціональної технології виконання робіт; використання комплексної механізації; організація робіт поточним методом; обґрунтування вибору способу виконання будівельного процесу; дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки та виробничої санітарії [13].

У межах цієї бакалаврської роботи технологічну карту розроблено на процес бетонування монолітних залізобетонних фундаментів під час будівництва торгівельно-офісної будівлі з мансардним поверхом у м. Харків. Прийняті організаційно-технологічні рішення спрямовані на забезпечення якісного та безпечного виконання бетонних робіт у встановлені строки.

3.2 Вибір методів виробництва та послідовності виконання робіт

Для виконання монтажних робіт прийнято диференційований метод монтажу. Його сутність полягає в тому, що в межах будівлі послідовно монтують однотипні конструктивні елементи. Такий підхід забезпечує раціональну організацію робіт, зменшує тривалість підготовчих операцій і

підвищує продуктивність монтажного процесу [13].

Монтаж конструкцій передбачається виконувати у дві зміни із застосуванням автомобільного крана КАТО NK 160S.

Для виконання монтажних робіт прийнято автомобільний кран КАТО NK 160S вантажопідйомністю 16 т із телескопічною стрілою довжиною близько 24 м (рис. 3.1).

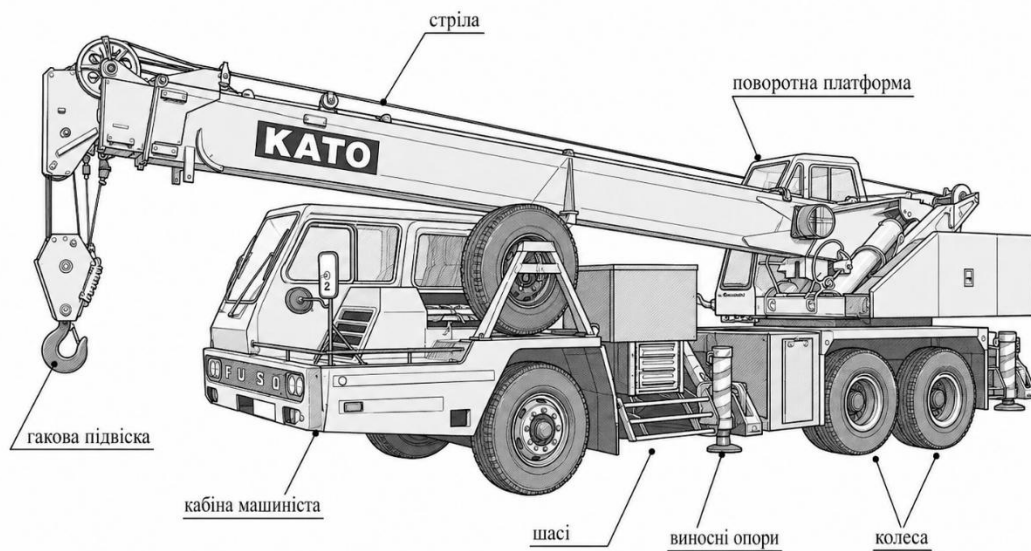


Рисунок 3.1 – Схема автомобільного крана КАТО NK 160S

Застосування цього крана забезпечує можливість подавання та встановлення конструктивних елементів у проєктне положення з дотриманням технологічної послідовності монтажу. За відкритими технічними описами для КАТО NK-160S зазначають вантажопідйомність 16 т і довжину стріли близько 23,5–24 м (табл. 3.1).

Таблиця 3.1— Основні характеристики автомобільного крана КАТО NK 160S

Найменування характеристики	Значення
Марка крана	КАТО NK 160S
Тип крана	автомобільний кран

Тип стріли	телескопічна
Максимальна вантажопідйомність	16 т
Довжина стріли	23,5–24,0 м
Спосіб роботи	на виносних опорах
Прийнятий метод монтажу	у висячому положенні
Спосіб стропування вантажу	чотиривітковий строп
Режим виконання робіт	двозмінний
Область застосування	монтаж будівельних конструкцій малої та середньої маси
Призначення в проєкті	виконання монтажних робіт під час будівництва громадської будівлі

Прийнятий спосіб монтажу – монтаж у висячому положенні, тобто конструктивний елемент подається краном до місця встановлення та утримується на гаку до його тимчасового або остаточного закріплення.

Стропування монтажних елементів виконується за допомогою чотиривіткового стропа, що забезпечує надійне захоплення конструкції, її стійке положення під час підйому та безпечне переміщення до проєктного місця встановлення. При виконанні монтажних робіт необхідно дотримуватися вимог охорони праці, правил безпечної експлуатації вантажопідіймальних механізмів і технологічної послідовності встановлення конструкцій.

Вибір методів виконання будівельно-монтажних робіт здійснено з урахуванням конструктивних особливостей об'єкта, обсягів робіт, умов будівельного майданчика та необхідності забезпечення раціональної організації будівельного процесу.

Для монтажу фундаментів прийнято диференційований метод виконання робіт із попередньою розкладкою конструктивних елементів у зоні монтажу. Такий метод передбачає послідовне виконання однотипних операцій, що дозволяє підвищити продуктивність праці, скоротити тривалість монтажу та

забезпечити зручність подавання елементів у проєктне положення.

Основним вантажопідіймальним механізмом для виконання монтажних робіт прийнято автомобільний кран КАТО НК 160S. Для транспортування будівельних конструкцій передбачено використання спеціальних транспортних засобів, зокрема напівпричепа МАЗ-5201. Доставка бетонної суміші або розчину на будівельний майданчик здійснюється автобетоновозом.

Таблиця 3.2 — Вибір методів виконання робіт

Вид робіт	Метод виконання робіт	Прийнятий комплект машин і механізмів	Технічне призначення
Монтаж фундаментів	Диференційований метод із попередньою розкладкою елементів у зоні монтажу	Автомобільний кран КАТО НК 160S	Монтаж конструктивних елементів фундаментів
Транспортування конструкцій	Доставка елементів до будівельного майданчика	Спеціальний транспортний засіб, напівпричіп МАЗ-5201	Транспортування будівельних конструкцій
Доставка бетонної суміші / розчину	Механізоване транспортування до місця виконання робіт	Автобетоновоз	Транспортування бетонної суміші або розчину

Прийнятий комплект машин і механізмів забезпечує своєчасне транспортування матеріалів і конструкцій, їх подавання до місця монтажу та виконання робіт відповідно до технологічної послідовності. Це сприяє

підвищенню ефективності будівельного процесу та забезпеченню належної якості виконання робіт.

3.2 Відомість обсягів робіт

Відомість обсягів робіт складено для визначення кількості основних будівельно-монтажних процесів, збірних залізобетонних елементів, матеріалів і конструкцій, необхідних для влаштування фундаментів будівлі.

До складу робіт включено розвантаження конструкцій, подачу розчину на робоче місце, улаштування піщаного підстиляючого шару, монтаж плит стрічкових фундаментів, монтаж блоків стін підвалу, а також улаштування вертикальної та горизонтальної гідроізоляції.

Збірні елементи та процес	Марка елемента	Од. виміру	Кількість	Розміри, мм	Об'єм одного елемента, м³	Загальний об'єм, м³	Маса одного елемента, т	Загальна маса, т
Розвантаження конструкцій	—	100 т	0,911	—	—	—	—	—
Подача розчину на робоче місце	—	м³	17,76	—	—	—	—	—
Улаштування підстиляючого шару піску товщиною 100 мм	—	м³	10,85	—	—	—	—	—
Укладання плит стрічкових фундаментів масою до 1,5 т	Ф/Л12.12-4	шт.	2	1200×1180×300	0,347	0,694	0,87	1,74
	Ф/Л24.8-2	шт.	23	2400×780×300	0,274	6,302	0,685	15,755
	Ф/Л12.8-4	шт.	6	1200×780×300	0,228	1,368	0,57	3,42
Разом плит до 1,5 т	—	шт.	31	—	—	8,364	—	20,915
Укладання плит стрічкових фундаментів масою до 3,5 т	Ф/Л12.24-4	шт.	8	1200×2380×300	0,347	2,776	0,87	6,96
Разом плит до 3,5 т	—	шт.	8	—	—	2,776	—	6,96
Монтаж блоків стін підвалу масою до 1 т	ФБС12.4.6-т	шт.	7	1180×400×580	0,265	1,855	0,64	4,48
	ФБС9.4.6-т	шт.	21	880×400×580	0,195	4,095	0,47	9,87
Разом блоків до 1 т	—	шт.	28	—	—	5,95	—	14,35
Монтаж блоків стін підвалу масою до 1,5 т	ФБС24.4.6-т	шт.	37	2380×400×580	0,543	20,091	1,30	48,10
Разом блоків до 1,5 т	—	шт.	37	—	—	20,091	—	48,10
Улаштування вертикальної гідроізоляції з бітуму	—	100 м²	7,37	—	—	—	—	—
Улаштування горизонтальної гідроізоляції з двох шарів руберойду на мастиці	—	100 м²	2,12	—	—	—	—	—
Усього	—	—	—	—	—	37,181	—	91,102

Рисунок 3.2 – Відомість обсягів робіт

За результатами складання відомості встановлено, що загальна кількість плит стрічкових фундаментів становить 39 шт., блоків стін підвалу — 65 шт. Загальний об'єм збірних залізобетонних елементів дорівнює 37,181 м³, а їх загальна маса — 91,102 т.

Отримані дані використовуються для вибору монтажного крана, визначення потреби в транспортних засобах, розрахунку трудомісткості робіт і складання календарного графіка виконання будівельно-монтажних процесів.

3.3 Калькуляція трудових витрат

Калькуляцію трудових витрат складено для визначення необхідної кількості робітників, машинного часу та загальної трудомісткості виконання основних будівельно-монтажних процесів під час улаштування фундаментів. До складу робіт включено розвантаження і складування конструкцій, подачу розчину, улаштування підстиляючого шару, монтаж елементів фундаментів, гідроізоляційні роботи та догляд за бетонною сумішшю [13].

Шифр ЕНІР	Найменування процесів і операцій	Од. виміру	Кількість	Склад ланки	Норма часу на одиницю, люд.-год	Норма часу на одиницю, маш.-год	На весь обсяг, люд.-год	На весь обсяг, маш.-год
E1-5, т. 2, № 2а6	Розвантаження і складування конструкцій	100 т	0,911	машиніст 5 розр.; такелажник 2 розр.	12,0	6,10	3,24	1,65
E1-6, т. 2, № 18	Подача розчину на робоче місце	м³	17,76	такелажник 2 розр.	17,0	–	0,81	–
E4-1-53, № 1	Улаштування підстиляючого шару з піску	м³	10,85	бетонник 3 розр.	2,2	–	23,87	–
E4-1-38, т. 1, № 1в	Укладання елементів фундаментів	шт.	104	монтажник 4 розр.; монтажник 3 розр.; монтажник 2 розр.; машиніст 6 розр.	0,28	0,36	29,12	37,44
E4-1-46, № 2в	Улаштування гідроізоляції	100 м²	9,49	ізолювальник 4 розр.; ізолювальник 2 розр.	5,3	–	50,30	–
E4-1-54, т. 1, п. 9	Догляд за бетонною сумішшю	100 м²	0,911	бетонник 2 розр.	1,68	–	1,53	–
Разом							108,9	39,1

Рисунок 3.3 – Трудомісткість виконання робіт

За результатами калькуляції загальна трудомісткість виконання робіт становить 108,9 люд.-год, а потреба в машинному часі – 39,1 маш.-год. Отримані показники використовуються для визначення тривалості виконання робіт, складання календарного графіка та формування складу робочих ланок.

3.4 Вибір ведучого механізму

Вибір ведучого механізму є одним з основних етапів розроблення технологічної карти, оскільки від нього залежать спосіб виконання робіт, продуктивність монтажного процесу, тривалість будівництва та безпека виконання операцій.

Під час улаштування стрічкових фундаментів основним механізмом прийнято самохідний стріловий кран на пневмоколісному ході. Вибір крана виконано з урахуванням маси елементів, що монтуються, параметрів вантажозахватних пристроїв, необхідної висоти підйому гака та потрібного вильоту стріли.

Елемент, що монтується	Маса елемента, т	h_c , м	q_c , т	Необхідна вантажопідйомність Q , т	Необхідна висота підйому H , м	Необхідний виліт стріли L , м	Фактична вантажопідйомність Q , т	Фактична висота підйому H , м	Фактичний виліт стріли L , м	Марка крана
Залізобетонний елемент фундаменту	1,3	0,5	0,032	1,3	6,0	13,5	2,0	9,5	13,5	КАТО НК 160S

Рисунок 3.4 – Вибір ведучого механізму: де h_c — висота вантажозахватного пристрою; q_c — маса вантажозахватного пристрою; Q — вантажопідйомність крана; H — висота підйому гака; L — виліт стріли

За результатами порівняння необхідних і фактичних параметрів встановлено, що автомобільний кран КАТО НК 160S забезпечує потрібну вантажопідйомність, висоту підйому та виліт стріли для виконання робіт із влаштування фундаментів.

Отже, для виконання монтажних робіт приймаємо автомобільний кран КАТО НК 160S на пневмоколісному ході з довжиною стріли 13,5 м. Прийнятий механізм забезпечує безпечне подавання елементів у проєктне положення та відповідає умовам виконання робіт на будівельному майданчику.

3.5 Розрахунки складу комплексної бригади

Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексної бригади виконано на підставі калькуляції трудових витрат. Метою розрахунку є визначення необхідної кількості робітників відповідних професій і розрядів для

виконання робіт з улаштування фундаментів у встановлені строки [13].

До складу робіт входять: розвантаження фундаментних блоків і плит, улаштування піщаної підготовки, монтаж елементів фундаментів, виконання гідроізоляційних робіт та догляд за бетонною сумішшю (табл. 3.3).

Таблиця 3.3— Розподіл трудомісткості за розрядами робітників

Вид роботи	Загальна трудомісткість, люд.-год	2-й розряд	3-й розряд	4-й розряд	5-й розряд	6-й розряд
Розвантаження блоків і плит фундаментів	3,24	3,24	—	—	—	—
Улаштування піщаної підготовки	23,87	—	23,87	—	—	—
Монтаж елементів фундаментів	29,12	9,71	9,71	9,71	—	—
Улаштування гідроізоляції	50,30	25,14	—	25,14	—	—
Догляд за бетонною сумішшю	1,53	1,53	—	—	—	—
Разом	108,10	39,62	33,60	34,90	—	—
Машиніст крана	39,20	—	—	—	19,60	19,60

На підставі розподілу трудомісткості визначено кількісно-кваліфікаційний склад комплексної бригади. При цьому враховано витрати праці за професіями, розрядами та прийнятий рівень виконання норм.

Таблиця 3.4 – Кількісно-кваліфікаційний склад комплексної бригади

Професія	Розряд	Витрати праці, люд.-год	Витрати праці, люд.-дн	Витрати праці при виконанні норм на 115 %	Кількість робітників розрахунково	Кількість робітників в прийняті
Такелажник	2	3,24	6,70	5,83	0,4	1
Монтажник	2	29,12	19,60	17,07	1,0	1
Монтажник	3	29,12	19,60	17,07	1,0	2
Монтажник	4	29,12	19,60	17,07	1,0	1
Бетонник	2	1,53	2,00	2,35	0,1	—
Бетонник	3	23,87	9,10	7,90	0,5	1
Ізолювальник	2	25,14	5,40	4,73	0,3	1
Ізолювальник	4	25,14	5,40	4,73	0,3	—
Машиніст крана	6	39,20	26,50	23,04	1,4	2
Разом	—	—	—	—	—	9

За результатами розрахунку прийнято комплексну бригаду у складі 9 осіб. До її складу входять такелажник, монтажники, бетонник, ізолювальник та машиністи крана. Прийнятий склад бригади забезпечує виконання основних процесів з улаштування фундаментів відповідно до технологічної послідовності робіт і заданої продуктивності.

3.6 Технологія виробництва робіт

Технологія виконання робіт розроблена для улаштування стрічкових фундаментів із застосуванням фундаментних плит і блоків стін підвалу. Роботи виконуються у дві зміни із використанням автомобільного крана КАТО

NK 160S. До складу технологічного процесу входять підготовчі, розвантажувальні, монтажні, бетонні та гідроізоляційні роботи.

До початку монтажу фундаментів необхідно виконати підготовку будівельного майданчика. Для цього передбачають організацію відведення поверхневих вод від котловану, улаштування під'їзних шляхів, підготовку місць складування конструкцій, монтажної оснастки та пристроїв. Також повинні бути завезені фундаментні плити, блоки, розчин та інші матеріали в обсязі, достатньому для безперервної роботи протягом двох змін.

Перед початком основних робіт виконується геодезична розбивка осей фундаментів відповідно до проєктної документації. Осі переносять на дно котловану або траншеї за допомогою обноси, осьових шнурів і висків. Після цього на бетонній підготовці або піщаній основі наносять риски, які визначають положення фундаментних плит і блоків.

Фундаментні плити укладають на вирівняну основу. У разі піщаних ґрунтів монтаж допускається виконувати безпосередньо по спланованій основі, а для інших ґрунтів передбачають піщану підготовку товщиною 100 мм. Під подошвою фундаментів не допускається залишати насипний або розпушений ґрунт. Такі ділянки необхідно видалити та замінити ущільненим піском, щебенем або бетоном залежно від глибини місцевого пониження.

Горизонтальність основи перевіряють за допомогою контрольних візирок, правила та рівня. Піщану підготовку виконують із перевищенням розмірів фундаменту на 200–300 мм з кожного боку, щоб забезпечити надійне спирання плит і запобігти їх звисанню з підготовленої основи.

Монтаж фундаментних плит і блоків виконується автомобільним краном. Перед стропуванням елементів необхідно перевірити справність вантажозахватних пристроїв і переконатися, що кран розташований на безпечній відстані від краю котловану за межами призми можливого обвалення ґрунту. Фундаментні плити підіймають за монтажні петлі чотирирівтковим стропом.

Після підйому елемент подають до місця встановлення, наводять у

проектне положення та плавно опускають на підготовлену основу. Незначні відхилення допускається усувати монтажним ломом при натягнутих стропях, не порушуючи поверхню основи. Стропи знімають тільки після остаточної перевірки положення елемента.

Фундаментні плити укладають відповідно до монтажної схеми з урахуванням місць проходження інженерних комунікацій. Поверх плит на шар цементно-піщаного розчину встановлюють блоки стін підвалу. Ряди блоків монтують із перев'язкою вертикальних швів. У місцях перетину поздовжніх і поперечних стін необхідно забезпечити надійне сполучення елементів, а стики зашпарувати бетонною сумішшю або розчином відповідно до проекту.

Після завершення монтажу фундаментних елементів виконується планова та висотна геодезична зйомка. За її результатами складається виконавча схема, на якій фіксують фактичне положення фундаментних плит і блоків у плані та по висоті. На змонтовані конструкції наносять осьові риси: для стрічкових фундаментів — у місцях перетину осей і по кутах будівлі.

Прийнята технологія забезпечує послідовне та безпечне виконання робіт, раціональне використання монтажного крана, належну якість улаштування фундаментів і відповідність виконаних робіт проектним рішенням.

3.7 Вимоги з охорони праці під час бетонування фундаментів

Бетонування фундаментів необхідно виконувати з дотриманням вимог ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення, а також чинних нормативних документів з безпеки праці [14]. Обладнання, інструменти, вантажозахватні пристрої та засоби механізації, що застосовуються під час виконання робіт, повинні бути справними та відповідати вимогам безпечної експлуатації.

До виконання бетонних робіт допускаються працівники, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, спеціальне навчання, інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки, а також мають відповідне посвідчення на право

виконання цих робіт. Машиністи вантажопідіймальних кранів, зварники та інші працівники, які виконують роботи підвищеної небезпеки, повинні проходити навчання за спеціальними програмами та мати чинні посвідчення.

Роботи на висоті понад 5 м дозволяється виконувати лише спеціально навченим працівникам, які пройшли медичний огляд і мають необхідну кваліфікацію та досвід виконання таких робіт. Для забезпечення безпеки під час робіт на висоті застосовують тимчасові настили, підмостки, огороження, захисні сітки, страхувальні канати, запобіжні пояси та захисні каски. Працівники повинні закріплювати карабін запобіжного пояса за надійні конструкції або страхувальні канати в місцях, визначених відповідальним керівником робіт.

Під час виконання монтажних і бетонних робіт забороняється перебування працівників на стінах, конструкціях або в небезпечних зонах без передбачених засобів захисту. Перебування людей під піднятим вантажем категорично забороняється.

Перед переміщенням вантажу краном його спочатку підіймають на висоту приблизно 300 мм для перевірки правильності стропування, стійкості крана та справності гальмівної системи. Лише після цього вантаж дозволяється підіймати на проєктну висоту. Під час горизонтального переміщення вантаж повинен проходити над перешкодами на відстані не менше 0,5 м.

У разі посилення вітру понад допустимі значення, зокрема при швидкості 10,8–13,8 м/с, роботи з використанням крана необхідно припинити, а кран закріпити відповідно до вимог безпечної експлуатації.

Вантажозахватні пристрої повинні проходити періодичний огляд відповідальними особами. Траверси перевіряють не рідше одного разу на 6 місяців, захвати — не рідше одного разу на місяць, а стропи та ланцюги — не рідше одного разу на 10 днів.

У проєкті виконання робіт і безпосередньо на будівельному майданчику необхідно позначити межі небезпечних зон. При переміщенні вантажів краном небезпечну зону визначають з урахуванням можливої траєкторії падіння

вантажу. При висоті підйому вантажу до 20 м відстань до межі небезпечної зони приймають не менше 7 м. Межі небезпечних зон огорожують і позначають попереджувальними знаками та написами, які повинні бути добре видимими в будь-який час доби.

Дотримання зазначених вимог забезпечує безпечне виконання бетонних і монтажних робіт, знижує ризик травмування працівників та сприяє належній організації будівельного процесу.

3.8 Розрахунок техніко-економічних показників

Для оцінювання ефективності прийнятих організаційно-технологічних рішень виконано розрахунок техніко-економічних показників технологічної карти. Розрахунок здійснено на основі відомості обсягів робіт, калькуляції трудових витрат і графіка виконання робіт.

Загальний обсяг робіт прийнято за відомістю обсягів: $V = 39,92 \text{ м}^3$.

Тривалість виконання робіт становить: нормативна тривалість – $T_n = 21,5$ дн. ; прийнята тривалість – $T_p = 10,5$ дн.

Трудовістість виконання робіт на весь обсяг прийнято: нормативна – $Q_n = 88$ люд.-дн.; прийнята – $Q_p = 85$ люд.-дн.

Трудовістість на одиницю обсягу робіт визначається як відношення загальної трудовісті до обсягу робіт:

$$q = \frac{Q}{V}$$

За результатами розрахунку прийнято: нормативна трудовістість — 0,45 люд.-дн/м³; прийнята трудовістість — 0,43 люд.-дн/м³.

Виріток одного робітника в зміну визначається як обсяг робіт, що припадає на одну людину-зміну:

$$B = \frac{V}{Q}$$

Прийняті значення виробітку становлять: нормативний виробіток — 2,94

м³/люд.-дн; прийнятий виробіток — 3,10 м³/люд.-дн.

Продуктивність праці визначається як відношення нормативної трудомісткості до прийнятої:

$$\Pi = \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{п}}} \cdot 100\%$$

Продуктивність праці за прийнятим варіантом становить: $\Pi = 104,7\%$

Витрати машинного часу на весь обсяг робіт прийнято за графіком виконання робіт: нормативні витрати машинного часу — 0,26 маш.-зм.; прийняті витрати машинного часу — 0,30 маш.-зм.

Таблиця 3.5 — Техніко-економічні показники технологічної карти

Найменування показника	Одиниця виміру	Нормативне значення	Прийняте значення
Загальний обсяг робіт	м³	—	39,92
Тривалість виконання робіт	дн.	21,5	10,5
Трудомісткість на весь обсяг робіт	люд.-дн	88	85
Трудомісткість на одиницю обсягу робіт	люд.-дн/м³	0,45	0,43
Виробіток одного робітника за зміну	м³/люд.-дн	2,94	3,10
Продуктивність праці	%	100	104,7
Витрати машинного часу	маш.-зм	0,26	0,30

Отримані техніко-економічні показники свідчать про ефективність прийнятих рішень. Порівняно з нормативною тривалістю, прийнята тривалість виконання робіт зменшена до 10,5 днів, що забезпечує скорочення строків будівельного процесу. Прийнята трудомісткість також є меншою за нормативну, а продуктивність праці становить 104,7 %, що підтверджує доцільність застосування обраної технології виконання робіт.

Розділ 4. Охорона праці

4.1 Законодавча та нормативна база охорони праці в Україні

Охорона праці в Україні регулюється системою законодавчих і нормативно-правових актів, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці, збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі трудової діяльності.

Основним нормативним документом у цій сфері є Закон України «Про охорону праці», який визначає права та обов'язки працівників і роботодавців, порядок організації безпечного виробничого процесу, а також вимоги до умов праці, виробничого середовища та засобів захисту [15].

До нормативної бази охорони праці також належать Кодекс законів про працю України, законодавство про загальнообов'язкове державне соціальне страхування, будівельні норми, правила пожежної безпеки, санітарні норми та інші документи, що регламентують безпечне виконання будівельно-монтажних робіт [16].

Під час виконання робіт нульового циклу, монтажу фундаментів, вантажно-розвантажувальних процесів і робіт із застосуванням будівельних машин необхідно дотримуватися вимог чинних нормативних документів з охорони праці та промислової безпеки.

4.2 Загальні вимоги безпеки праці

Умови праці на будівельному майданчику, стан машин, механізмів, інструментів, засобів індивідуального та колективного захисту повинні відповідати вимогам безпеки. Робочі місця мають бути організовані таким чином, щоб мінімізувати ризик травмування працівників і забезпечити безпечне виконання технологічних операцій [17].

Працівник має право відмовитися від виконання роботи, якщо виникла ситуація, небезпечна для його життя або здоров'я, а також для інших людей чи навколишнього середовища. Про таку ситуацію він повинен негайно

повідомити безпосереднього керівника робіт.

До виконання робіт допускаються працівники, які пройшли медичний огляд, навчання, інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки. Робітники, зайняті на роботах підвищеної небезпеки, повинні мати відповідну кваліфікацію та посвідчення [17].

4.3 Розрахунок небезпечної зони при виконанні земляних робіт

Під час виконання земляних робіт необхідно визначити безпечну відстань від екскаватора до краю котловану або траншеї. Це дає змогу запобігти обваленню ґрунту та забезпечити безпечну роботу будівельної техніки.

Вихідні дані для розрахунку:

- кут внутрішнього тертя ґрунту: $\varphi = 21^\circ$,
- глибина котловану: $H = 1,9$ м.

Відстань, що характеризує закладання укосу, визначається за формулою:

$$z = 0,25H \quad (4.1)$$

$$z = 0,25 \cdot 1,9 = 0,475 \text{ м.}$$

Дійсний кут укосу ґрунту визначається за залежністю:

$$\cos \alpha = \frac{z}{H} = \frac{0,475}{1,9} = 0,25 \quad (4.2)$$

$$\alpha = 74,5^\circ$$

Ширина призми можливого обвалення становить:

$$b = 3,67 \text{ м}$$

Мінімальна відстань від центру екскаватора до краю котловану визначається як:

$$L = a + b \quad (4.3)$$

$$L = 1 + 3,67 = 4,67 \text{ м}$$

Отже, під час розробки ґрунту необхідно забезпечити мінімальну безпечну відстань від екскаватора до краю котловану не менше: $L = 4,7$ м.

4.4 Безпечна організація робіт нульового циклу

Земляні роботи, пов'язані з розробкою котлованів і траншей, повинні виконуватися відповідно до затвердженої проєктної документації. Перед початком робіт необхідно уточнити розташування підземних інженерних комунікацій, кабельних ліній, трубопроводів та інших споруд.

У разі виконання робіт поблизу діючих підземних комунікацій необхідно проводити попереднє шурфування. Розробка ґрунту механізованим способом у межах охоронних зон без погодження з експлуатаційними організаціями не допускається [17].

Під час земляних робіт можуть виникати такі небезпечні фактори:

- обвалення ґрунту;
- потрапляння працівника в зону дії будівельної машини;
- ураження електричним струмом;
- несприятливі погодні умови;
- наявність підземних комунікацій;
- утворення пожежо- або вибухонебезпечного середовища.

Працівникам забороняється перебувати в зоні дії екскаватора. Очищення ковша від ґрунту дозволяється виконувати лише після його опускання. Після завершення робіт траншеї, шурфи та котловани необхідно закрити або огородити, а в темний час доби — забезпечити сигнальним освітленням.

4.5 Вимоги безпеки при влаштуванні фундаментів

До робіт з улаштування фундаментів допускаються працівники відповідних професій: бетонники, арматурники, монтажники, електрозварники та інші робітники, які пройшли навчання, медичний огляд та інструктаж з охорони праці.

Основними небезпечними факторами під час улаштування фундаментів є:

- переміщення вантажів краном;
- робота поблизу машин і механізмів;

- можливе обвалення ґрунту;
- гострі кінці арматурних стрижнів;
- електричний струм;
- вібрація;
- нестійкість штабелів конструкцій.

Перед початком робіт необхідно перевірити стан робочих місць, проходів, риштувань, підмостків, трапів і огорожень. Робочі місця в котлованах і траншеях повинні бути обладнані безпечними спусками та переходами.

Під час монтажу збірних елементів фундаментів сигнали машиністу крана повинен подавати лише один призначений працівник. Забороняється підіймати конструкції, засипані землею або снігом, а також елементи, затиснені іншими конструкціями.

Розстропування елементів дозволяється виконувати тільки після їх остаточного або тимчасового надійного закріплення. Під час переміщення конструкції необхідно запобігати її розгойдуванню за допомогою відтяжок [17].

4.6 Вимоги безпеки при монтажних роботах

Монтаж будівельних конструкцій належить до робіт підвищеної небезпеки. Працівники, які виконують монтаж, повинні мати відповідну підготовку, пройти перевірку знань і отримати дозвіл на виконання таких робіт.

Вантажопідіймальні машини, стропи, траверси та інші такелажні пристрої повинні проходити періодичний огляд і випробування. Не допускається використання несправного обладнання або вантажозахватних пристроїв без маркування.

Крани необхідно встановлювати відповідно до проєкту виконання робіт із дотриманням безпечних відстаней від укосів котлованів, будівель, споруд та ліній електропередач [17].

Під час монтажу забороняється:

- перебувати під піднятим вантажем;
- виконувати роботи в небезпечній зоні без дозволу;
- розстроповувати елементи до їх закріплення;
- суміщати монтажні роботи з іншими роботами в одній вертикальній зоні без спеціальних заходів безпеки.

4.7 Вантажно-розвантажувальні роботи

Вантажно-розвантажувальні роботи повинні виконуватися з дотриманням вимог безпеки, технологічних схем складування та правил переміщення вантажів.

Перед початком робіт необхідно перевірити справність вантажопідіймальних механізмів, стропів, траверс і транспортних засобів. Місця виконання робіт повинні бути очищені, освітлені та огорожені.

Під час вантажно-розвантажувальних робіт забороняється:

- перебувати між транспортним засобом і місцем складування;
- розміщувати вантажі в проходах і проїздах;
- перевищувати допустиму висоту штабелювання;
- застосовувати несправні механізми або вантажозахватні пристрої.

У зимовий період майданчики необхідно очищати від снігу та льоду, а слизькі ділянки посипати піском або іншими протиковзкими матеріалами [17].

4.8 Захист від ураження електричним струмом

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно забезпечити захист працівників від ураження електричним струмом. Для цього застосовують захисне заземлення, справну ізоляцію електропроводів, пристрої захисного відключення, а також основні й додаткові електрозахисні засоби.

До основних засобів захисту належать ізолювальні інструменти та пристрої, які дозволяють безпечно працювати з електроустановками. Додаткові засоби захисту застосовують для зменшення ризику ураження струмом, зокрема

від напруги дотику або крокової напруги.

Усі електроустановки, зварювальні трансформатори, електродвигуни та прилади керування повинні бути заземлені. Роботи з електрообладнанням дозволяється виконувати лише працівникам, які мають відповідну групу з електробезпеки [17].

4.9 Пожежна безпека

Пожежна безпека на будівельному майданчику забезпечується комплексом організаційних і технічних заходів, спрямованих на запобігання пожежам, обмеження їх поширення та забезпечення безпечної евакуації людей.

До основних заходів пожежної безпеки належать:

- дотримання протипожежних розривів між будівлями та спорудами;
- застосування конструкцій із необхідною межею вогнестійкості;
- улаштування евакуаційних шляхів і виходів;
- забезпечення будівельного майданчика первинними засобами пожежогасіння;
- встановлення пожежної сигналізації та систем оповіщення;
- організація безпечного зберігання горючих матеріалів.

На будівельному майданчику повинні бути передбачені вогнегасники, пожежні щити, ємності з піском, інвентар для гасіння пожежі та вільний доступ пожежної техніки до об'єкта.

Особливу увагу необхідно приділяти складам матеріалів, місцям виконання зварювальних робіт, зонам зберігання легкозаймистих речовин і тимчасовим електромережам [17].

У розділі розглянуто основні вимоги з охорони праці під час виконання робіт нульового циклу, улаштування фундаментів, монтажних і вантажно-розвантажувальних робіт. Виконано розрахунок небезпечної зони під час розробки котловану та встановлено мінімальну безпечну відстань від екскаватора до краю виїмки — 4,7 м.

Дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки та електробезпеки забезпечує безпечну організацію будівельного процесу, зменшує ризик виробничого травматизму та сприяє якісному виконанню робіт.

Список використаних джерел

1. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Чинний від 2006-07-03. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2006. 69 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Чинний від 2017-12-16. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. Чинний від 2019-04-26. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 76 с.
4. Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В. Конструкції будівель і споруд. Книга 1 : підручник / за ред. Г. В. Гетун. Київ : Ліра-К, 2021. 880 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Чинний від 2013-01-25. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 239 с.
6. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. Чинний від 2018-10-03. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 137 с.
7. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. Чинний від 2018-08-02. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 19 с.
8. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Чинний від 2018-08-02. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 40 с.
9. Александрович В. А. Основи та фундаменти : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / В. А. Александрович, Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 158 с.
10. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Основи та фундаменти» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. :

Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк, В. А. Александрович. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. 69 с.

11. <https://scadsoft.com/ua>

12. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі Зміною № 1. Чинний від 2021-12-30. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 223 с.

13. Технологія будівельного виробництва : підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін. ; за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.

14. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Чинний від 2009-01-27. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 120 с.

15. Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ Про охорону праці.

16. Кодекс законів про працю України

17. Жигулін О. А. Охорона праці у будівництві : навчальний посібник. Одеса, 2023.