

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

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


Кафедра технології та організації будівельного виробництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ЗВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КОТЕДЖУ ПО ЗБІРНО-МОНОЛІТНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ У ХАРКОВІ

Розробив: студент IV курсу, групи БтаЦІ 2022-1
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»

Ольховіков Валентин Валентинович



Керівник: к.т.н., доцент Бутнік С.В.



Рецензент: к.т.н., доцент Говоруха І.В.




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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри технології та
організації будівельного виробництва

Шумаков І. В. П.І.Б. 
“ 06 05 2026 р.

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

Ольховікову Валентину Валентиновичу

Спеціальність: *192 Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення експериментального котеджу по збірно-монолітній технології у Харкові* затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

№ 447-03 від 26.05.2026

Термін подання завершеної роботи на кафедру “16” червня 2026 р.

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 (перелік питань, які потрібно розробити): *архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.*







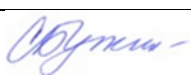
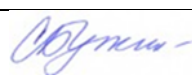




Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: Генеральний план, план поверху, розріз, план покрівлі, фасади, характерні вузли – 1л.;

- розрахунково-конструктивна частина: конструювання фундаменту, інженерно-геологічний переріз–1л.; конструювання колони – 1л.;

- технологічні рішення та організація будівництва: технологічна карта на влаштування збірних фундаментів–1л.; технологічна карта на монтаж збірно-монолітних конструкцій –1л.; технологічна карта на виконання кладки з керамічних блоків – 1л.

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		
		завдання видав	завдання прийняв	
1. Архітектурно-будівельна частина	Казімагомедов Ф.І. к.т.н. доц.			
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	Кротов О.В. к.т.н. доц.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	Кротов О.В. к.т.н. доц.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва	Бутнік С.В. к.т.н. доц.			
4. Охорона праці	Косенко Н.О. к.т.н. доц.			
Нормоконтроль	Зінов'єва О.М.			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

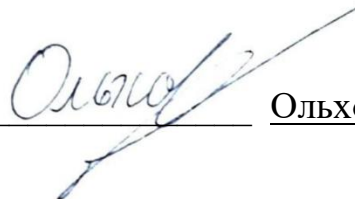
Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	28.05.2026-01.06.2026	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	02.06.2026-08.06.2026	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	09.06.2026-12.06.2026	виконано
4. Охорона праці	15.06.2026-16.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи



к.т.н., доц. Бутнік С.В.

Завдання прийняв до виконання



Ольховіков В.В.

Дата видачі завдання “27” травня 2026 р.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	5
1.1 Характеристика об'єкта.....	5
1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі	6
1.3 Архітектурно-конструктивне рішення	7
1.3.1 Колони	7
1.3.2 Ригелі	8
1.3.3 Внутрішні стіни	8
1.3.4 Фундаменти.....	8
1.3.5 Зовнішні стіни.....	9
1.3.6 Конструкції перекриттів, покриття	9
1.3.7 Покрівля.....	10
1.3.8 Підлоги	11
1.3.9 Вікна, двері.....	11
1.3.10 Водопостачання	12
1.3.11 Каналізація	12
1.3.12 Опалення	13
1.3.13 Телекомунікаційні мережі	13
1.3.14 Вентиляція.....	14
1.3.15 Електропостачання.....	15
1.3.16 Інші споруди	16
1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	16
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	19
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту	19
2.1.1 Вихідні дані з основ та фундаментів	19
2.1.2. Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика	20
2.1.3 Збір навантажень	21
2.1.4 Визначення вітрового навантаження.....	24
2.1.5 Визначення снігового навантаження.....	24
2.1.6 Підбір рівня планування та глибини закладання фундаменту	25
2.1.7 Визначення розмірів подошви фундаменту	27
2.1.8 Напруження від власної ваги ґрунту	28
2.1.9 Визначення осідання фундаменту методом пошарового підсумовування .	29
2.1.10 Перевірка підстиляючого шару ґрунту та коригування розмірів подошви фундаменту для середніх колон.....	32
2.1.11 Конструювання фундаменту	33

2.1.12 Розрахунок фундаменту на продавлювання	34
2.1.13 Армування фундаменту	35
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту	38
2.2.1 Вихідні данні	38
2.2.2 Визначення навантажень на колону надземної частини	41
2.2.3 Проектування колон	43
2.2.4 Розрахунок міцності 1 комбінація	43
2.2.5 Розрахунок міцності надкранової частини 2 комбінація	46
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.	50
3.1 Підготовчий період	50
3.2 Земляні роботи	51
3.3 Вибір монтажного крану	52
3.4 Влаштування фундаментів	58
3.5 Монтаж збірних конструкцій	64
3.6 Кладка керамічних блоків	70
3.7 Улаштування пласкої покрівлі	73
3.8 Утеплення фасаду мінеральною ватою з декоративною штукатуркою	74
3.9 Улаштування підлоги	75
3.10 Встановлення вікон та дверей	75
3.11 Машини та механізми для виконання будівельних робіт	76
3.12 Календарний графік	79
3.13 Будівельний генеральний план	80
3.14 Техніко-економічні показники	81
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	82
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	82
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування	84
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування	86
4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування	93
4.5 Висновок	97
Список використаних джерел	99

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика об'єкта

Проект індивідуального житлового будинку розроблено на підставі індивідуального завдання на дипломне проектування за темою «Зведення експериментального котеджу по збірно-монолітній технології у Харкові».

Проектування об'єкта виконано відповідно до чинної системи нормативних документів у галузі будівництва України, структура та порядок застосування яких регламентуються ДБН А.1.1-1:2009 [30]. Проектна документація на об'єкт розроблена та оформлена відповідно до вимог ДСТУ 9243.4:2023 [37], а пояснювальна записка дипломного проекту оформлена згідно з вимогами ДСТУ 3008:2015 [39].

Об'єкт будівництва розташований у місті Харків. Ділянка будівництва знаходиться у сприятливих інженерно-геологічних та кліматичних умовах, характерних для Харківського регіону.

Відповідно до районування території України за вітровими навантаженнями, район будівництва (м. Харків) належить до II вітрового району [1]. Місцевість відноситься до типу II – сільська територія з наявністю огорож (парканів), малоповерхових будівель, невеликих споруд та зелених насаджень [2]. Характеристичне значення вітрового тиску для даного II району становить 450 Па. При розрахунку конструкцій також враховується вітрове навантаження з урахуванням можливого утворення ожеледі II району [1].

Згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2021, район будівництва відноситься до I температурної зони [3]. Нормативна глибина промерзання ґрунту становить 1,2 м, що враховується при проектуванні фундаментів.

Розрахункова температура зовнішнього повітря прийнята відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [1] : середня температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,98 становить $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Середньорічна відносна вологість повітря складає 74 %, при цьому значення понад 85 % спостерігається лише протягом кількох тижнів на рік. Дані кліматичні показники враховані при виборі огорожувальних конструкцій та розрахунку теплотехнічних характеристик будівлі.

Сейсмічність району будівництва становить менше 6 балів за шкалою MSK-64, що дозволяє проєктувати будівлю без спеціальних антисейсмічних заходів [4].

Відповідно до ДСТУ 8855:2019 [5], будівля належить до класу наслідків (відповідальності) СС1.

Ступінь вогнестійкості будівлі – IV згідно з вимогами ДБН В.1.1-7:2016 [6]. Конструктивна схема передбачає використання зовнішніх та внутрішніх огорожувальних конструкцій із керамічних блоків, а також покриття та перекриття зі збірних залізобетонних плит.

Ступінь довговічності будівлі – I, з нормативним строком експлуатації 100 років, що забезпечується застосуванням довговічних матеріалів та дотриманням вимог чинних будівельних норм і стандартів [7].

1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі

Будівля в плані має прямокутну конфігурацію з габаритними розмірами в осях $10,5 \times 14,0$ м. Висота поверху (від рівня чистої підлоги до низу перекриття) становить 3,3 м, що забезпечує нормативні санітарно-гігієнічні та експлуатаційні вимоги до житлових приміщень [8].

Конструктивна схема будинку передбачає застосування збірно-монолітної технології будівництва, яка поєднує переваги індустріального виготовлення елементів та монолітних конструкцій. Дана технологія забезпечує скорочення термінів зведення об'єкта, підвищення просторової жорсткості будівлі та економічну ефективність при будівництві малоповерхових житлових будинків [9, 10, 54].

Проектований котедж призначений для проживання однієї сім'ї. Об'ємно-планувальні рішення забезпечують комфортне функціональне зонування приміщень. У складі будинку передбачено: три спальні; два санітарні вузли; простору вітальню; кухню з достатньою площею для організації обідньої зони; окрему котельню; терасу та ганок.

Планувальна структура будинку відповідає сучасним вимогам до індивідуального житла та забезпечує раціональне використання внутрішнього простору. Техніко-економічні показники по котеджу наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Техніко-економічні показники об'ємно-планувальних рішень котеджу

Найменування показника	Одиниці виміру	Кількість
Площа забудови	м ²	159,50
Будівельний об'єм	м ³	401,58
Загальна площа	м ²	214,59
Корисна площа	м ²	108,27

Наведені техніко-економічні показники підтверджують компактність планувального рішення, раціональність використання площі та відповідність проєкту вимогам індивідуального житлового будівництва [8].

1.3 Архітектурно-конструктивне рішення

Котеджний житловий будинок належить до будівель I ступеня відповідальності [7]. Зазначена категорія передбачає зведення малоповерхових житлових споруд, які не розраховані на масове перебування людей, що дозволяє приймати раціональні та економічно доцільні конструктивні рішення без зниження рівня надійності та безпеки.

У даному проєкті застосовано збірно-монолітну каркасну систему, яка виконує несучу функцію будівлі. Просторову жорсткість та стійкість забезпечує система залізобетонних елементів, до складу якої входять: збірні залізобетонні колони; попередньо напружені ригелі різного перерізу; плити перекриття заводського виготовлення [16].

Застосування виробів високого ступеня заводської готовності забезпечує стабільну якість конструкцій, зменшення трудомісткості монтажних робіт та можливість виконання будівництва впродовж усього року незалежно від сезонних умов [54].

1.3.1 Колони

Колони будівлі - збірні залізобетонні елементи заводського виготовлення. У конструкції колон передбачені спеціальні бетонні розриви (монтажні ніші) для

подальшого замонолічування ригелів, що забезпечує надійне з'єднання елементів каркаса та формування жорсткого вузла [9, 12].

1.3.2 Ригелі

Ригелі - збірно-монолітні залізобетонні конструкції. Їх нижня частина виготовляється на заводі та має випуски арматури у вигляді хомутів.

У приопорній зоні ригелів передбачені спеціальні пази для подальшого замонолічування спільно з колоною. Після встановлення ригеля у проєктне положення виконується замонолічування його верхньої частини з попереднім улаштуванням додаткового армування, а саме: верхньої робочої арматури по всій довжині ригеля із заведенням на опору (колону); нижньої робочої арматури в опорній зоні, що встановлюється у паз збірного елемента; додаткового поперечного армування у вигляді хомутів у приопорній ділянці [9, 12].

Таке конструктивне рішення забезпечує спільну роботу збірних і монолітних частин елементів, підвищує жорсткість вузлів з'єднання та надійність роботи каркаса в цілому.

1.3.3 Внутрішні стіни

У проєкті передбачено влаштування самонесучих внутрішніх стін і перегородок із керамічної цегли, що забезпечує достатню міцність, довговічність та належні показники звукоізоляції приміщень [11].

Застосовується керамічна цегла, яка укладається на цементно-піщаний розчин марки не нижче М75. Конструкція перегородок не бере участі у сприйнятті вертикальних навантажень від перекриттів, а передає власну вагу на перекриття відповідно до прийнятої схеми.

1.3.4 Фундаменти

Фундаменти будівлі запроєктовані у вигляді збірних залізобетонних фундаментів стаканного типу двох різновидів - для середніх та крайніх колон. Конструктивне рішення передбачає встановлення збірних колон безпосередньо у фундаментні стакани з подальшим замонолічуванням стиків, що забезпечує надійну передачу навантажень від каркаса на основу [9, 13].

Перед улаштуванням фундаментів розробляється котлован відповідно до проєктних відміток. По дну котловану влаштовується підготовка у вигляді піщаної подушки з пошаровим ущільненням. Для підвищення несучої здатності основи та забезпечення дренажу ґрунтових вод застосовується прошарок геотекстилю, який запобігає змішуванню піску з природним ґрунтом та покращує експлуатаційні характеристики основи.

Прийняте конструктивне рішення фундаментів забезпечує рівномірну передачу навантажень на ґрунтову основу та відповідає інженерно-геологічним умовам майданчика будівництва.

1.3.5 Зовнішні стіни

Зовнішні стіни будівлі виконують огорожувальну та теплоізоляційну функції, забезпечуючи захист внутрішніх приміщень від впливу зовнішнього середовища.

Конструкція стін передбачає використання керамічних блоків розміром $380 \times 250 \times 238$ мм. Зовнішня поверхня стін утеплюється мінераловатними плитами з подальшим улаштуванням захисно-декоративного шару штукатурки. Така багатошарова конструкція забезпечує відповідність сучасним вимогам з енергоефективності та теплотехнічним показникам [3, 11].

Внутрішня поверхня зовнішніх стін передбачається під чистове оздоблення згідно з дизайн-рішенням власника будинку (штукатурка, шпаклювання, декоративне покриття тощо).

1.3.6 Конструкції перекриттів, покриття

Відповідно до прийнятої збірно-монолітної технології, по ригелях каркаса укладаються збірні пустотні залізобетонні плити перекриття заводського виготовлення.

Для забезпечення оптимального заповнення простору між ригелями застосовуються плити розмірами 1490×220 мм та 1190×220 мм (за шириною та товщиною відповідно до проєктного рішення). Після монтажу плит виконується замонолічування стиків для забезпечення спільної роботи елементів [9, 16].

Перекриття першого ярусу додатково утеплюється знизу плитами з екструдованого пінополістиролу. Також передбачено влаштування гідроізоляційного

шару для захисту залізобетонних конструкцій від впливу вологи та запобігання передчасному руйнуванню бетону [3].

Перекриття другого ярусу виконує функцію покриття та основи покрівлі. Конструкція забезпечує необхідну жорсткість, теплоізоляцію та захист будівлі від атмосферних впливів відповідно до вимог експлуатаційної надійності.

1.3.7 Покрівля

У проєкті передбачено влаштування плоскої покрівлі по залізобетонній плиті перекриття. Конструкція покрівельного «пирога» прийнята з урахуванням вимог теплозахисту, гідроізоляції та довговічності експлуатації будівлі [3].

Основою покрівлі є збірна залізобетонна плита перекриття товщиною 220 мм, яка сприймає постійні та тимчасові навантаження і передає їх на несучі елементи каркаса [15].

По плиті перекриття влаштовується цементно-піщана стяжка товщиною 20 мм, що забезпечує вирівнювання поверхні та створення основи для подальших шарів покрівлі.

Для запобігання проникненню водяної пари з внутрішніх приміщень у теплоізоляційний шар передбачено улаштування пароізоляційного шару з використанням матеріалу Juta H 110. Паробар'єр забезпечує захист утеплювача від зволоження та втрати теплоізоляційних властивостей.

Теплоізоляційний шар виконаний з екструдованого пінополістиролу товщиною 150 мм. Даний матеріал характеризується низьким коефіцієнтом теплопровідності, високою міцністю на стиск та мінімальним водопоглинанням, що робить його ефективним для застосування у плоских покрівлях [3].

Для формування необхідного ухилу покрівлі (з метою організації водовідведення) передбачено шар напівсухої стяжки з полістиролбетону товщиною від 50 до 120 мм. Змінна товщина шару дозволяє забезпечити проєктний ухил у напрямку до водоприймальних воронок.

По шару вирівнювання укладається геотекстиль щільністю 300 г/м², який виконує розділювальну та захисну функції, запобігаючи механічному пошкодженню гідроізоляційного килима.

Верхнім шаром покрівлі є гідроізоляційна мембрана з ПВХ, яка забезпечує повну водонепроникність конструкції та стійкість до атмосферних впливів, ультрафіолетового випромінювання і температурних коливань. Мембрана укладається з герметизацією стиків методом гарячого зварювання, що створює суцільний гідроізоляційний шар.

Прийнята конструкція плоскої покрівлі забезпечує нормативні показники теплозахисту, надійний відвід атмосферних опадів та довговічність експлуатації будівлі.

1.3.8 Підлоги

У внутрішньому опорядженні приміщень передбачено застосування вінілової плитки в житлових кімнатах та керамогранітної плитки у санітарних вузлах і приміщеннях з підвищеною вологістю.

Конструкція підлоги по перекриттю (під покриття з вінілової плитки) прийнята багат шаровою та включає такі елементи (знизу вгору): залізобетонна плита перекриття; вирівнююча цементно-піщана стяжка; гідроізоляційний шар для захисту конструкції від капілярного підсосу вологи; теплоізоляційний шар із плит пінополістиролу; цементно-піщана стяжка з улаштуванням системи «тепла підлога», армована зварною сталеву сіткою 100 × 100 мм із дроту Ø5 мм класу Вр-1; самовирівнювальна суміш; чистове покриття — вінілова плитка.

У санітарних вузлах додатково передбачається посилена гідроізоляція під керамогранітне покриття з герметизацією примикань до стін.

Прийнята конструкція підлоги забезпечує належні теплоізоляційні показники, рівномірний розподіл тепла від системи підігріву підлоги та довговічність експлуатації покриття. Конструкція підлог прийнята відповідно до вимог [3, 17].

1.3.9 Вікна, двері

У будівлі передбачено встановлення металопластикових віконних блоків із багатокамерним профілем та енергоефективними склопакетами. Такі конструкції забезпечують нормативні показники опору теплопередачі, належну звукоізоляцію та герметичність приміщень, а також характеризуються довговічністю та зручністю в експлуатації.

Дверні блоки прийняті залежно від функціонального призначення приміщень: вхідні двері - металеві, утеплені, з підвищеними показниками міцності та безпеки; міжкімнатні двері - дерев'яні або комбіновані конструкції.

Віконні та дверні блоки прийняті відповідно до чинних стандартів [18, 19].

Застосовані рішення забезпечують поєднання естетичних характеристик, експлуатаційної надійності та необхідного рівня тепло-звукоізоляції.

1.3.10 Водопостачання

Проектом передбачено влаштування внутрішньої системи господарсько-питного водопостачання для забезпечення потреб мешканців котеджу.

Джерелом водопостачання є індивідуальна свердловина. Введення водопроводу в будівлю здійснюється через фундамент із улаштуванням гільзи та герметизацією вводу.

У будинку передбачено два санітарні вузли та кухню, у яких запроєктовані такі точки водорозбору: умивальники; унітази; душова кабіна/ванна; кухонна мийка; підведення до побутової техніки пральна та посудомийна машина .

Розводка холодного та гарячого водопостачання виконується з полімерних труб типу PPR, що характеризуються довговічністю, стійкістю до корозії та простотою монтажу.

Гаряче водопостачання забезпечується від автономного котла, розташованого в котельні.

Внутрішня система водопостачання запроєктована відповідно до вимог ДБН В.2.5-64:2012 [20].

1.3.11 Каналізація

У будівлі передбачено внутрішню систему господарсько-побутової каналізації для відведення стічних вод від санітарно-технічних приладів.

Стічні води від двох санвузлів та кухні відводяться самопливною системою пластикових каналізаційних труб із дотриманням нормативних ухилів.

Вентиляція каналізаційного стояка передбачена через вивід фанового стояка вище рівня покрівлі для запобігання зриву гідрозатворів та поширення запахів.

Відведення стічних вод здійснюється до локальних очисних споруд септика. Прийнята система забезпечує надійне та безпечне відведення побутових стоків. Система господарсько-побутової каналізації запроєктована відповідно до чинних вимог [20, 21].

1.3.12 Опалення

Опалення будинку запроєктовано автономним. Усе теплотехнічне обладнання розміщується в окремому приміщенні котельні, що відповідає вимогам безпечної експлуатації інженерного обладнання.

Система опалення передбачає встановлення індивідуального газового електричного котла (залежно від джерела енергопостачання), який забезпечує: опалення всіх приміщень будинку; приготування гарячої води для господарсько-побутових потреб.

Теплоносій циркулює по двотрубній системі опалення з примусовою циркуляцією. У житлових приміщеннях передбачено встановлення радіаторів, а також систему «тепла підлога» у зонах з керамічним покриттям (санвузли, кухня).

У котельні передбачено: котел; розширювальний бак; циркуляційний насос; групу безпеки; колекторну розводку; систему димовидалення.

Прийняте рішення забезпечує енергоефективність, незалежність від централізованих теплових мереж та можливість регулювання температурного режиму в окремих приміщеннях. Система опалення будинку запроєктована відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 [22].

1.3.13 Телекомунікаційні мережі

Проектом передбачено підключення котеджного житлового будинку до сучасних телекомунікаційних мереж із використанням оптоволоконної технології передачі даних. Основним каналом зв'язку прийнято систему FTTH (Fiber To The Home), що забезпечує високу швидкість передачі інформації, стабільність сигналу та можливість подальшого розширення мережі.

Підключення будинку до мережі провайдера здійснюється одномодовим оптичним кабелем типу ОКТБг (або аналогічним) з кількістю волокон 4–8 (із резервом). Кабель вкладається в землі.

Прокладання кабелю здійснюється в захисній поліетиленовій трубі ПНД діаметром 40 мм на глибині не менше 0,7 м із улаштуванням сигнальної стрічки. Ввід у будівлю виконується через гільзу у фундаменті з подальшою герметизацією місця проходу.

У приміщенні котельні передбачається розміщення елекомунікаційного обладнання, яке формує внутрішній вузол зв'язку будинку. До складу обладнання входять: оптична розподільча коробка; абонентський термінал ONU/ONT для перетворення оптичного сигналу в Ethernet; маршрутизатор (Wi-Fi стандарту не нижче Wi-Fi 6); комутатор (Switch) - за необхідності розширення кількості підключень; джерело безперебійного живлення (UPS) для забезпечення стабільної роботи мережі. Розміщення обладнання в окремому технічному приміщенні забезпечує зручність обслуговування та відповідність вимогам експлуатаційної безпеки.

Для організації локальної мережі (LAN) у будинку застосовується структурована кабельна система на основі кабелю U/UTP Cat 6 (4 пари) - для стандартного підключення.

Прокладання кабелів виконується приховано в гофрованих трубах або в штробах стін. У житлових кімнатах, вітальні та інших функціональних зонах передбачаються інформаційні розетки типу RJ-45 для підключення комп'ютерної техніки, телевізорів (Smart TV), мультимедійного обладнання та систем відеоспостереження.

Прийняті рішення забезпечують надійність, високу пропускну здатність мережі, зручність експлуатації та відповідність сучасним вимогам до цифрової інфраструктури індивідуального житлового будинку. Телекомунікаційні мережі будинку запроєктовані відповідно до вимог ДСТУ EN 50173 та ДСТУ EN 50174 [23, 24].

1.3.14 Вентиляція

У котеджному житловому будинку передбачено механічну систему вентиляції з організованим повітрообміном, що забезпечує підтримання нормативних санітарно-гігієнічних параметрів повітряного середовища.

Видалення відпрацьованого повітря здійснюється з приміщень санітарних вузлів, кухні та котельні через систему вентиляційних каналів із встановленням

втяжних вентиляторів. Приплив свіжого повітря організовано у розрахункових об'ємах, необхідних для забезпечення нормативного мікроклімату в житлових кімнатах, з урахуванням кількості мешканців та площі приміщень.

Додатково віконні блоки обладнані режимом мікропровітрювання, що дозволяє здійснювати природний приплив повітря та забезпечувати періодичне провітрювання приміщень у ручному режимі.

Прийняте рішення відповідає вимогам енергоефективності, забезпечує комфортні умови проживання та стабільний повітрообмін у будинку. Система вентиляції запроєктована відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 [22].

1.3.15 Електропостачання

Електропостачання котеджного житлового будинку запроєктовано як сучасну автономно-резервовану систему, що забезпечує надійність, безпеку та безперервність живлення в умовах можливих аварійних та воєнних відключень електроенергії.

Живлення будинку передбачено від зовнішньої трифазної мережі 380/220 В з підведенням кабельної лінії (AsXSn 4x25) до ввідно-розподільчого пристрою (ВРП), розташованого в приміщенні котельні .

У ВРП встановлюються: ввідний автоматичний вимикач; лічильник електроенергії; пристрої захисного відключення (ПЗВ); диференційні автомати для окремих груп споживачів; реле контролю напруги; система заземлення та зрівнювання потенціалів.

Електромережа будинку виконується за трипровідною системою (L-N-PE) із окремим захисним провідником.

Електропостачання розподіляється на окремі групи: освітлення; розеткові мережі житлових кімнат; кухонне обладнання; санвузли; котельня; система «тепла підлога»; телекомунікаційне обладнання; резервна лінія критичних споживачів.

Критичні споживачі (котел опалення, циркуляційні насоси, холодильник, освітлення основних приміщень, інтернет-обладнання) підключаються до окремої резервної групи.

З метою забезпечення енергетичної незалежності в умовах можливих тривалих відключень електроенергії передбачено багаторівневу систему резервування: джерело безперебійного живлення (UPS) для котла опалення, циркуляційних насосів,

телекомунікаційного вузла, аварійного освітлення. Акумуляторна система накопичення енергії LiFePO₄ із інвертором потужністю 5–10 кВт, що забезпечує живлення критичних споживачів протягом 6–12 годин. Можливість підключення бензинового або дизельного генератора через автоматичний або ручний перемикач вводу резерву (АВР). Передбачена можливість інтеграції сонячної електростанції (СЕС) з гібридним інвертором для часткової енергонезалежності.

Система електропостачання будинку запроєктована відповідно до вимог ДБН В.2.5-23:2025 та ПУЕ [25, 26].

1.3.16 Інші споруди

По периметру котеджного житлового будинку передбачено влаштування бетонного вимощення. Вимощення виконується з монолітного бетону з ухилом від будівлі не менше 3–5 % для забезпечення ефективного відведення поверхневих та атмосферних вод від фундаментів.

Конструкція вимощення включає ущільнену піщану основу та бетонне покриття з температурними швами. Прийняте рішення запобігає зволоженню ґрунтів біля фундаментів, зменшує ризик нерівномірних осідань та підвищує довговічність підземних конструкцій будівлі. Влаштування вимощення передбачено відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018 [13].

Для забезпечення зручного доступу до будинку проєктом передбачено влаштування під'їзної дороги та майданчика для паркування з асфальтобетонним покриттям. Конструкція під'їзної дороги та майданчика для паркування прийнята відповідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 [27].

1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Мета теплотехнічного розрахунку - визначити товщину шару, що утеплює, зовнішньої стіни цивільної будівлі для зимових умов відповідно до вихідних даних і рис 1.1.

Згідно карти-схеми температурних зон України Харків відноситься відноситься до 1-ї температурної зони. Нормована величина опору теплопередачі для даної температурної зони згідно [3] становить $R_{q \min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Вологісний режим приміщень нормальний, що для громадських будинків відповідає вологості $\phi = 50\%$ і

знаходиться в межах $50\% \leq \varphi_v \leq 60\%$ внутрішнього повітря при температурі $t_v=20$ °С, що відповідає інтервалу $12^\circ\text{C} \leq t_v \leq 24^\circ\text{C}$. Тому за табл. Б.3 [3] прийнято умови експлуатації Б.

Конструкція стіни обрано виходячи з умов необхідного фактичного опору теплопередачі. Вона виключає виникнення точки роси в утеплювачі і містить наступні шари (починаючи з внутрішньої поверхні):

1. Кладка з керамічних блоків на цементно-піщаному розчині : $\delta_1= 380$ мм; $\lambda_1=0,18$ Вт/м·К
2. Мінеральна вата на основі базальтового волокна М75 : $\delta_2= 100$ мм; $\lambda_2=0,047$ Вт/м·К
3. Зовнішня штукатурка – цементно-піщаний розчин : $\delta_3= 20$ мм; $\lambda_3=0,76$ Вт/м·К

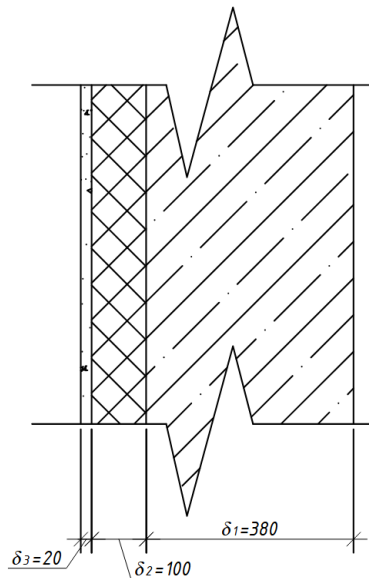


Рисунок 1.1 – Стіна в розрізі

Термічний опір одношарової конструкції обчислюємо за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (1.1)$$

де R – термічний опір однорідної конструкції, м; δ - товщина шару однорідної конструкції; λ – коефіцієнт теплопровідності Вт/м°С

Термічний опір першого шару за формулою 1.1:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,38 / 0,18 = 2,1 \text{ (Вт/(м}^2 \cdot \text{К))};$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,1 / 0,047 = 2,12 \text{ (Вт/(м}^2 \cdot \text{К))};$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,02 / 0,76 = 0,026 \text{ (Вт/(м}^2 \cdot \text{К))};$$

Загальний фактичний опір теплопередачі конструкції знаходимо за формулою:

$$R_{\Sigma, пр} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (1.2)$$

де α_b – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції, $\alpha_b=8,7(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$; α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої конструкції, $\alpha_3=23 ((\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт})$;

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + 2,1 + 2,12 + 0,026 + \frac{1}{23} = 4,4 (\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}));$$

$$R_{\Sigma, пр} \geq R_{q, \min},$$

$$R_{\Sigma, пр} = 4,4 (\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})) > R_{q, \min} = 4,0 (\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})),$$

Оскільки $R_{\Sigma, пр} \geq R_{q, \min}$, умова теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції виконується [3]. Коефіцієнт теплопередачі стіни $k \approx 0,227 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту

2.1.1 Вихідні дані з основ та фундаментів

Для будівництва котеджного будинку був обраний стаканний фундамент, який забезпечує надійну передачу навантаження від колон на основу та характеризується достатньою жорсткістю і технологічністю виконання. Застосування даного типу фундаментів обумовлене конструктивною схемою будівлі, інженерно-геологічними умовами майданчика та економічною доцільністю.

При розрахунку фундаментів враховуються постійні та тимчасові навантаження від власної ваги конструкцій, перекриттів, покриття, а також експлуатаційні навантаження. Розрахунок основи фундаментів виконується з урахуванням фізико-механічних характеристик ґрунтів, отриманих за результатами інженерно-геологічних вишукувань.

Глибина закладання фундаментів приймається відповідно до інженерно-геологічних умов майданчика будівництва, глибини промерзання ґрунту та конструктивних особливостей будівлі. Розрахунок підземної частини об'єкта виконується відповідно до чинних нормативних документів системи стандартизації та нормування в будівництві України, встановленої ДБН А.1.1-1:2009 [30], а також вимог нормативних документів з проектування бетонних і залізобетонних конструкцій та основ і фундаментів [1, 2, 3, 4, 9, 13, 28, 31].

Геологічна будова характеристика властивостей ґрунтів будівельного майданчика наведені у таблиці 2.1. та 2.2.

Таблиця 2.1 – Геологічна будова

№ шару	Найменування ґрунтів	Номер свердловини та потужність шару, м	
		1	2
1.	Наспинний шар: суглинок напівтвердий	2,8	4,1
2.	Пісок дрібний (середньої щільності)	0,5	0,6
3.	Супісок пластичний	1,0	1,1

4.	Глина напівтверда	1,7	0,7
----	-------------------	-----	-----

Таблиця 2.2 – Характеристика властивостей ґрунтів

Найменування	Умов Позн.	Од. Вимі-рю-вання	Номер шару			
			1	2	3	4
Щільність	ρ_{II}	т/м ³	2,10	2,00	2,02	2,06
Щільність часток	ρ_s	т/м ³	2,65	2,66	2,67	2,70
Природна вологість	W	-	0,18	0,15	0,30	0,22
Вологість на межі текучості	W_L	-	0,26	-	0,26	0,40
Вологість на межі пластичності	W_p	-	0,17	-	0,20	0,20
Кут внутрішнього тертя	φ_{II}	Град	21	26	10	12
Питоме зчеплення	C_{II}	кПа	24	1	20	24
Модуль деформації	E	мПа	14,5	18	16	15

2.1.2. Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

1-й шар

Наспинний шар: суглинок: $\rho = 2,10 \text{ т/м}^3$; $\rho_s = 2,65 \text{ т/м}^3$; $W=0,18$; $W_L = 0,26$; $W_p = 0,17$.

Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_p = 0,26 - 0,17 = 0,09, \quad (2.1)$$

Показатель текучести:

$$I_1 = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,18 - 0,17}{0,09} = 0,1, \quad (2.2)$$

Висновок: суглинок напівтвердий (є придатною основою для будівель та споруд)

2-й шар

Пісок: $\rho = 2,00 \text{ т/м}^3$; $\rho_s = 2,66 \text{ т/м}^3$; $W=0,15$.

Коефіцієнт пористості:

$$E = \frac{\rho_s \cdot (1+W)}{\rho} - 1 = \frac{2,66 \cdot (1+0,15)}{2,00} - 1 = 0,53, \quad (2.3)$$

Ступінь вологості:

$$S_R = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,15 \cdot 2,66}{0,53 \cdot 1} = 0,75, \quad (2.4)$$

де ρ_w – щільність води.

Висновок: пісок дрібний, середньої щільності (є придатною основою для будівель та споруд).

3-й шар

Супісок: $\rho = 2,02 \text{ т/м}^3$; $\rho_s = 2,67 \text{ т/м}^3$; $W=0,30$; $W_L = 0,26$; $W_P = 0,20$.

Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,26 - 0,20 = 0,06$$

Показник текучості:

$$I_l = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{0,30 - 0,20}{0,06} = 0,16$$

Висновок: Супісок пластичний (є придатною основою для будівель та споруд)

4-й шар

Глина: $\rho = 2,06 \text{ т/м}^3$; $\rho_s = 2,70 \text{ т/м}^3$; $W=0,22$; $W_L = 0,40$; $W_P = 0,20$.

Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,40 - 0,20 = 0,20$$

Показник текучості:

$$I_l = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{0,22 - 0,20}{0,20} = 0,10$$

Висновок: Глина напівтверда (є придатною основою для будівель та споруд)

Оцінка придатності ґрунтів як природної основи виконана з урахуванням вимог ДБН В.1.1-45:2017 щодо будівництва в складних інженерно-геологічних умовах [31].

2.1.3 Збір навантажень

Нормативні і розрахункові навантаження на 1 м^2 плити покриття наведенні у таблиці 2.3. та 2.4. виконано згідно вимог [2]

Таблиця 2.3 – Збір навантажень на плити покриття (покрівля)

Навантаження	Нормативне навантаження кН/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кН/м ²
Постійне:			
Власна вага з\б плити	3.000	1,1	3.300
Те ж шару стяжка цементно-піщана $\delta=20$ мм ($\rho=1800$ кг/м ³)	0,360	1,3	0,47
Те ж Паробар'єр $\delta=1,5$ мм	0,001	1,2	0,0012
Те ж Екструзійний пінополістирол $\delta=150$ мм ($\rho=45$ кг/м ³)	0,0675	1,2	0,081
Напівсуха стяжка (Полістирол бетон) $\delta=120$ мм ($\rho=300$ кг/м ³)	0,36	1,2	0,432
Те ж Геотекстиль $\delta=1$ мм	0,003	1,2	0,0036
Те ж Гідроізоляція з ПВХ мембрани $\delta=1$ мм	0,018	1,2	0,0216
Разом:	3,8		4,300
Тимчасове			
У тому числі:			
Короткочасне (снігове)	1,600	1,14	1,824
Повне навантаження	5,400		6,124

Таблиця 2.4. Нормативні і розрахункові навантаження на 1 м² плити перекриття (підлоги)

Навантаження	Нормативне навантаження кН/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кН/м ²
Постійне:			
Власна вага з\б плити	3,000	1,1	3,300
Те ж шару стяжка цементно-піщана δ=30 мм (ρ=1800 кг/м ³)	0,540	1,3	0,70
Те ж Гідроізоляція δ=1 мм	0,004	1,2	0,0048
Те ж Екструзійний пінополістирол δ=100 мм (ρ=30 кг/м ³)	0,30	1,2	0,36
Те ж шару стяжка цементно-піщана δ=80 мм (ρ=1800 кг/м ³)	1,44	1,3	1,872
Те ж Самовирівнююча суміш δ=3 мм (ρ=1600 кг/м ³)	0,05	1,3	0,065
Те ж Вінілова плитка ЛВТ δ=10 мм	0,18	1,2	0,216
Разом:	5,514		6,518
Тимчасове			
У тому числі:			
Корисне	1,500	1,3	1,800
Повне навантаження	7,014		8,318

Власна вага стіни з керамоблоку від відмітки 3,100 до відмітки -0,200 при товщині стіни 380мм:

Нормативна - $(3,100+0,200) \cdot 0,38 \cdot 9 = 11,29$ кН/м

Розрахункова – $11,29 \cdot 1,1 = 12,42$ кН/м.

Власна вага парапету $h=0,75$ м товщині стіни 380мм:

Нормативна – $0,75 \cdot 0,38 \cdot 9 = 2,57$ кН/м

Розрахункова – $2,57 \cdot 1,1 = 2,83$ кН/м.

2.1.4 Визначення вітрового навантаження

Визначаємо граничне розрахункове значення інтенсивності поверхневого вітрового навантаження. У цьому випадку $\gamma_{fm} = 1,14$ (для 100 років експлуатації), $W_0 = 450$ Па = 0,45 кПа (кН/м²) – для с. Черкаська Лозова залежно від вітрового району, $C_{aer}^a = 0,8$, $C_{aer}^n = 0,6$, $C_h = 0,7$ (II тип місцевості, тобто сільська місцевість з огорожами (парканами)[2] невеликими спорудами, будинками і деревами, $C_{alt} = 1,0$, $C_{rel} = 1,0$, $C_{dir} = 1,0$, $C_d = 0,95$

Загальні формули для визначення W_m та C будуть мати такий вигляд:

$$W_m = \gamma_{fm} * W_0 * C, \quad (2.5)$$

$$C = C_{aer} * C_h * C_{alt} * C_{rel} * C_{dir} * C_d, \quad (2.6)$$

$$\begin{aligned} q_{w,4.4}^a &= W_m * B * \gamma_n = W_0 * \gamma_{fm} * C_{aer}^a * C_h * C_d * B * \gamma_n = \\ &= 0,45 * 1,14 * 0,8 * 0,7 * 0,95 * 6 * 1,1 = 1,80 \frac{\text{кН}}{\text{м}}, \end{aligned} \quad (2.7)$$

$$q_{w,4.4}^n = q_{w,4.4}^a * \frac{C_{aer}^n}{C_{aer}^a} = 1,80 * \frac{0,6}{0,8} = 1,35 \frac{\text{кН}}{\text{м}}, \quad (2.8)$$

2.1.5 Визначення снігового навантаження

Снігове навантаження є змінним, для якого встановлено три розрахункові значення [2]:

- граничне розрахункове значення;
- експлуатаційне розрахункове значення;
- квазіпостійне розрахункове значення.

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття (конструкції) обчислюється за формулою

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C, \quad (2.9)$$

$$S_m = 1,14 \cdot 1,6 \cdot 1 = 1.824 \text{ кН/м}^2,$$

У цьому випадку $\gamma_{fm} = 1,14$ (для 100 років експлуатації), $S_0 = 1600 \text{ Па} = 1,6 \text{ кПа (кН/м}^2)$ – для с. Черкаська Лозова

2.1.6 Підбір рівня планування та глибини закладання фундаменту

Рівень планування: 143.10

Глибина закладення фундаменту відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018 [13]:

1. З інженерно-геологічних умов перший шар – суглинок напівтвердий можна використовувати як природну основу
2. З умови промерзання $d=1,2 \text{ м}$
3. З конструктивних особливостей $d=2 \text{ м}$

Приймаємо $d=2 \text{ м}$

Фундаменти проектується під колони каркаса будівлі, що будується в місті Харків

За розрахункової схемою проектувана будівля відноситься до типу будівель з жорсткою розрахунковою схемою.

Для виконання розрахунків несучих конструкцій котеджу в програмному комплексі SCAD Office [29] було побудовано просторову розрахункову схему будівлі. Розрахункова модель враховує геометричні параметри споруди, конструктивну схему, характеристики матеріалів та умови роботи елементів. Розрахункова схема на рисунку 2.1.

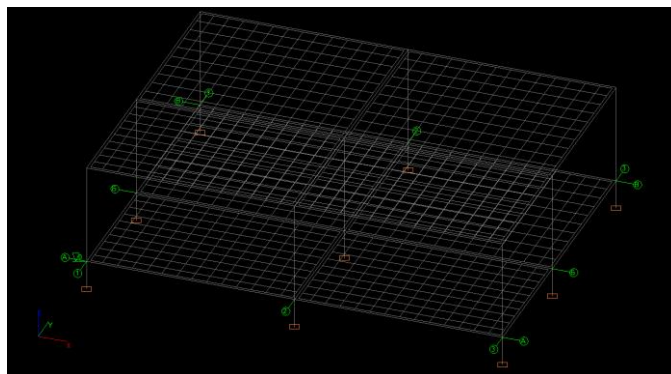
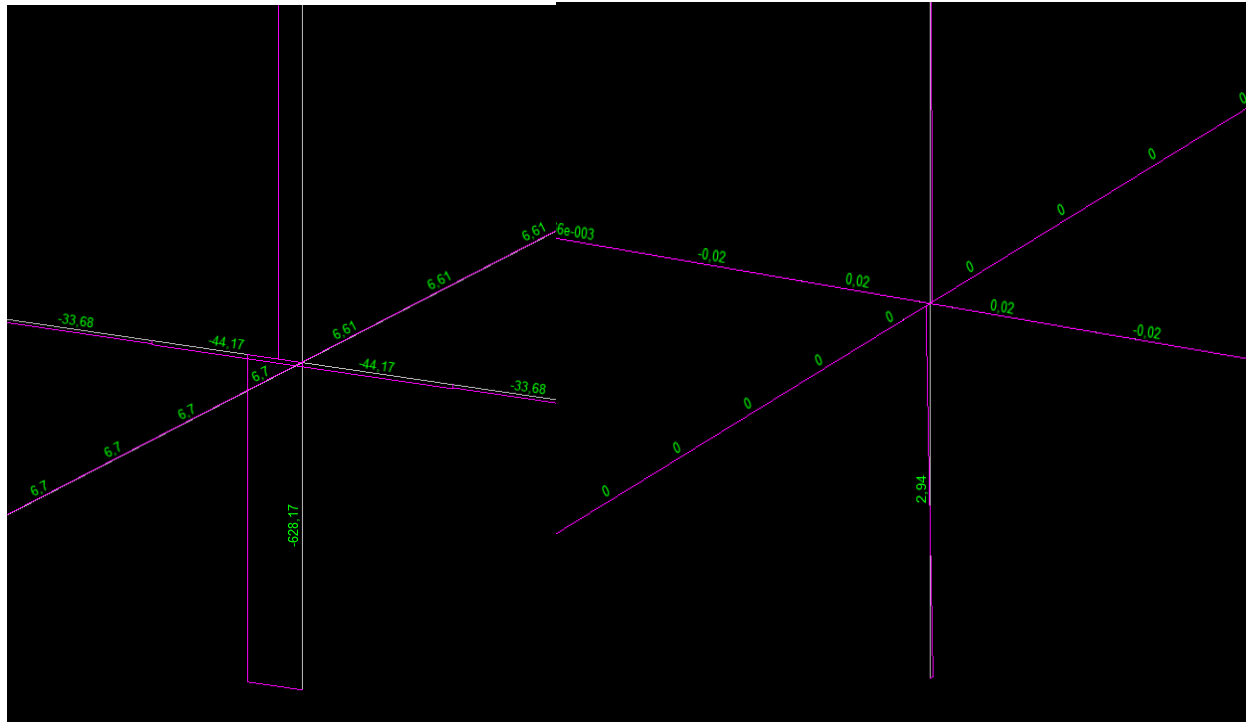


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема котеджу

Будівля опалюється. Навантаження на фундамент колон середнього ряду:

1) $N_I=628,17$ кН, $M_I=2.94$ кН м; 2) $N_{II}=626,15$ кН, $M_{II}=10.38$ кН м; 3) $N_{III}=625,15$ кН, $M_{III}=13.8$ кН м; Усі епюри навантажень представленні у рисунках 2.2, 2.3 та 2.4.

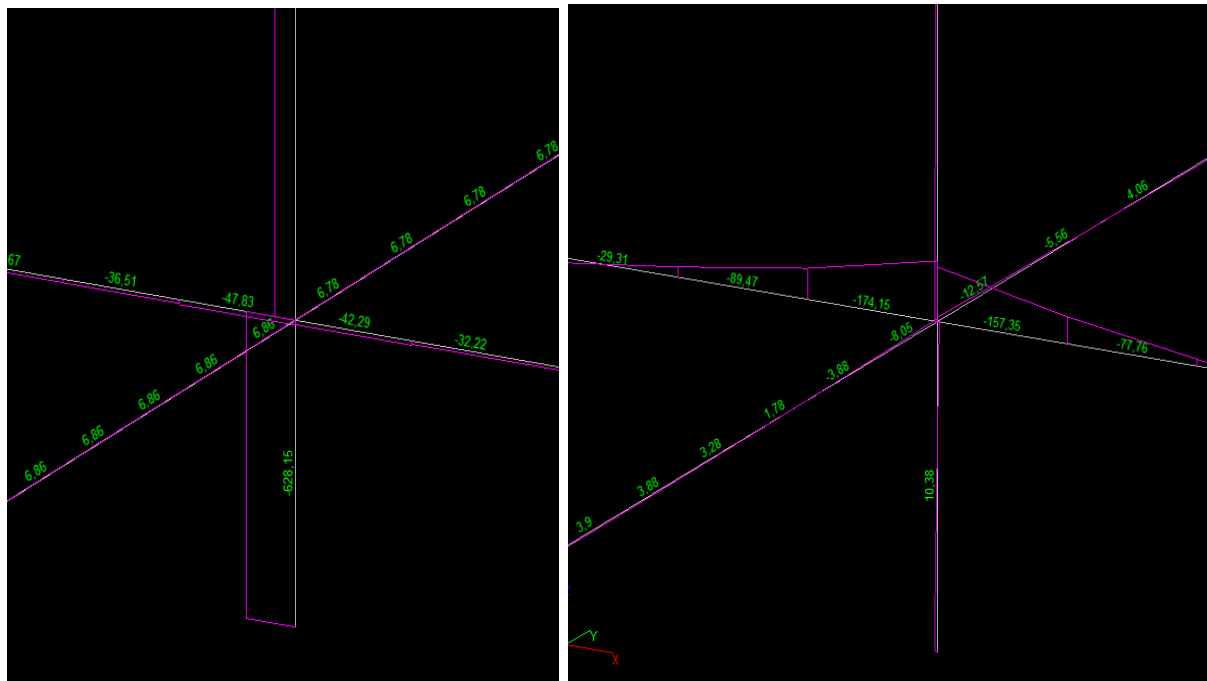


А

Б

Рисунок 2.2 – Навантаження N та M_z при навантаженні без вітру.

А-епюра повздовжніх сил, Б-епюра моментів



А

Б

Рисунок 2.3 – Навантаження N та M_y при навантаженні вітру по x.

А-епюра повздовжніх сил, Б-епюра моментів

$$R_1 = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,56 \cdot 1 \cdot 1,76 \cdot 20,84 + 3,24 \cdot 2 \cdot 21 + 5,84 \cdot 1) = 223,4 \text{ КН/м}^2$$

$$\gamma_{II} = \frac{2,8 \cdot 21 + 0,5 \cdot 20}{2,8 + 0,5} = 20,84 \text{ (кН/м}^3\text{)} \quad (2.12)$$

$$\gamma'_{II} = \frac{21 \cdot 2}{2} = 21 \text{ (кН/м}^3\text{)} \quad (2.13)$$

Для $\varphi_2 = 21$: $M_\gamma = 0,56$, $M_q = 3,24$, $M_c = 5,84$.

$$b_1 = \sqrt{\frac{0,63 \cdot 1000}{1,4 \cdot (223,4 - 20 \cdot 2 - 15)}} = 1,64$$

$$R_2 = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,56 \cdot 1 \cdot 1,64 \cdot 20,84 + 3,24 \cdot 2 \cdot 21 + 5,84 \cdot 1) = 221,5 \text{ КН/м}^2$$

$$R_3 = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,56 \cdot 1 \cdot 2,1 \cdot 20,84 + 3,24 \cdot 2 \cdot 21 + 5,84 \cdot 1) = 228,8 \text{ КН/м}^2$$

Приймаємо:

$$b = 2,1 \text{ м}, \quad R = 228,8 \text{ КН/м}^2, \quad l = 2,1 \text{ м}, \quad 1,2R = 1,2 \cdot 228,8 = 274,6 \text{ КН/м}^2$$

Перевірка крайових напруг, кПа:

$$P_{\max} = \frac{N}{b \cdot l} + \gamma_{mf} \cdot d + q + \frac{M}{W} \leq 1,2R \quad (2.14)$$

$$P_{\min} = \frac{N}{b \cdot l} + \gamma_{mf} \cdot d + q - \frac{M}{W} > 0 \quad (2.15)$$

$$P_{\text{cp}} = \frac{N}{b \cdot l} + \gamma_{mf} \cdot d + q \leq R. \quad (2.16)$$

Виконуємо перевірки за двома сполученням навантажень

$$W = \frac{2,1 \cdot 2,1^2}{6} = 1,54 \text{ м}^3 \quad (2.17)$$

$$P_{\max} = \frac{0,63 \cdot 1000}{2,1 \cdot 2,1} + 20 \cdot 2 + 15 + \frac{0,0138 \cdot 1000}{1,54} = 206,81 \text{ кПа} \leq 1,2R = 274,6 \text{ кПа}$$

$$P_{\min} = \frac{0,63 \cdot 1000}{2,1 \cdot 2,1} + 20 \cdot 2 + 15 - \frac{0,0138 \cdot 1000}{1,54} = 188,9 \text{ кПа} > 0 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{cp}} = \frac{0,63 \cdot 1000}{2,1 \cdot 2,1} + 20 \cdot 2 + 15 = 197,9 \text{ кПа} \leq R = 228,8 \text{ кПа}$$

$$P_{\min} = 188,9 \text{ кПа}, \quad P_{\text{cp}} = 197,9 \text{ кПа}, \quad P_{\max} = 206,81 \text{ кПа}$$

2.1.8 Напруження від власної ваги ґрунту

$$\gamma = \rho \cdot 10 \text{ (кН/м}^2\text{)}$$

$$\sigma_{zg,1} = \gamma_1 \cdot h_1 = 2,10 \cdot 10 \cdot 2,8 = 58,8 \text{ кН/м}^2, \quad (2.18)$$

$$\sigma_{zg,2} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 = 2,1 \cdot 10 \cdot 2,8 + 2,0 \cdot 10 \cdot 0,5 = 98,8 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg,3} = \sigma_{zg,2} + \gamma_3 \cdot h_3 = 98,8 + 2,02 \cdot 10 \cdot 1,0 = 119 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg,4} = \sigma_{zg,3} + \gamma_4 \cdot h_4 = 119 + 2,06 \cdot 10 \cdot 1,7 = 154,02 \text{ кН/м}^2$$

2.1.9 Визначення осідання фундаменту методом пошарового підсумовування

Умовою прийнятності даного методу є дотримання вимоги: середній тиск під подошвою фундаменту p_{cp} не повинен перевищувати розрахункового опору R .

$$p = \frac{N}{b \cdot l} + \gamma_{fm} \cdot d + q = \frac{628,17}{2,1 \cdot 2,1} + 20 \cdot 2 + 15 = 197,44 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} < 228,8 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Визначаємо напругу від власної ваги ґрунту на рівні подошви фундаменту, кПа:

$$\Sigma g_0 = 10 \cdot \rho \cdot d = 10 \cdot 2,1 \cdot 2 = 42 \text{ кН/м}^2, \quad (2.19)$$

Ґрунтову товщу під фундаментом ділимо на елементарні шари товщиною h , але не більше 1 м: $h \leq 0,4b = 0,4 \cdot 2,1 = 0,8$ м.

Відстань від подошви фундаменту до кожного з елементарних шарів $z_i = n \cdot h$, де $n = 1, 2, 3$ і т.д.

Будуємо епюру вертикальних напружень від власної ваги ґрунту

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i \quad (2.20)$$

де γ_i – питома вага i -ого шару ґрунту, h_i – потужність i -ого шару ґрунту.

Будуємо епюру додаткових напруг від зовнішнього навантаження на глибині z рисунок 2.5, де p – середній тиск під подошвою фундаменту, α – коефіцієнт загасання

напруг в залежності від відносної глибини $\zeta = \frac{2 \cdot z}{b}$ (2.21) і співвідношення сторін

фундаменту $\eta = l/b$. Коефіцієнт α визначається за таблицею Д.1, ДБН В.2.1-10-2009 [28]. Якщо необхідно, то коефіцієнт α визначаємо з урахуванням інтерполяції між значеннями для η_1 і η_2 .

Нижню межу стисливої товщі основи приймаємо на глибині $z = H_c$, де виконується умова $\sigma_{zp} = \sigma_{zg}$, где $k = 0,2$, $\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i$.

Будуємо епюру вертикальних напружень від власної ваги ґрунту рисунок 2.5, знятого в котловані до рівня підосви фундаменту, на глибині z : $\sigma_{z\gamma} = \alpha_k \cdot \sigma'_{zg,0}$, де α_k знаходиться за таблицею Д.1 [28] і залежить від співвідношень $\zeta = \frac{2 \cdot z}{B_k}$ та $\eta = 1/b$, де

B_k – ширина котловану;

$\sigma'_{zg,0}$ – вертикальне напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану на рівні підосви фундаменту і рівне $\sigma'_{zg,0} = \gamma_{gp} \cdot d_n$ де d_n – глибина закладення фундаменту щодо рівня природного рельєфу.

Визначаємо загальну осадку як суму осадок окремих елементарних шарів за формулою, м:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{z\gamma,i}) \cdot h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z\gamma,i} \cdot h_i}{E_{c,i}}, \quad (2.22)$$

де β – безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,8;

E_i – модуль деформації i -го шару ґрунту за гілкою первинного завантаження, кПа,

$E_{c,i}$ – модуль деформації i -го шару ґрунту за гілкою вторинного завантаження (модуль пружності).

$$\sigma_{zp,i} = \frac{\sigma_{zi} + \sigma_{z,i+1}}{2}, \quad (2.23)$$

$h_i = h$ – товщина елементарного шару, м;

n – кількість шарів в межах стисливої товщі H_c .

Обчислення зручніше вести в табличній формі, наведеній в таблиці 2.5

№ шару	№ точ-ки	H,м	Z,м	$\zeta = \frac{2 \cdot z}{b}$	α	$\sigma_{zp} = \alpha \cdot p$ кПа	$\sigma_{zp,ср}$	$\zeta_{\kappa} = \frac{2 \cdot z}{B_{\kappa}}$	α_{κ}	$\sigma_{z\gamma} = \alpha_{\kappa} \cdot \sigma'_{zg,п}$ кПа	$\sigma_{z\gamma,ср}$	Ei, кПа	$0,8 \cdot \frac{(\sigma_{zp,i,ср} - \sigma_{z\gamma,i,ср}) \cdot h_i}{E_i}$
Середня колона													
1	1	0,4	0,4	0,381	0,96 2	189,937	193,689	1,381	0,53 5	22,470	32,235	14500	0,00356
1	2	0,4	0,8	0,762	0,81 5	160,914	175,425	1,762	0,40 3	16,926	19,698	14500	0,00344
2	3	0,5	1,2	1,143	0,63 4	125,177	143,045	2,143	0,30 8	12,936	14,931	18000	0,00285
3	4	0,8	1,7	1,619	0,44 4	87,663	106,420	2,619	0,22 6	9,492	11,214	16000	0,00381
3	5	0,2	2,5	2,381	0,26 1	51,532	69,598	3,381	0,14 7	6,174	7,833	16000	0,00062
4	6	0,8	2,7	2,571	0,23 3	44,255	47,894	3,571	0,13 3	2,989	4,581	15000	0,00185
4	7	0,8	3,5	3,333	0,15 0	24,137	34,196	4,333	0,09 3	1,574	2,281	15000	0,00136
4	8	0,1	4,3	4,095	0,10 4	13,018	18,578	5,095	0,06 9	0,893	1,233	15000	0,00009

Таблица 2.5 Розрахунок осідання фундаменту

$$\sum S = 0,01427\text{м}$$

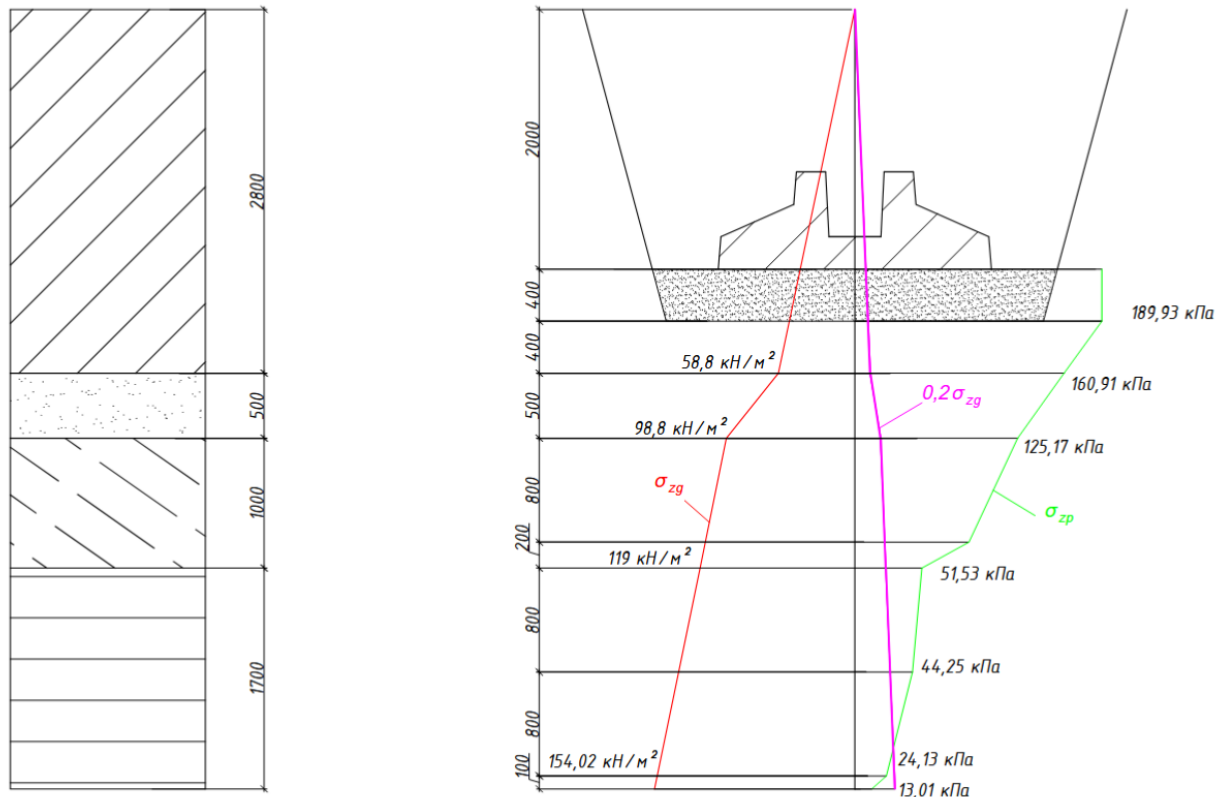


Рисунок 2.5 - Эпюра напружень додаткових напруг від зовнішнього навантаження та вертикальних напружень від власної ваги ґрунту

2.1.10 Перевірка підстиляючого шару ґрунту та коригування розмірів підшови фундаменту для середніх колон

Для цього знаходимо:

$$A_z = \frac{N + G_f}{\sigma_{zp}} = \frac{628,17 + 242,6}{161,16} = 5,4 \text{ м}^2, \quad (2.24)$$

$$G_f = b \cdot l \cdot (\gamma_{mf} \cdot d + q) = 2,1 \cdot 2,1 \cdot (20 \cdot 2 + 15) = 242,6 \text{ кН}, \quad (2.25)$$

σ_{zp} – додаткову напругу на глибині від навантаження на фундамент.

$$\sigma_{zp} = a \cdot P, \quad (2.26)$$

$$p = \frac{N}{b \cdot l} + \gamma_{fm} \cdot d + q = \frac{628,17}{2,1 \cdot 2,1} + 20 \cdot 2 + 15 = 197,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$$Z=0,8\text{м} \quad \xi = \frac{2 \cdot 0,8}{2,1} = 0,76 \quad a=0,816$$

$$\sigma_{zp} = 0,816 \cdot 197,5 = 161,16 \text{ кПа}$$

Далі знаходимо:

$$b_z = \sqrt{A_z} = \sqrt{5,4} = 2,32\text{м}$$

$$R_z = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{cr}}{k} \cdot (M_y \cdot k_z \cdot b_z \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot (d + h_s) \cdot \gamma_{II} + M_c \cdot c), \quad (2.27)$$

$$k = k_z = 1 \quad d_b = 0,$$

$$\gamma_{c1} = 1,25, \quad \gamma_{c2} = 1,1 \quad c = 1 \text{ кПа}$$

$$\text{Для } \varphi_2 = 21^\circ,$$

$$M_\gamma = 0,56,$$

$$M_q = 3,24,$$

$$M_c = 5,84$$

$$\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_{II} = \frac{2,8 \cdot 21 + 0,5 \cdot 20}{2,8 + 0,5} = 20,84 \text{ (кН/м}^3\text{)},$$

$$\begin{aligned} R_z &= \frac{1,25 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,56 \cdot 1 \cdot 2,32 \cdot 20,84 + 3,24 \cdot (2 + 0,8) \cdot 20,84 + 5,84 \cdot 1) \\ &= 305,2 \text{ кПа} \end{aligned}$$

Перевіряємо умову:

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zg} < R_z$$

σ_{zg} - напруга від власної ваги ґрунту на глибині z

$$\sigma_{zg,2} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 = 2,1 \cdot 10 \cdot 2,8 + 2,0 \cdot 10 \cdot 0,5 = 98,8 \text{ кН/м}^2$$

$$161,16 + 98,8 = 259,96 \text{ кН/м}^2 < 305,2 \text{ кН/м}^2$$

Остаточно приймаємо: $b = 2,1 \text{ м}$, $l = 2,1 \text{ м}$

2.1.11 Конструювання фундаменту

Приймаємо розміри підколонника:

$$l_u = 900; \quad b_u = 900.$$

Сумарні виноси ступенів плитний частини будуть:

$$\sum C_l = \frac{l - l_u}{2} = \frac{2,1 - 0,9}{2} = 0,6\text{м}; \quad (2.27) \quad \sum C_b = \frac{b - b_u}{2} = \frac{2,1 - 0,9}{2} = 0,6 \quad (2.28)$$

Висота плитний частини: $= \frac{(1-l_u)}{4} = \frac{(2.1-0.9)}{4} = 0.3\text{м.}$

Приймаємо плитну частину в одну ступень товщиною $h = 0,5\text{ м.}$

Креслення та розміри фундаментів на рисунку 2.6

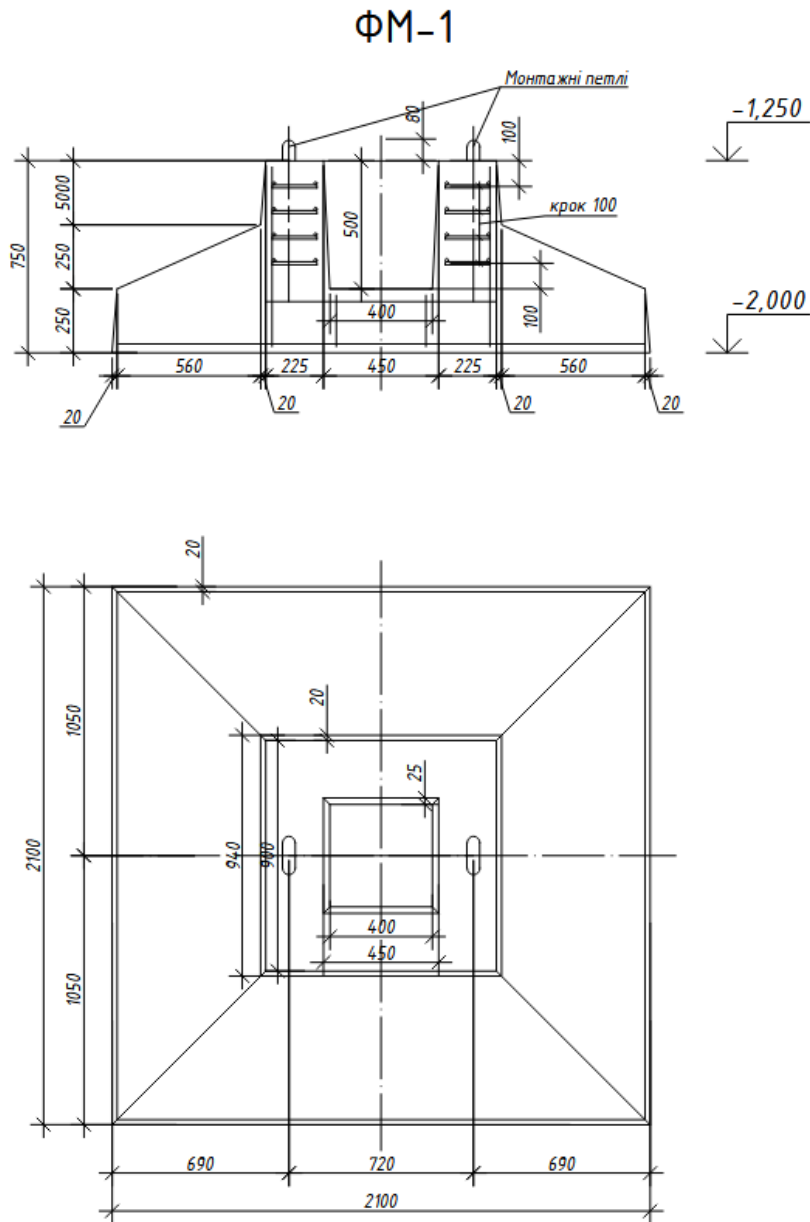


Рисунок 2.6 – Фундаменти

2.1.12 Розрахунок фундаменту на продавлювання

Для підколонника середніх колон.

$$\text{Продавлююча сила дорівнює: } F_{\text{пр}} = A_n \cdot p_{\text{max}}, \quad (2.29)$$

При цьому
$$p'_{\max} = \frac{N^P}{A} + \frac{M^P}{W} = \frac{628,17 \cdot 1,2}{2,1 \cdot 2,1} + \frac{13,8 \cdot 1,2}{1,54} = 181,68 \text{ кПа} < 274,6 \text{ кПа} \quad (2.30)$$

де N^P, M^P – розрахункові значення поздовжньої сили і моменту відповідно.

$$u_{m1} = \frac{b_1 + 2h_{01} + b_1}{2} = b_1 + h_{01} = 0,9 + 0,465 = 1,365 \text{ м} \quad (2.31)$$

Площа, з якої збирається навантаження для визначення сили опору продавлювання (площа продавлювання), м^2 :

$$A_1 = b(c_1 - h_{01}) - \frac{(c'_1 - h_{01})^2}{2} = 2,1(0,6 - 0,465) - \frac{(0,6 - 0,465)^2}{2} = 0,265 \text{ м}^2 \quad (2.32)$$

Порівнюємо:

$$A_1 p'_{\max} = 0,265 \cdot 181,68 = 48,14 \text{ кН} \leq f_{ctd} b_{m1} h_{01} = 800 \cdot 1,365 \cdot 0,465 = 507,78 \text{ кН}$$

2.1.13 Армування фундаменту

$$W = \frac{2,1 \cdot 2,1^2}{6} = 1,54 \text{ м}^3 \quad (2.33)$$

$$P_{\max} = \frac{0,63 \cdot 1000}{2,1 \cdot 2,1} + 20 \cdot 2 + 15 + \frac{0,0138 \cdot 1000}{1,54} = 206,81 \text{ кПа} \leq 1,2R = 274,6 \text{ кПа}$$

$$P_{\min} = \frac{0,63 \cdot 1000}{2,1 \cdot 2,1} + 20 \cdot 2 + 15 - \frac{0,0138 \cdot 1000}{1,54} = 188,9 \text{ кПа} > 0 \text{ кПа}$$

$$P_{cp} = \frac{0,63 \cdot 1000}{2,1 \cdot 2,1} + 20 \cdot 2 + 15 = 197,9 \text{ кПа} \leq R = 228,8 \text{ кПа}$$

Армування здійснюється за результатами розрахунку нормальних перетинів на дію згинального моменту, у першому уступі наступним чином:

$$M_{I-I} = \frac{p_{c1} b \cdot c_1^2}{2} + \frac{(p'_{\max} - p_{c1}) \cdot c_1^2 b}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{201,8 \cdot 2,1 \cdot 0,6^2}{2} + \frac{(206,81 - 201,8) \cdot 0,6^2 \cdot 2,1}{2} \cdot \frac{2}{3} = 76,8 \text{ кНм} \quad (2.34)$$

де p'_{\max} - розрахункове максимальне тиск під подошвою фундаменту;

p_{c1} - розрахунковий тиск під подошвою фундаменту в перерізі I - I;

$$p_{c1} = p_{cp} + \frac{p_{\max} - p_{cp}}{l/2} \left(\frac{l}{2} - c_1 \right) = 197,9 + \frac{206,81 - 197,9}{1,05} (1,05 - 0,6) = 201,8 \text{ кН/м}^2 \quad (2.35)$$

b - ширина подошви фундаменту;

c_1 - виліт першого уступу відносно підколонника.

Перетин робочої арматури на всю ширину фундаменту обчислюють так:

$$A_{sI} = \frac{M_{I-I}}{0,9h_{01}R_s} = \frac{76,8}{0,9 \cdot 0,465 \cdot 365000} = 0,00050 \text{ м}^2 \quad (2.36)$$

де R_s - розрахунковий опір арматури розтягуванню.

Приймаємо крок арматури $S=200$ мм

Приймаємо максимальну площу арматури.

Необхідна кількість стрижнів:

$$n = \frac{b}{S} + 1 = \frac{2,1}{0,2} + 1 = 11 \text{ штук} \quad (2.37)$$

$$\text{Площа одного стрижня } A_{1\text{ст}} = \frac{A_{sI}}{n} = \frac{0,0005}{12} = 0,0000416 \text{ м}^2 \quad (2.38)$$

де S - крок арматури.

$$\text{Діаметр стрижня } d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{1\text{ст}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0000416}{3,14}} = 0,0072 \text{ м} = 7,2 \text{ мм} \quad (2.39)$$

Остаточню приймаємо 12Ø12A400С

Армування також потрібно розраховувати і вздовж другого напрямку фундаменту:

$$M'_{III-III} = \frac{p'_{\text{cp}} l \cdot (c_1')^2}{2} = \frac{197,9 \cdot 2,1 \cdot 0,6^2}{2} = 74,8 \text{ кНм} \quad (2.40)$$

де c_1' та c_2' - виліт уступів фундаменту з боку b ;

p'_{cp} - розрахунковий середній тиск під подошвою фундаменту.

Перетин робочої арматури на всю ширину фундаменту обчислюють так:

$$A_{sIII} = \frac{74,8}{0,9 \cdot 0,465 \cdot 365000} = 0,0005$$

Приймаємо крок арматури $S=200$ мм

Приймаємо максимальну площу арматури.

Необхідна кількість стрижнів:

$$m = \frac{l}{S} + 1 = \frac{2,1}{0,2} + 1 = 12 \text{ штук}$$

$$\text{Площа одного стрижня } A_{1\text{ст}} = \frac{A_{sl}}{m} = \frac{0.0005}{12} = 0.0000416 \text{ м}^2$$

де S - крок арматури.

$$\text{Діаметр стрижня } d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{1\text{ст}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0000416}{3.14}} = 0.0072 \text{ м} = 7,2 \text{ мм}$$

Остаточно приймаємо 12Ø12A400C

Креслення сітки на рисунку 2.7

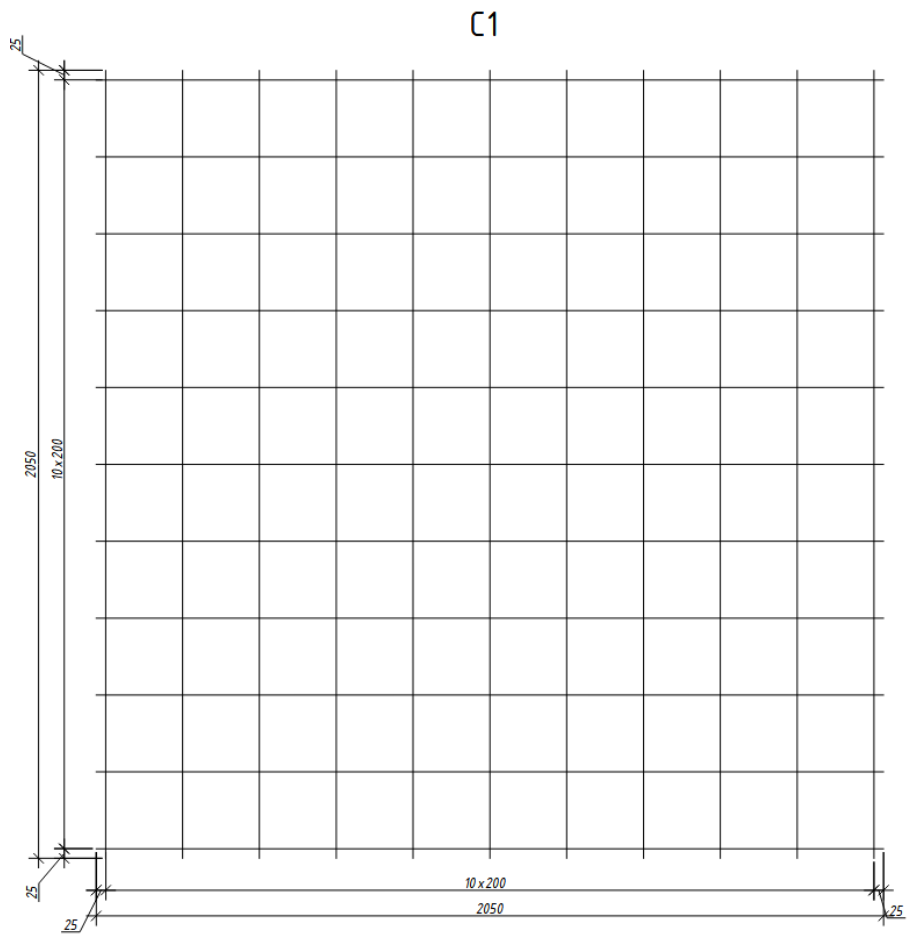


Рисунок 2.7 - Армвання ступені колон

Армування підколонника

$$e_x = \frac{13,8}{625,15} = 0.022 < \frac{l_c}{2} = \frac{0,4}{2} = 0.2 \text{ м}, \quad (2.41)$$

$$M'_{kx} = 0.3 \cdot 13,8 = 4,14 \text{ кНм}$$

$$A_{sx} = \frac{M'_{kx}}{f_{yd} \cdot \sum_1^n Z_i} = \frac{4,14}{365000 \cdot (0,1 + 0,2 + 0,3 + 0,4)} = 0,0000113 \text{ м}^2, \quad (2.42)$$

$$A_{sx1,1ct} = \frac{A_{sx}}{n} = \frac{0,0000113}{4} = 0,0000028 \text{ м}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0000028}{3.14}} = 0.0019 = 1,9 \text{ мм}$$

Приймаємо арматуру $\emptyset 12$

2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту

2.2.1 Вихідні данні

Розрахунок колони загальною висотою колони: $H = 4700 \text{ мм}$

Прив'язку приймаю 0 мм та $\lambda=150$ тому ,що : Таке рішення обумовлене особливостями зведення будівлі за збірно-монолітною системою.

У даній конструктивній схемі спірання елементів перекриття та ригелів на колони здійснюється через спеціальні монтажні пристрої – кондуктори рисунок 2.8 . Кондуктор являє собою тимчасову металеву конструкцію, виконану з кутиків, яка забезпечує фіксацію та точне положення елементів під час монтажу.

Після встановлення збірних елементів і виконання замонолічування ригелів кондуктори демонтуються, а навантаження повністю передається на монолітні вузли з'єднання. Завдяки такій технології забезпечується точність монтажу, просторову жорсткість каркасу та ефективна робота конструктивної системи будівлі [9, 12].

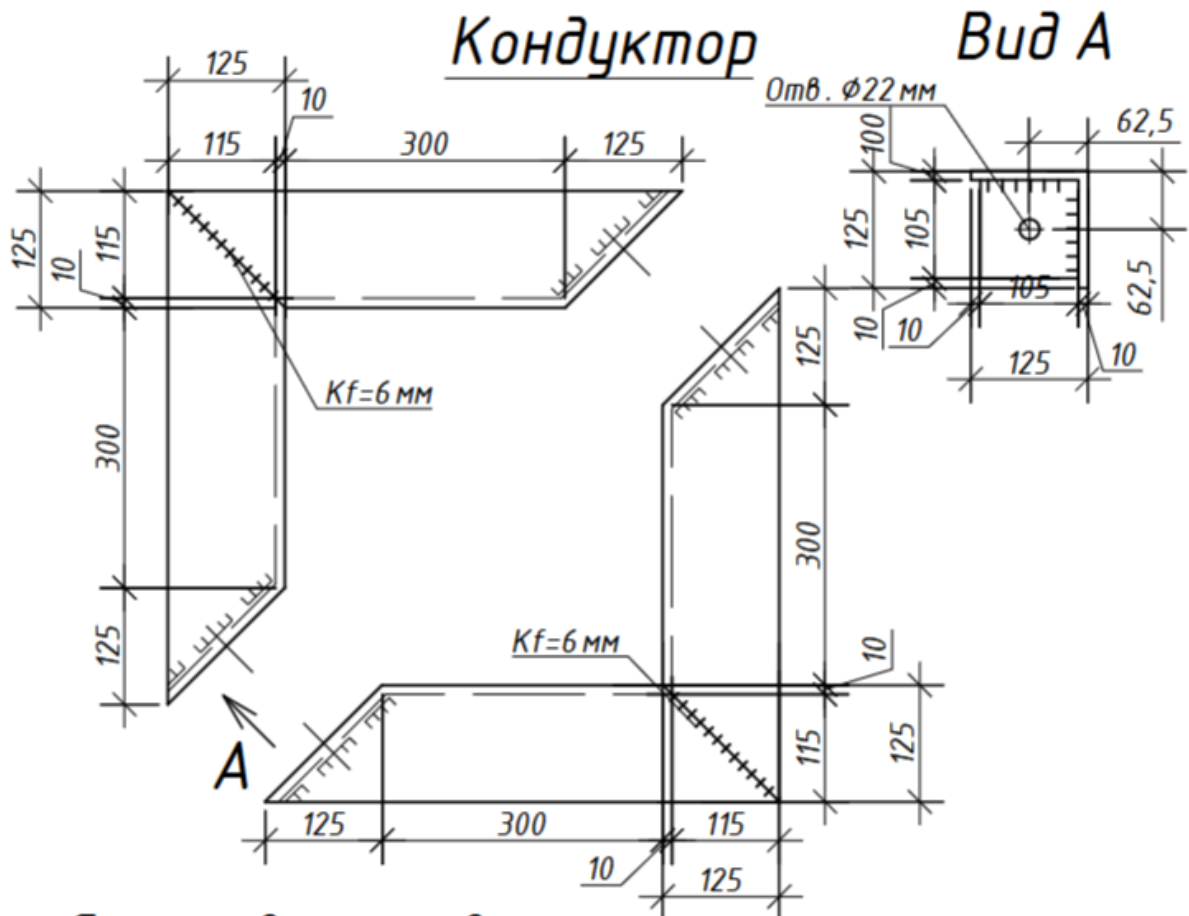


Рисунок 2.8 – Тимчасовий кондуктор

Конструктивне армування колони має ряд особливостей, зумовлених застосуванням збірно-монолітної системи будівництва. Зокрема, у нижній частині колони передбачена ділянка без захисного шару бетону, яка розташована на відстані 0,88 м від низу колони та має протяжність 0,62 м.

Крім того, у верхній частині колони передбачені збільшені випуски арматури. Такі конструктивні рішення прийняті з метою забезпечення надійного з'єднання колони з монолітним поясом (ригелем) після монтажу збірних елементів ярусу.

Наявність відкритої арматури та випусків дозволяє виконати якісне замонолічування вузла, забезпечити спільну роботу збірних і монолітних елементів, а також підвищити жорсткість і просторову стійкість каркасу будівлі.

Таким чином, зазначені заходи спрямовані на формування надійного конструктивного вузла та ефективну передачу зусиль між елементами.

Розташування колон представлено на рис. 2.9

Розташування колон у фундаменті на рис. 2.10

Розмір перерізів крайніх колон $b=300\text{мм}$, $h=300\text{мм}$.

Розмір перерізів середніх колон $b=300\text{мм}$, $h=300\text{мм}$.

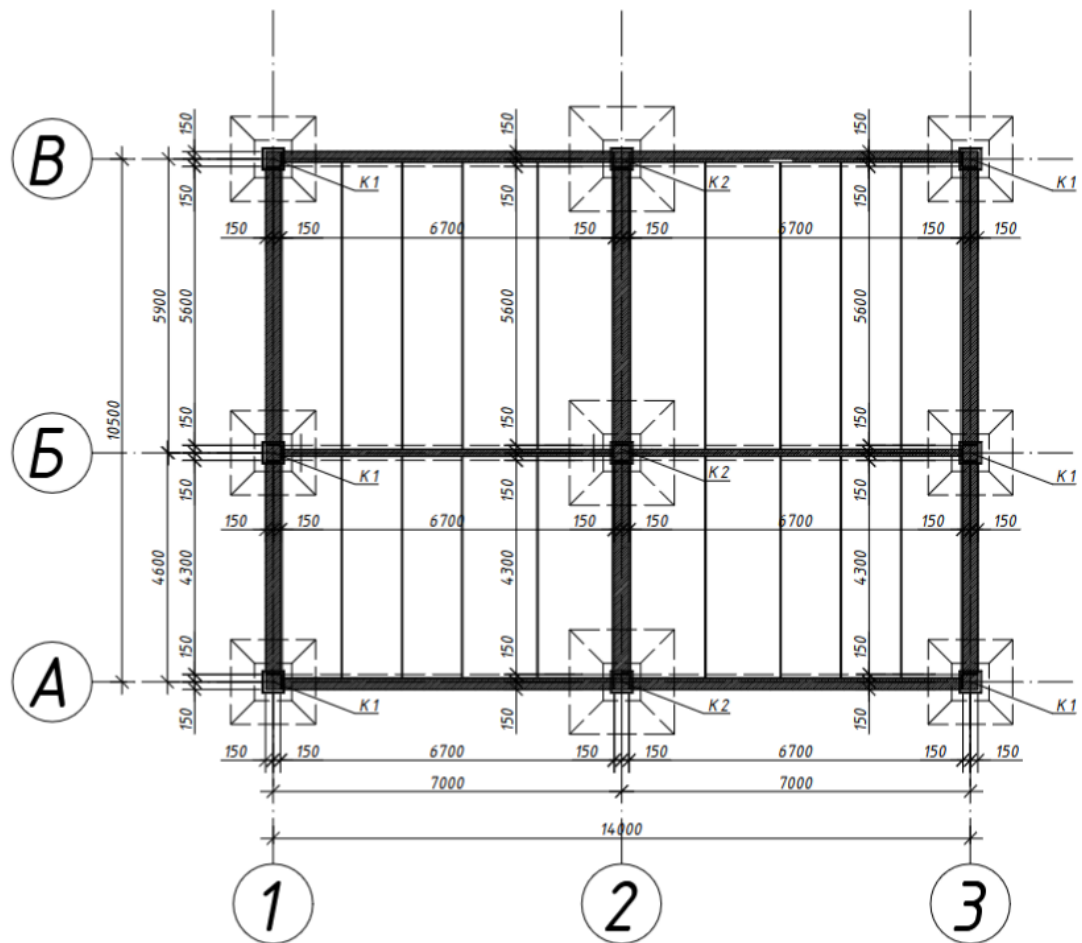


Рисунок 2.9 – План розташування конструктивних елементів

Колона К 1, К 2

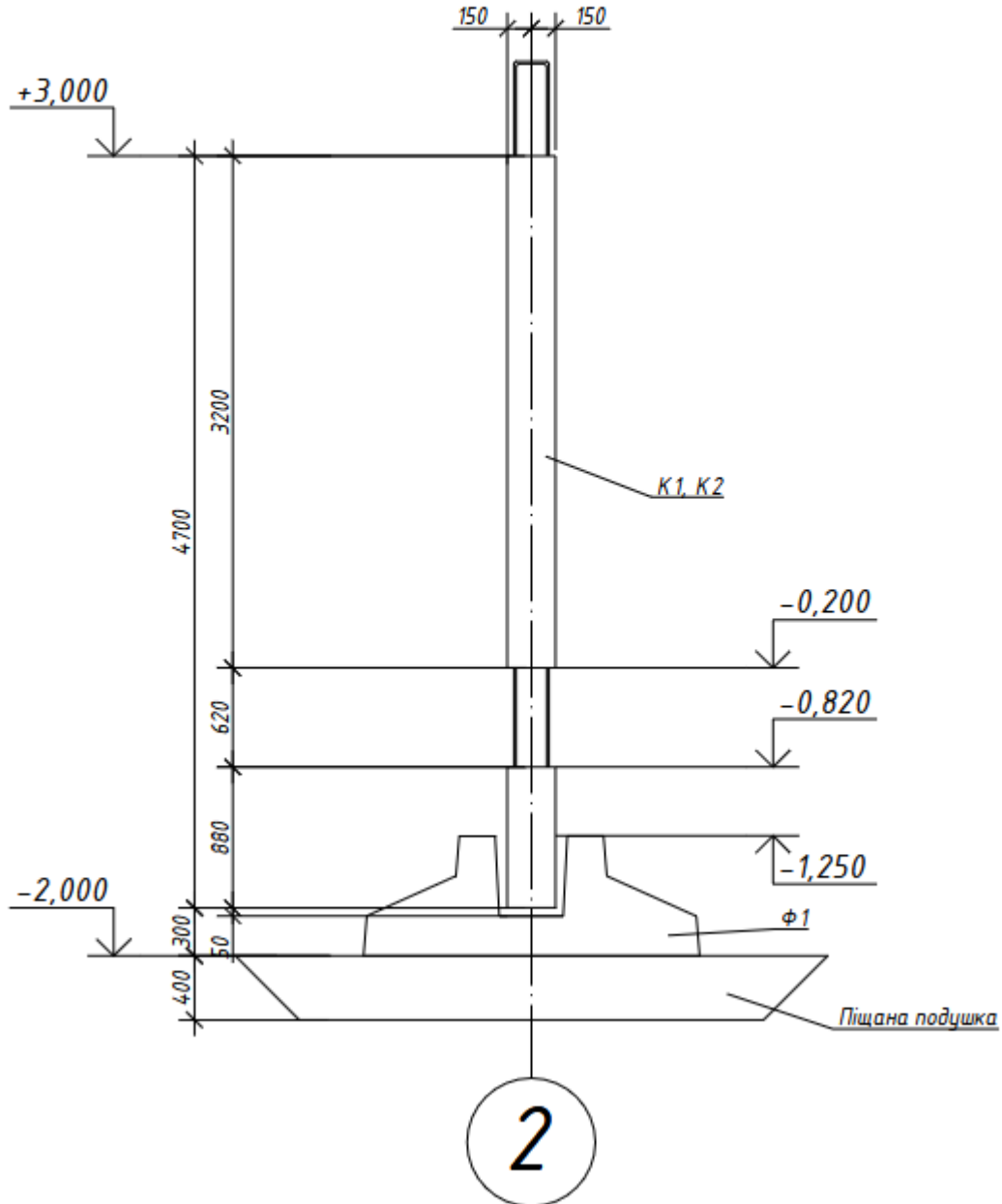


Рисунок 2.10 – Схема розташування колони у фундаменті

2.2.2 Визначення навантажень на колону надземної частини

Навантаження на колону приймаються за результатами розрахунку просторової моделі будівлі, виконаного у програмному комплексі SCAD [29].

Розрахунок дозволяє врахувати спільну роботу всіх елементів каркасу та отримати найбільш достовірні значення зусиль.

Із отриманого набору розрахункових комбінацій навантажень для подальшого проєктування обираються найбільш не вигідні. Зокрема, приймаються дві визначальні комбінації:

комбінація з максимальним поздовжнім зусиллям (N) із відповідним значенням згинального моменту (M) рисунок 2.11 ;

комбінація з максимальним згинальним моментом (M) із відповідним значенням поздовжньої сили (N) рисунок 2.12 .

Такий підхід дозволяє врахувати найбільш несприятливі умови роботи колони як на стиск, так і на позacentровий стиск, що забезпечує надійність та безпеку конструкції при експлуатації.

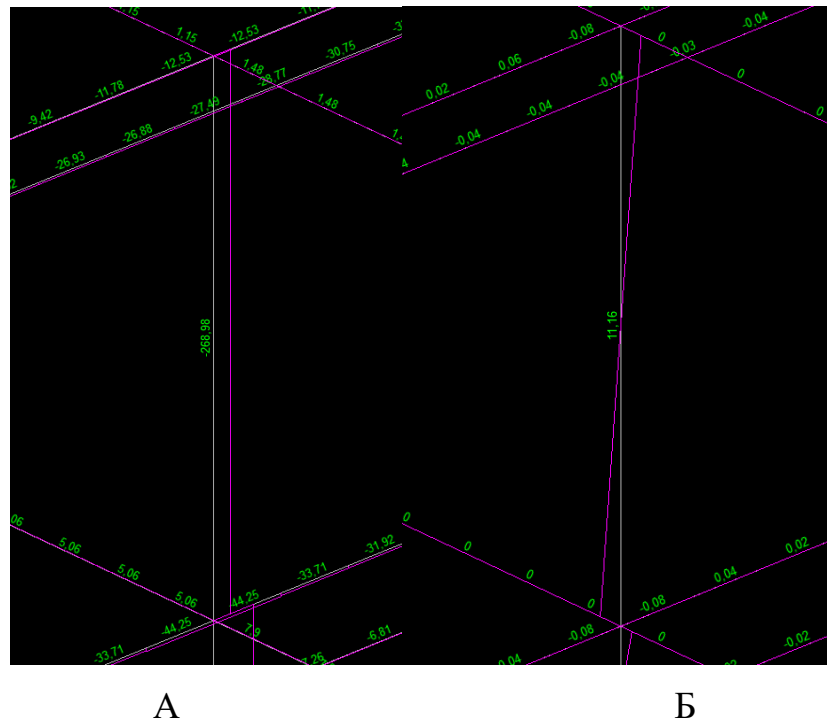


Рисунок 2.11 – Комбінація навантаження 1 N та Mz при навантаженні з напрямком вітру від осі А до осі В

А-епюра поздовжніх сил, Б-епюра моментів

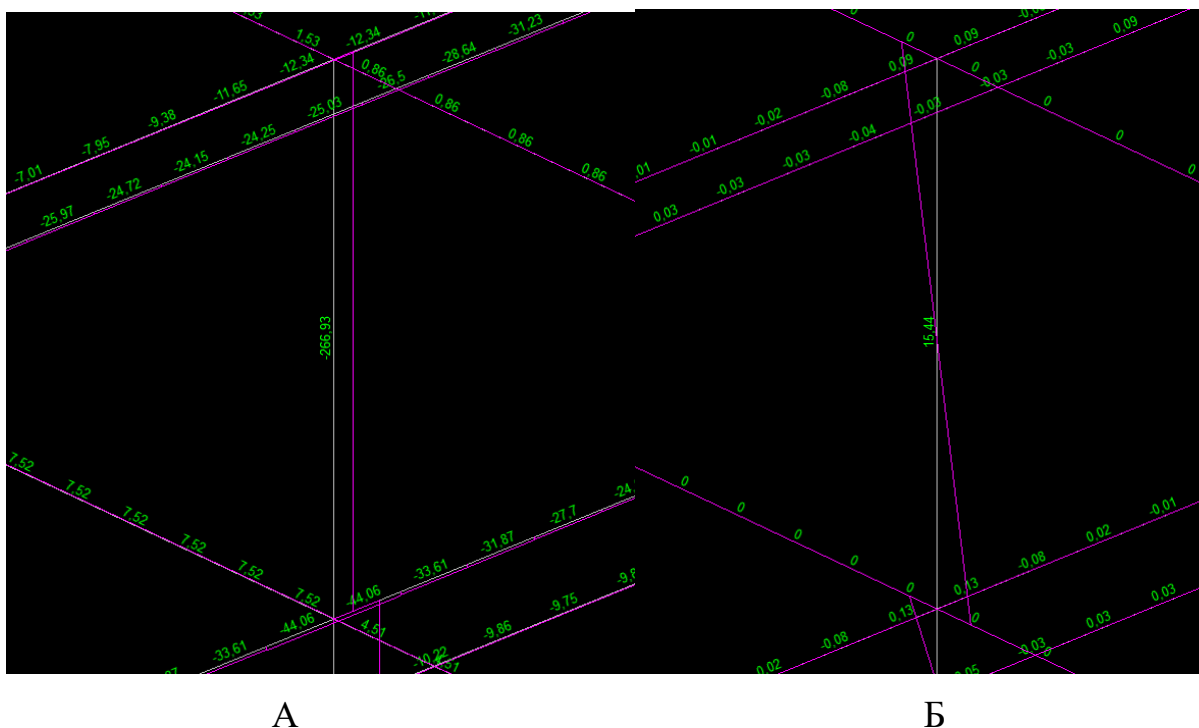


Рисунок 2.12 – Комбінація навантаження $2 N$ та M_z при навантаженні з напрямком вітру від осі В до осі А
А-епюра повздовжніх сил, Б-епюра моментів

2.2.3 Проектування колон

Колонна має квадратний переріз $b \cdot h = 30 \times 30$ см.

Характеристика матеріалів:

Бетон класу С20/25 ($f_{cd} = 14.5$ МПа, $E_{cm} = 30000$ МПа, $E_{cd} = 23000$ МПа, $\varphi_{ef} = 2.0$); поздовжня арматура класу А400С ($f_{yd} = 365$ МПа, $E_s = 2,1 \cdot 10^5$ МПа).

2.2.4 Розрахунок міцності 1 комбінація

З усіх імовірних комбінацій зусиль найбільш невідгідна (із статичного розрахунку):

$$M_z = 11,16 \text{ кНм}; N = 268,98 \text{ кН};$$

Розрахункова довжина колони

$$L = 4,7 \text{ м} = 470 \text{ см}$$

У якості ексцентриситету враховуємо випадковий ексцентриситет який дорівнює $\frac{1}{30}$ від ширини колони $e_{01} = \frac{b}{30} = \frac{0,3}{30} = 0,01\text{м} = 1\text{см}$ (2.43)

Радіус інерції перерізу $i = 0,289 b = 0,289 \cdot 30 = 8,67\text{ см.}$ (2.44)

Гнучкість $\lambda_i = \frac{l_0}{i} = \frac{470}{8,67} = 54,2$ (2.45)

Відносне поздовжнє зусилля

$$n = N / A_c f_{cd} = \frac{268,98}{900 \cdot 1,45} = 0,20 \text{ кН} \quad (2.46)$$

гранична гнучкість $\lambda_{lim} = 20 \text{ ABC} / \sqrt{n}$, (2.47)

де $A = \frac{1}{(1+0,2 \cdot \varphi_{ef})} = \frac{1}{(1+0,2 \cdot 2)} = 0,71$; (2.48)

$B = 1,1$;

$C = 1,7 - r_m$, де для розкріплених елементів - $r_m = 1$; $C = 0,7$;

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot \frac{0,71 \cdot 1,1 \cdot 0,7}{\sqrt{0,2}} = 24,45 < \lambda_i = 54,2$$

тому слід врахувати ефекти другого порядку.

Жорсткість перерізу при прийнятому коефіцієнті армування $\rho = 0.01$

$$EI = K_c E_{cd} I_c + 0.01 E_s A_c (0.5h - a)^2, \quad (2.49)$$

де :

$$K_c = \frac{0,3}{(1+0,5 \cdot \varphi_{ef})} = \frac{0,3}{(1+0,5 \cdot 2)} = 0,71 \quad (2.50)$$

$$EI = 0,71 \cdot 2300 \cdot \frac{30 \cdot 30^3}{12} + 0,01 \cdot 21000 \cdot 30 \cdot 30 \cdot (0,5 \cdot 30 - 4)^2 = 1,33 \cdot 10^8 \text{ кНсм}^2$$

Критична сила

$$N_B = \frac{\pi^2 EI}{l^2} = \frac{3,14^2 \cdot 1,33 \cdot 10^8}{470^2} = 5942,32 \text{ кН}, \quad (2.51)$$

З урахуванням ефектів другого порядку розрахунковий ексцентриситет збільшується в η разів:

$$\eta = 1 + \frac{\beta}{\left(\frac{N_B}{N} - 1\right)} \quad (2.52)$$

При постійному згинальному моменті $\beta = \frac{\pi^2}{8} = \frac{3,14^2}{8} = 1,232$ (2.53)

$$\eta = 1 + \frac{1,232}{\left(\frac{5942,32}{268,98} - 1\right)} = 1,058$$

$$\text{Розрахунковий ексцентриситет } e_0 = e_{01} \cdot \eta = 0,01 \cdot 1,058 = 0,0106 \text{ м} \quad (2.54)$$

Відстань ядрової точки від центру ваги перерізу $r = h / 6 = 30 / 6 = 5 \text{ см}$

$e_0 < r$ тоді рахуємо по першій формі рівноваги. Армування найчастіше приймаємо симетричним при більшому A_s та A_s^1 .

Розрахунок армування виконуємо в наступному порядку:

1) Визначаємо вихідні дані:

$$a = 4 \text{ см}; d = h - a = 30 - 4 = 26 \text{ см}; dI = a = 4 \text{ см};$$

ексцентриситет відносно розтягнутої арматури

$$e = e_0 + 0,5h - a = 1 + 15 - 4 = 12$$

$$\varepsilon_{c(2)} = \varepsilon_{cu(3)} \left(1 - \frac{e_0}{r}\right) = 0,0031 \left(1 - \frac{1}{5}\right) = 0,00248, \quad (2.55)$$

$$r = \frac{1}{6}h = \frac{1}{6}30 = 5 \text{ см}, \quad (2.56)$$

$$\text{При } \varepsilon_{c(2)} = 0,00248 < \varepsilon_{cu(3)} = 0,0031$$

2) Армування визначаємо за формулами:

$$A_s' = \frac{N_e \cdot e - f_{cd}bh(0,5h - a)}{f_{yd}(d - d')}, \quad (2.57)$$

$$A_s = \frac{N_e - f_{cd}bh - f_{yd}A_s'}{f_{yd}}, \quad (2.58)$$

$$A_s' = \frac{268,98 \cdot 12 - 1,45 \cdot 30 \cdot 30(0,5 \cdot 30 - 4)}{36,5 \cdot (26 - 4)} < 0$$

Якщо $A_s' < 0$, то стиснута арматура не потрібна, а бетону забагато. В цьому випадку приймаємо $A_s' = 0$

Розтягнуту арматуру визначаємо за формулою:

$$A_s = \frac{268,98 - 1,45 \cdot 30 \cdot 30}{36,5} < 0$$

Якщо $A_s < 0$, то розтягнута арматура не потрібна, а бетону забагато.

3) Мінімальне армування:

$$A_{s \min} = \frac{0.1N}{f_{yd}} = \frac{0.1 \cdot 268,98}{36,5} = 0,73 \text{ см}^2, \quad (2.59)$$

$$A_{s \min} = 0,002A_c = 0,002 \cdot 30 \cdot 30 = 1,8 \text{ см}^2, \quad (2.60)$$

4) Максимальне армування:

$$A_{s \max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 30 \cdot 30 = 36 \text{ см}^2, \quad (2.61)$$

Приймаємо конструктивно $4\text{Ø}20 \text{ A}400\text{C}$ ($12,56 \text{ см}^2$).

Поперечну арматуру приймаємо конструктивно $\text{Ø}8\text{A}240$ з кроком 300 мм

2.2.5 Розрахунок міцності 2 комбінація

З усіх імовірних комбінацій зусиль найбільш не вигідна (із статичного розрахунку):

$$M_z = 15,44 \text{ кНм}; N = 266,93 \text{ кН};$$

Розрахункова довжина колони

$$L = 4,7\text{м} = 470 \text{ см}$$

У якості ексцентриситету враховуємо випадковий ексцентриситет який дорівнює $\frac{1}{30}$ від ширини колони $e_{01} = \frac{b}{30} = \frac{0,3}{30} = 0,01\text{м} = 1\text{см}$

$$\text{Радіус інерції перерізу } i = 0,289 b = 0,289 \cdot 30 = 8,67 \text{ см.}$$

$$\text{Гнучкість } \lambda_i = \frac{l_0}{i} = \frac{470}{8,67} = 54,2$$

Відносне поздовжнє зусилля

$$n = N / A_c f_{cd} = \frac{266,93}{900 \cdot 1,45} = 0,20 \text{ кН}$$

$$\text{гранична гнучкість } \lambda_{lim} = 20 \text{ ABC} / \sqrt{n},$$

$$\text{де } A = \frac{1}{(1+0,2 \cdot \varphi_{ef})} = \frac{1}{(1+0,2 \cdot 2)} = 0,71$$

$$B = 1,1 ;$$

$$C = 1,7 - r_m, \text{ де для розкріплених елементів - } r_m = 1 ; C = 0,7 ;$$

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot \frac{0,71 \cdot 1,1 \cdot 0,7}{\sqrt{0,2}} = 24,45 < \lambda_i = 54,2$$

тому слід врахувати ефекти другого порядку.

Жорсткість перерізу при прийнятому коефіцієнті армування $\rho = 0.01$

$$EI = K_c E_{cd} I_c + 0.01 E_s A_c (0.5h - a)^2,$$

де :

$$K_c = \frac{0,3}{(1+0,5 \cdot \varphi_{ef})} = \frac{0,3}{(1+0,5 \cdot 2)} = 0,71$$

$$EI = 0,71 \cdot 2300 \cdot \frac{30 \cdot 30^3}{12} + 0,01 \cdot 21000 \cdot 30 \cdot 30 \cdot (0,5 \cdot 30 - 4)^2 = 1,33 \cdot 10^8 \text{ кНсм}^2$$

Критична сила

$$N_B = \frac{\pi^2 EI}{l^2} = \frac{3,14^2 \cdot 1,33 \cdot 10^8}{470^2} = 5942,32 \text{ кН}$$

З урахуванням ефектів другого порядку розрахунковий ексцентриситет збільшується в η разів:

$$\eta = 1 + \frac{\beta}{\left(\frac{N_B}{N} - 1\right)}$$

При постійному згинальному моменті $\beta = \frac{\pi^2}{8} = \frac{3,14^2}{8} = 1,232$

$$\eta = 1 + \frac{1,232}{\left(\frac{5942,32}{266,93} - 1\right)} = 1,058$$

Розрахунковий ексцентриситет $e_0 = e_{01} \cdot \eta = 0,01 \cdot 1,058 = 0,0106 \text{ см}$

Відстань ядрової точки від центру ваги перерізу $r = h / 6 = 30 / 6 = 5 \text{ см}$

$e_0 < r$ тоді рахуємо по першій формі рівноваги. Армування найчастіше приймаємо симетричним при більшому A_s та A_s^1 .

Розрахунок армування виконуємо в наступному порядку:

1) Визначаємо вихідні дані:

$a = 4 \text{ см}; d = h - a = 30 - 4 = 26 \text{ см}; dI = a = 4 \text{ см};$

ексцентриситет відносно розтягнутої арматури

$$e = e_0 + 0.5h - a = 1 + 15 - 4 = 12$$

$$\varepsilon_{c(2)} = \varepsilon_{cu(3)} \left(1 - \frac{e_0}{r}\right) = 0,0031 \left(1 - \frac{1}{5}\right) = 0,00248$$

$$r = \frac{1}{6}h = \frac{1}{6}30 = 5\text{см}$$

При $\varepsilon_{c(2)} = 0,00248 < \varepsilon_{cu(3)} = 0,0031$

2) Армування визначаємо за формулами:

$$A'_s = \frac{N_e \cdot e - f_{cd}bh(0,5h - a)}{f_{yd}(d - d')}$$

$$A_s = \frac{N_e - f_{cd}bh - f_{yd}A'_s}{f_{yd}}$$

$$A'_s = \frac{266,93 \cdot 12 - 1,45 \cdot 30 \cdot 30(0,5 \cdot 30 - 4)}{36,5 \cdot (26 - 4)} < 0$$

Якщо $A'_s < 0$, то стиснута арматура не потрібна, а бетону забагато. В цьому випадку приймаємо $A'_s = 0$

Розтягнуту арматуру визначаємо за формулою:

$$A_s = \frac{266,93 - 1,45 \cdot 30 \cdot 30}{36,5} < 0$$

Якщо $A_s < 0$, то розтягнута арматура не потрібна, а бетону забагато.

3) Мінімальне армування:

$$A_{s \min} = \frac{0,1N}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 266,93}{36,5} = 0,73 \text{ см}^2$$

$$A_{s \min} = 0,002A_c = 0,002 \cdot 30 \cdot 30 = 1,8 \text{ см}^2$$

4) Максимальне армування:

$$A_{s \max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 30 \cdot 30 = 36 \text{ см}^2$$

Приймаємо конструктивно 4Ø20 A400C (12,56 см²).

Поперечну арматуру приймаємо конструктивно Ø8A240 з кроком 300 мм

Згідно розрахунків армуємо колону (рис. 2.13).

Колонна К-2. Армцання

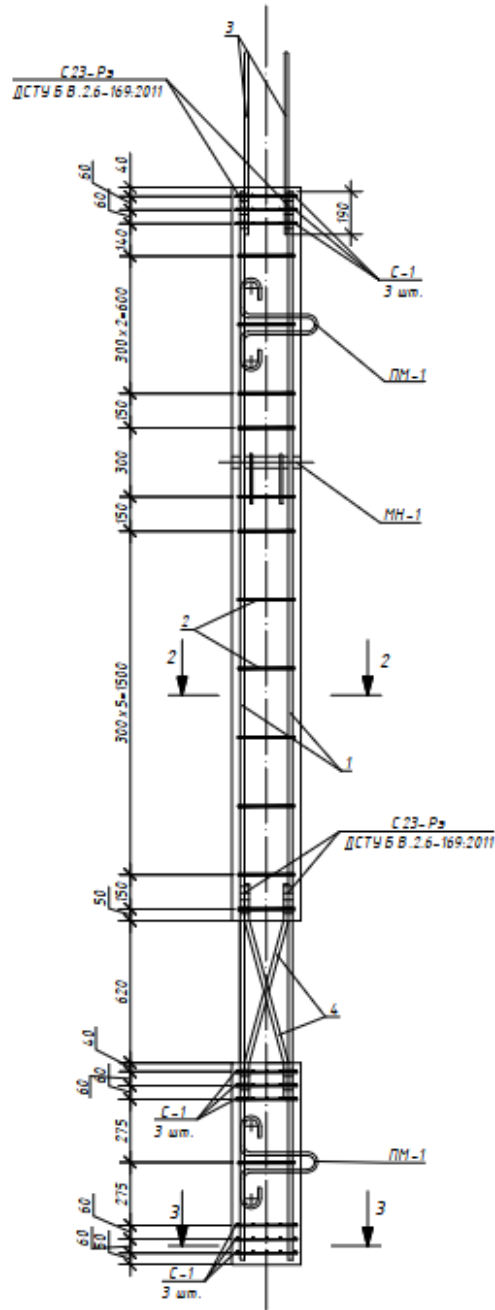


Рисунок 2.13 – Армвання середньої колони

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Підготовчий період

Підготовчий період є важливим етапом у процесі зведення збірно-монолітного котеджу, оскільки саме на цьому етапі створюються необхідні умови для безперервного та ефективного виконання будівельно-монтажних робіт.

У даний період повинні бути розроблені проекти виконання робіт (ПВР), які визначають технологічну послідовність будівництва, необхідні ресурси, а також організацію праці на об'єкті. Одночасно виконується геодезична розбивка місцевості, що забезпечує точне винесення в натуру осей будівлі, контурів фундаментів та інших конструктивних елементів [10].

Особлива увага приділяється організації праці. Для цього розробляються та впроваджуються відповідні організаційно-технологічні заходи, а робітники забезпечуються технологічними картами, інструкціями та іншою нормативною документацією, що регламентує виконання окремих видів робіт [10].

В підготовчий період здійснюється забезпечення будівельного майданчика необхідними ресурсами. Бригади комплектуються інструментами, засобами малої механізації, приладами вимірювання та контролю якості робіт. Паралельно проводиться облаштування будівельного майданчика, включаючи підготовку тимчасових споруд, складів, під'їзних шляхів та інженерних мереж [21, 26, 27].

Важливою складовою є створення необхідного запасу будівельних конструкцій, матеріалів та готових виробів, що забезпечує виконання робіт із заданою інтенсивністю без простоїв.

Крім того, у підготовчий період на будівельному майданчику розміщується вся необхідна будівельна техніка, машини та механізми, що будуть використовуватися в процесі зведення об'єкта.

Таким чином, якісна організація підготовчого періоду є запорукою своєчасного, безпечного та економічно ефективного будівництва.

3.2 Земляні роботи

Після завершення підготовчого періоду переходять до виконання земляних робіт, які є основою для подальшого влаштування фундаментів будівлі. На даному етапі передбачається зняття рослинного шару ґрунту, а також розробка котлованів під фундаменти стаканного типу [32].

Земляні роботи виконуються із застосуванням механізованої техніки, а саме екскаватора-навантажувача JCB 3CX 4×4 [35], оснащеного ковшем глибокого профілю шириною 950 мм та місткістю 0,38 м³ (рис. 3.1). Для транспортування ґрунту використовується самоскид IVECO T-WAY AD190T34W/P 4×4 з об'ємом кузова 11,0 м³ та вантажопідйомністю 11 500 кг. Використання даної техніки забезпечує ефективність і безперервність виконання робіт.

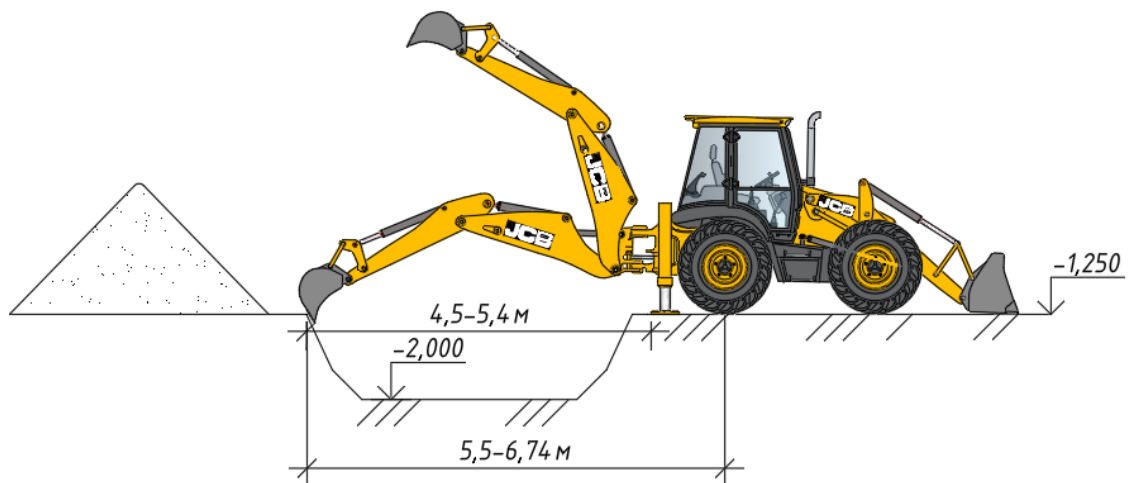


Рисунок 3.1 – Екскаватор-навантажувач JCB 3CX при розробці котлованів

Проектом передбачено влаштування піщаної подушки під фундаменти із застосуванням геотекстилю, що необхідно враховувати при визначенні геометричних розмірів котлованів. Усього передбачено два типи котлованів – для фундаментів крайнього та середнього рядів.

Для фундаментів крайнього ряду розміри котловану становлять: по дну - $3,3 \times 3,3$ м, по верху - $4,0 \times 4,0$ м, глибиною 1,15 м. Для фундаментів середнього ряду: по дну - $3,7 \times 3,7$ м, по верху - $4,4 \times 4,4$ м, глибиною також 1,15 м [60].

Під фундаменти передбачається влаштування піщаної подушки, яка розміщується в обіймі з термоскріпленого геотекстилю щільністю 300 г/м^2 . Перед початком улаштування піщаної подушки по дну котловану необхідно розстелити геотекстиль з випуском за контур майбутньої подушки не менше ніж на 2 м, що забезпечує стабільність основи та запобігає змішуванню ґрунтів.

Піщана подушка виконується із піску середньої щільності та відсипається шарами товщиною по 200 мм. Кожен шар розрівнюється за допомогою екскаватора-навантажувача та ущільнюється із застосуванням вібротрамбовок. Ущільнення виконується пошарово, починаючи з країв ділянки з поступовим переміщенням до центру. При цьому кожен наступний прохід трамбувального обладнання частково перекриває попередньо ущільнену ділянку [32].

Загалом піщана подушка формується у два шари по 200 мм кожен. Для досягнення необхідної щільності пісок додатково зволожується водою перед ущільненням. Після завершення ущільнення кожного шару проводиться контроль якості виконаних робіт, і лише за умови досягнення нормативної щільності допускається влаштування наступного шару.

Таким чином, якісне виконання земляних робіт і улаштування основи під фундаменти забезпечує надійність та довговічність майбутньої будівлі.

3.3 Вибір монтажного крану

Для вибору монтажного крану визначають наступні монтажні характеристики: монтажна маса конструкцій (Q_M), монтажна висота підйому елементів (H_M) і монтажний виліт стріли (L_M).

Монтажну масу конструкцій визначають за формулою:

$$Q_M = m_E + m_{стр}, \quad (3.1)$$

Бетонна суміш подається за допомогою бункера, то при розрахунку монтажної маси слід враховувати, що маса елемента m_E складається з маси самого бункера і маси бетону за формулою

$$m_E = m_b + m_{бет} = 2,2 + 0,22 = 2,42 \text{ Т} \quad (3.2)$$

де m_b – маса бункеру, кг; $m_{бет}$ – маса бетону, кг.

$$m_{бет} = V_b \cdot \gamma_{бет} = 1 * 2200 = 2,2 \text{ Т} \quad (3.3)$$

де V_b – місткість бункеру, м³;

$\gamma_{бет}$ – щільність бетону (середня щільність важкого бетону, який використовують-2200 кг/м³).

$$Q_M = 2,42 + 0,01 = 2,43 \text{ Т} - \text{монтажна маса бункера з бетоном}$$

Усі монтажні маси для конструктивних елементів прорахованно у табличному виді (табл.3.1).

Таблиця 3.1 – Монтажні характеристики стропуючих засобів

Назва пристрою	Вантажопідйомність, т	Маса, т	Висота стропування, м	Призначення
Строп двовітковий	7,5	0,014	1,5	Подавання фундаментів, колон, ригелів, матеріалів
	3,2	0,012	3,5	
	1	0,004	2	
Строп чотиривітковий	1,6	0,004	1	Подавання плит перекриття, бункеру з бетоном, європалети з керамоблоком
	3,2	0,01	3	

Примітка. Для стропування вантажів при виконанні монтажних і розвантажувально-навантажувальних робіт використовують вантажопідйомні засоби, що є складовою ланкою між робочим органом вантажного механізму і вантажем.

Для бункера з бетоном беремо строп чотирьовітковий 4СК з масою 0,09 т і висотою 4,2 м

Монтажну висоту вертикального переміщення елементів визначають за формулою

$$H_M = h_0 + h_E + h_3 + h_{стр} \quad (3.4)$$

1. Фундамент середнього ряду $H_M = 0 + 0,75 + 0,5 + 1,5 = 2,75$ м
2. Фундамент крайнього ряду $H_M = 0 + 0,70 + 0,5 + 1,5 = 2,7$ м
3. Колони $H_M = 0 + 5,3 + 0,5 + 3,5 = 9,3$ м
4. Ригелі $H_M = 3,62 + 0,4 + 0,5 + 3,5 = 8,02$ м
5. Плита перекриття $H_M = 3,62 + 0,22 + 0,5 + 3 = 7,34$ м
6. Бункер з бетоном $3,62 + 1,852 + 0,5 + 3 = 8,972$ м
7. Арматурні каркаси $3,62 + 0,62 + 0,5 + 3,5 = 8,24$ м

де h_0 – перевищення опори елемента, на яку монтується конструкція, над рівнем стоянки крана, м;

h_3 – необхідний мінімальний проміжок для наведення елемента (0,5), м;

h_E – висота (довжина) елемента в монтажному положенні, м;

$h_{стр}$ – довжина стропуючого засобу, що знаходиться над конструкцією, яка монтується, м.

Монтажний виліт стріли L_M визначають залежно від прийнятої схеми руху крану. Якщо кран рухається по бровці котловану, то виліт стріли визначають з умов його безпечного знаходження за межами призми обвалення за формулою

$$L_M = B_{кр} + l_3 + h_k \cdot \operatorname{tg}\varphi + 1 + \frac{B_{кр}}{2}, \quad (3.5)$$

$$L_M = 6 + 0,8 + 0,75 \cdot \operatorname{tg}65 + 1 + \frac{6}{2} = 12,4\text{м}$$

l_3 – технологічний зазор для виконання робіт з улаштування піщаної подушки (0,8м);

h_K – глибина котловану, м;

l – безпечна відстань між призмою обвалення і ходовою частиною монтажного крану, м;

$B_{кр}$ – ширина ходової частини монтажного крану, м.

Всі визначені монтажні характеристики зводимо у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість монтажних характеристик елементів

№ з/п	Назва елемента	Маса, т			Монтажна висота, м	Виліт стріли, м	Марка крана
		конструкції	стропоного обладнання	монтажна			
1.	Фундамент середнього ряду	4,5	0,014	4,514	2,75	17	КС-45717К-2Р
2.	Фундамент крайнього ряду	3,5	0,014	3,514	2,7		
3.	Колона середнього ряду	1,039	0,012	0,6	9,3		
4.	Колона крайнього ряду	0,995	0,012	1,007	9,3		
5.	Ригель Р1	1,955	0,012	2,007	8,02		
6.	Ригель Р2	1,927	0,012	1,939	8,02		
7.	Ригель Р3	1,246	0,012	1,258	8,02		
8.	Ригель Р4	0,954	0,012	0,966	8,02		

Продовження таблиці 3.2

9.	Плита перекриття ПК 58-12-8	2,2	0,01	2,21	7,34	17	КС-45717К-2Р
10.	Плита перекриття ПК 45-12-8	1,56	0,01	1,57	7,34		
11.	Плита перекриття ПК 58-15-8	2,75	0,01	2,76	7,34		
12.	Плита перекриття ПК 45-15-8	2,13	0,01	2,14	7,34		
13.	Бункер з бетоном	2,42	0,01	2,43	8,972		
14.	Арматурні каркаси	0,2	0,012	0,212	8,24		

Виходячи з того, що збірний фундамент середнього ряду є найважчим елементом, то саме за її монтажними характеристиками обрано монтажний кран КС-45717К-2Р [34] (рис. 3.2).

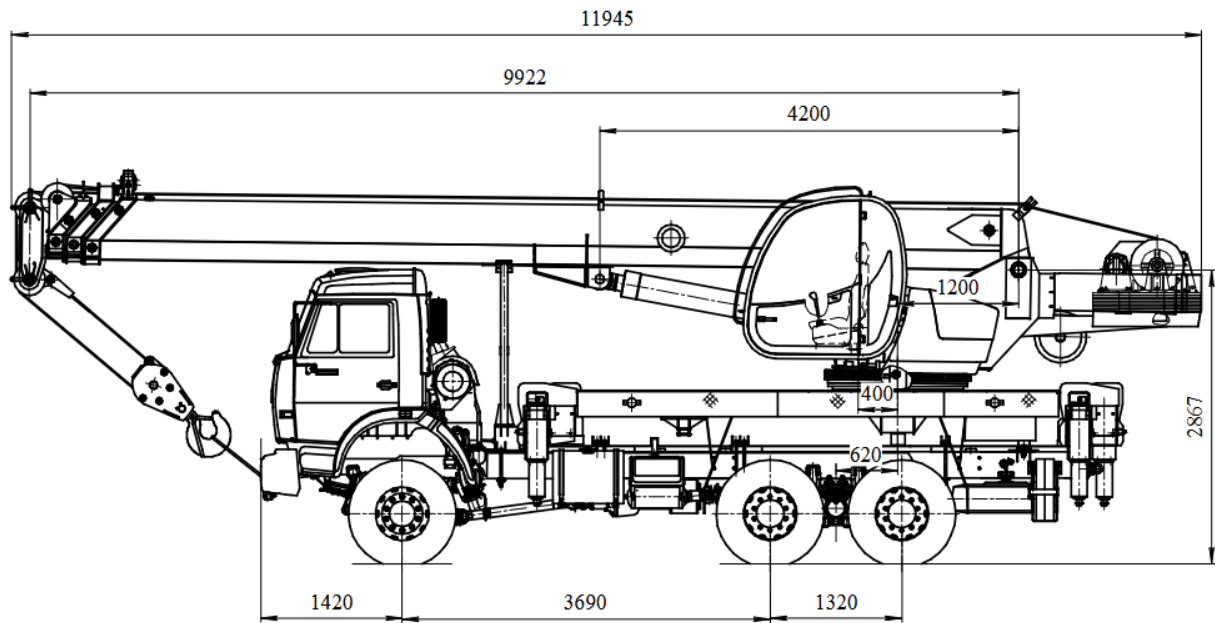


Рисунок 3.2 – Автокран КС-45717К-2Р

Для стоянки Ст.1 обирається довжина стріли 13м, а для стоянок Ст.2 та Ст.3 довжина 17м. Технічні характеристики крану представлені на рис. 3.3 та 3.4

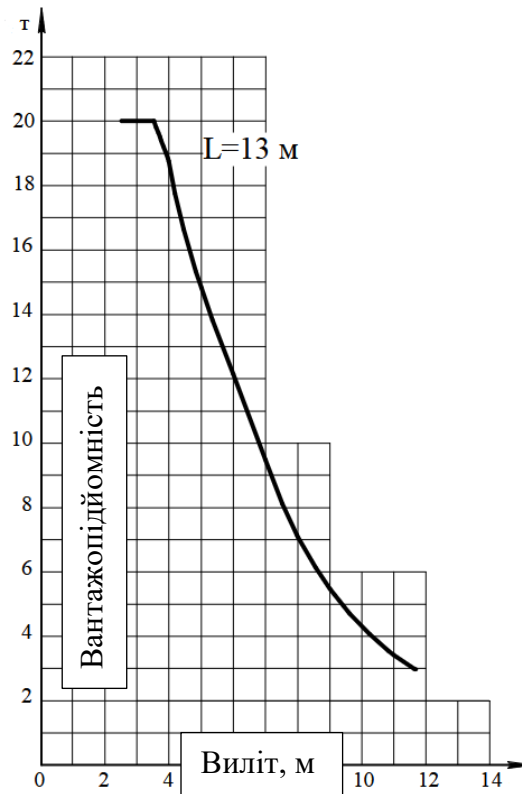


Рисунок 3.3 – Технічні характеристики крану при довжині стріли L=13м

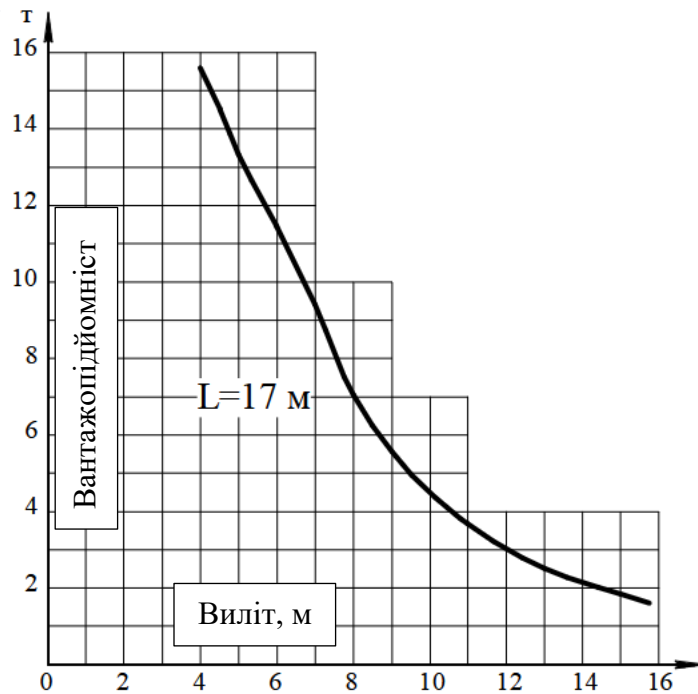


Рисунок 3.4 – Технічні характеристики крану при довжині стріли $L=17\text{м}$

3.4 Влаштування фундаментів

Для виконання робіт із влаштування фундаментів у проєкті розроблено технологічну карту, у якій визначено послідовність виконання процесів, склад машин і механізмів, вимоги до якості робіт.

Монтаж фундаментів розпочинають після завершення комплексу підготовчих робіт, до складу яких входять розробка котловану, влаштування піщаної основи та винесення в натуру основних осей будівлі. До початку виконання робіт здійснюють геодезичну розбивку, закріплення осей і висотних відміток, а також перевіряють відповідність відміток дна котловану проєктним значенням [12, 13, 52].

Для забезпечення необхідної несучої здатності основи та запобігання змішуванню піску з ґрунтом основи перед влаштуванням піщаної подушки по дну котловану розстеляють термоскріплений геотекстиль щільністю 300 г/м^2 . Геотекстиль укладають суцільним шаром із випуском за межі контуру майбутньої піщаної подушки не менше 2 м з кожного боку. Після відсипання

піщаної основи краї геотекстилю загортають, утворюючи своєрідну «обойму», яка забезпечує додаткову стабілізацію піщаного шару та підвищує довговічність основи фундаменту [32].

Піщану подушку виконують із піску середньої щільності. Відсипання піску здійснюють пошарово шарами товщиною 200 мм із подальшим розрівнюванням за допомогою екскаватора-навантажувача. Для досягнення необхідних фізико-механічних характеристик основи кожен шар ущільнюють механічними вібротрамбовками.

Ущільнення ґрунту виконують послідовно, починаючи від країв площі з поступовим наближенням до центральної частини. При кожному наступному проході трамбувальної машини захоплюють частину вже ущільненої поверхні, що забезпечує рівномірність ущільнення по всій площі основи. Піщана подушка влаштовується у два шари товщиною по 200 мм кожний. Для покращення ущільнення та зменшення пористості пісок додатково зволожують водою.

Після завершення ущільнення кожного шару виконують контроль якості виконаних робіт. Перевіряють товщину шару, рівність поверхні та ступінь ущільнення піску відповідно до вимог проекту та нормативної документації. Лише після досягнення необхідної щільності дозволяється виконувати відсипання та ущільнення наступного шару піщаної основи.

Після завершення робіт із улаштування піщаної подушки та отримання позитивних результатів контролю якості переходять до подальших робіт з монтажу фундаментних конструкцій.

Збірні залізобетонні фундаменти доставляються на будівельний майданчик у два етапи. На першому етапі завозять 2 фундаменти типу Ф1 та 2 фундаменти типу Ф2. На другому етапі доставляють 1 фундамент Ф1 та 4 фундаменти Ф2. Така організація постачання забезпечує раціональне використання монтажної техніки та зменшує перевантаження будівельного майданчика.

Перед початком монтажу стаканних фундаментів виконують геодезичну розбивку положення фундаментів відповідно до проєктних осей будівлі. У місцях установаження фундаментів визначають проєктне положення кожного елемента, після чого від розбивочних осей відкладають проєктні відстані до граней фундаментів із закріпленням положення металевими штирями або іншими геодезичними знаками.

Монтаж стаканів фундаментів здійснюється за допомогою автомобільного крана КС-45717К-2Р. Підйом елементів виконується за монтажні петлі із застосуванням двогілкового стропа. Збірний фундамент подається до місця встановлення у положенні, максимально наближеному до проєктного [51, 52].

Кран переміщується за схемою проти годинникової стрілки та виконує монтаж із трьох стоянок. З першої стоянки монтують 2 фундаменти Ф1 та 2 фундаменти Ф2. З другої стоянки встановлюють 1 фундамент Ф1 та 2 фундаменти Ф2. З третьої стоянки виконують монтаж ще 2 фундаментів Ф2.

Установка фундаментів здійснюється шляхом плавного опускання на підготовлену піщану основу. Положення елементів у плані та по висоті коригують за допомогою монтажних ломиків. Після встановлення кожного фундаменту перевіряють його горизонтальність і вертикальність із використанням рівня та нівеліра [33]. У разі відхилень виконують вирівнювання за допомогою цементно-піщаного розчину (рис. 3.5).

Монтаж наступних фундаментів здійснюється відповідно до проєктної послідовності з постійним контролем їх взаємного розташування відносно розбивочних осей будівлі. Після завершення монтажу всіх фундаментів стаканного типу проводиться контрольне геодезичне обстеження для перевірки точності їх встановлення (рис. 3.6, 3.7).

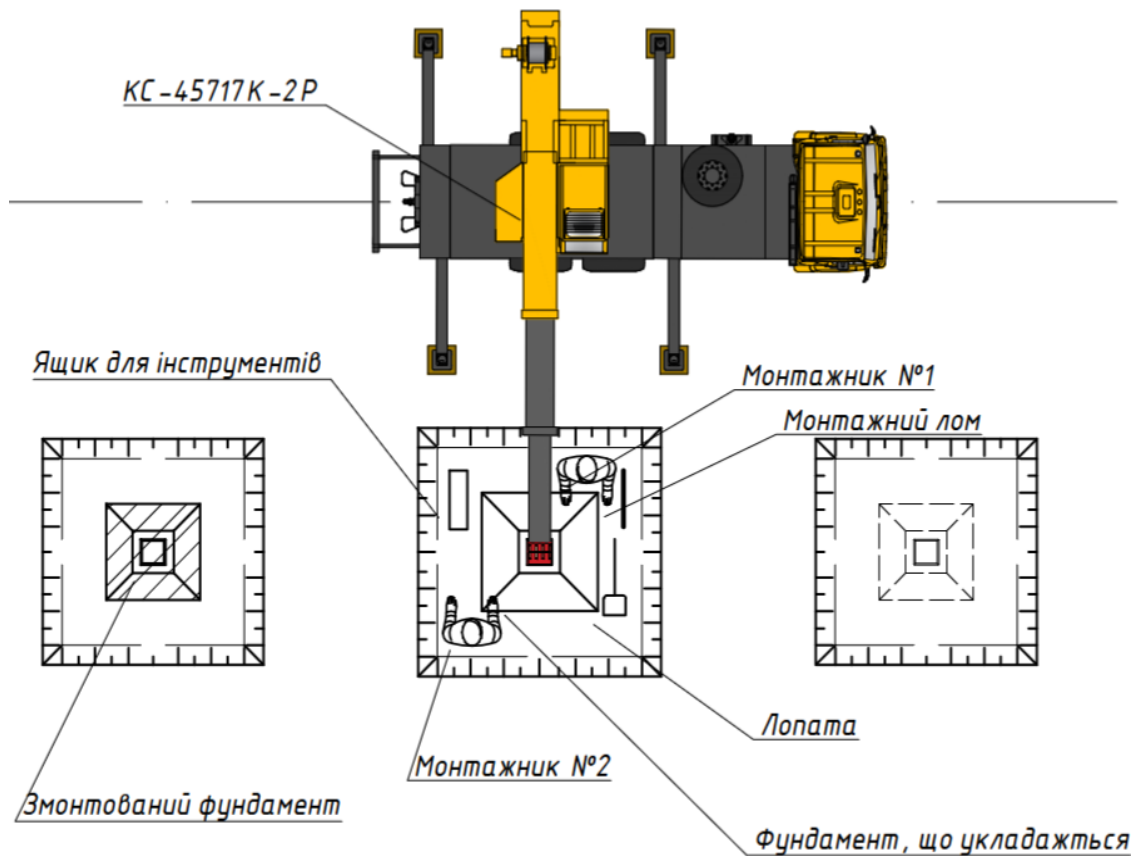


Рисунок 3.5 – Схема організації робочого місця при встановленні фундаментів

Для виконання робіт із улаштування фундаментів була розроблена калькуляція трудових витрат, у якій визначено нормативну трудомісткість основних будівельних процесів (табл. 3.3) [53, 55]. До складу робіт, врахованих у калькуляції трудовитрат, входять підготовка основи, улаштування піщаної подушки, монтаж стаканних фундаментів, виконання гідроізоляції, а зворотна засипка котловану.

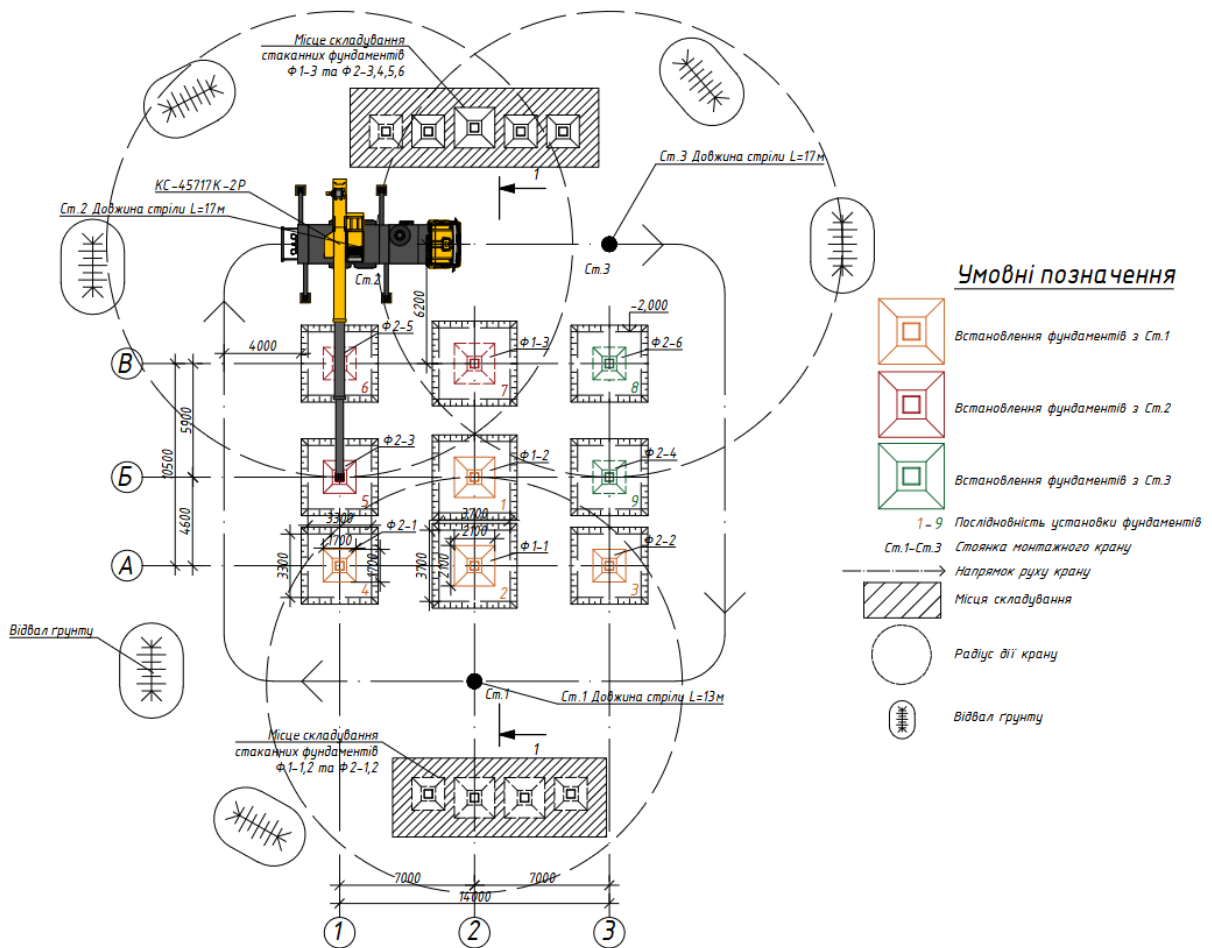


Рисунок 3.6 – Схема монтажу фундаментів і руху крана

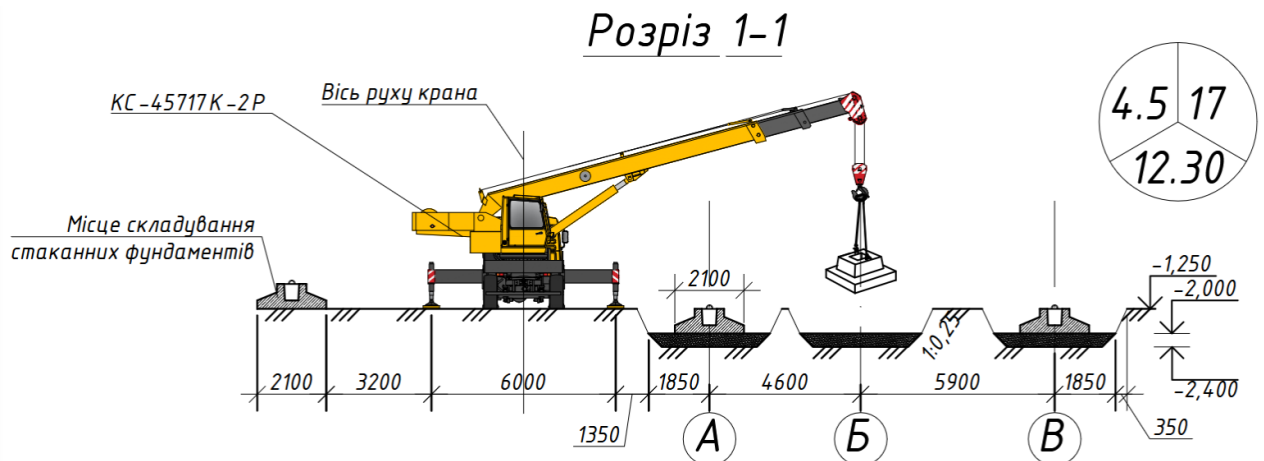


Рисунок 3.7 - Схема розташування крана при монтажі фундаментів

Таблиця 3.3 – Калькуляція трудових витрат із зведення фундаменту

Назва робіт	Обгр.	Од. виміру	Обсяг робіт	Норма часу		Трудо-місткість, л-г		Машино-ємність, м-г	
				л-г	м-г	Норм.	Пр.	Норм.	Пр.
1. Розробка котлованів	2-1-9	100 м ³	1,137	2,1	2,1	2,39	2	2,39	2,0
	2-1-60	100 м ²	0,68	10	-	6,8	8	-	-
2 Улаштування підготовки								-	-
2.1 Укладання геотекстилю	7-13	100 м ²	3,36	6,7	-	22,51			
2.2 Завезення піску середньої крупності	2-1-57	м ³	33,44	0,07	-	2,34		-	-
2.3 Засипка котловану піском пошарово	2-1-58	м ³	33,44	0,79	-	26,42	56	-	-
2.4 Влаштування піщаної подушки	2-1-59	100 м ²	8,51	1,9	-	16,17		-	-
3. Монтаж фундаментів									
3.1 Розвантаження і складування збірних фундаментів	1-5	100 т	0,185	4,6	2,3	0,833	15	0,417	5
			0,16	4,2	2,1	0,708		0,354	
3.2 Встановлення фундаментів стаканного типу Ф1 та Ф2	4-1-1 Табл.2	шт.	3	2,0	0,67	8,4		2,67	
			6	1,6	0,53	7,2		2,40	
4. Гідроізоляція фундаменту у 2 шари	ГН 3-2	100 м ²	0,60	10,4	-	6,24	6	-	-
5 Зворотна засипка									
5.1 Зворотна засипка пазух котловану	2-1-34	100 м ³	0,593	2,14	2,14	1,26	1	1,26	1
5.2 Засипка ґрунту між ригелями першого ярусу	1-3	100 м ³	0,632	2,7	2,7	1,7	2	1,7	2

На основі виконаної калькуляції був побудований графік виконання робіт по зведенню фундаменту який представлений у першій технічній карті.

3.5 Монтаж збірних конструкцій

Зведення каркаса є одним із основних етапів будівництва збірно-монолітного котеджу, оскільки від точності монтажу конструкцій залежить просторова жорсткість, стійкість та надійність будівлі [7, 12, 33, 56, 57]. Для виконання даного комплексу робіт була розроблена технологічна карта на монтаж збірних конструкцій каркаса.

Перед початком монтажу збірних конструкцій необхідно виконати гідроізоляцію фундаментів стаканного типу, що забезпечує їх захист від вологи. Складування збірних елементів здійснюється в зоні дії монтажного крана з урахуванням їх маси: важчі елементи розміщують ближче до крана, а легші — далі.

Монтаж колон, ригелів і плит перекриття виконується відповідно до проєктної послідовності із застосуванням автомобільного крана КС-45717-2Р. Перед підйомом конструкцій перевіряють їх геометричні розміри, стан монтажних петель, якість опорних поверхонь і відповідність проєкту.

Підйом елементів здійснюється за допомогою інвентарних стропів за монтажні петлі з подачею до місця встановлення у максимально наближеному до проєктного положенні. Установлення конструкцій виконують із попереднім тимчасовим закріпленням, після чого проводять їх вивірку в плані та по висоті за допомогою геодезичних приладів [33, 51, 52].

Монтаж починається з колон. Перед їх установленням потрібно виконати тимчасове підсилення у вигляді металевих обойм, які складаються з двох частин із кутиків, з'єднаних планками та болтами. Колони встановлюють у стакани фундаментів із подальшим точним вивірянням. Після цього стики замонолічують цементним розчином або дрібнозернистим бетоном, а обойми знімають [56].

Після набору початкової міцності розчину в стиках колон в стакані фундаменту встановлюють кондуктори першого ярусу для полегшення монтажу ригелів. До моменту зворотної засипки їх фіксують підкосами. Далі виконують зворотну засипку котлованів із пошаровим ущільненням ґрунту віброплитами, одночасно знімаючи тимчасові підпірки.

Наступним етапом є монтаж ригелів першого ярусу з їх закріпленням і вивірянням. Після цього процесу виконують часткову засипку простору між ними ґрунтом, який подається екскаватором і розрівнюється вручну без ущільнення [33].

По завершенні цих робіт монтують плити перекриття першого ярусу та виконують їх анкерування [16]. Далі встановлюють бічну опалубку монолітних ділянок ригелів і виконують армування з дотриманням необхідного захисного шару бетону.

Після підготовчих операцій проводять бетонування ригелів першого ярусу та швів між плитами. Бетон подається краном у спеціальних бункерах і ущільнюється з подальшим доглядом. Після досягнення бетоном необхідної міцності виконують розпалубку [51].

Далі встановлюють кондуктори другого ярусу з підпиранням телескопічними стійками та виконують монтаж ригелів другого ярусу з урахуванням схеми їх підтримки. Після цього здійснюють монтаж плит перекриття другого ярусу.

Після вивіряння конструкцій виконують підготовку стиків: встановлюють арматуру і опалубку. Армування виконується окремими стрижнями, які між собою поєднуються за допомогою в'язального дроту.

Завершальним етапом є бетонування монолітної частини ригелів другого ярусу з ущільненням бетонної суміші та забезпеченням належного догляду за нею. Після досягнення розпалубочної міцності виконують демонтаж опалубки та часткове зняття підтримуючих стійок (опор).

Після завершення бетонування монолітних ділянок каркаса забезпечують належний догляд за бетоном відповідно до вимог чинних нормативних документів. Догляд за бетоном здійснюють з метою створення оптимальних температурно-вологісних умов для нормального процесу твердіння та набору проектної міцності бетону. У процесі догляду поверхню бетону захищають від передчасного висихання, механічних пошкоджень, атмосферних опадів та різких перепадів температури [58].

Для забезпечення необхідного режиму твердіння бетонні поверхні періодично зволожують. Тривалість догляду за бетоном визначається температурними умовами навколишнього середовища, видом цементу та темпами набору міцності бетону.

Демонтаж тимчасових монтажних пристроїв та елементів підтримки виконують у визначеній технологічною картою послідовності. Кондуктори другого ярусу та телескопічні стійки, що їх підтримують, демонтують через 7 діб після початку бетонування монолітних ригелів за умови досягнення бетоном необхідної проміжної міцності.

Телескопічні стійки, які підтримують несучі монолітні ригелі, знімають через 14 діб після бетонування. Демонтаж опорних елементів виконують поступово та обережно, не допускаючи виникнення ударних навантажень або деформацій конструкцій. Перед зняттям підтримуючих елементів додатково перевіряють фактичний стан бетону та відсутність дефектів у монолітних конструкціях.

Для виконання робіт із монтажу збірних конструкцій каркаса збірно-монолітного котеджу була розроблена калькуляція трудових витрат, у якій визначено нормативну трудомісткість основних технологічних процесів [53, 55]. Згідно цих даних був побудований календарний графік який представлений у другій технічній карті.

Таблиця 3.4 – Калькуляція трудових витрат із монтажу збірних конструкцій каркаса збірно-монолітного котеджу.

Назва робіт	Обгр	Од. виміру	Обсяг робіт	Норма часу		Трудо-місткість, л-г		Машино-ємність, м-г	
				л-г	м-г	Нор м.	Пр.	Нор м.	Пр.
1. Колони									
1.1 Розвантаження колон	1-5	100 т	0,092	12	6,1	1,1		0,56	
1.2 Посилення колон монт. мет. обіймами	5-1-18	т	0,45	33	-	14,85		-	
1.3 Установка та зняття болтів	5-1-19 к ₁ =0,85 к ₂ =0,7 к ₃ =0,5	100 болтів	0,72	11,5	-	8,28		-	
				4,5	-	3,24		-	
1.4 Встановлення колон	4-1-4	шт.	9	2,2	0,55	19,8	48	4,95	8
1.5 Приготування бетону	4-14-7, Б, т. 3	м ³	0,06	0,65	-	0,039		-	
1.6 Перенесення вручну бетону	1-19	т	0,12	2,18	-	0,26		-	
1.7 Заробка стиків колон у стакані фундаменту	4-1-25	шт.	9	0,81	-	7,29		-	

Продовження таблиці 3.4

2 Ригеля									
2.1 Розвантаження ригелів і оснащення	1-5	100 т	0,19	22	11	4,18 (4,18)		2,09 (2,09)	
2.2 Встановлення підтримуючих кондукторів під ригелі першого (другого) ярусу	ГН 3-19	10 шт.	0,9 (0,9)	3	-	2,7 (2,7)		-	
2.3 Встановлення розпірних стійок під кондуктори першого (другого) ярусу	4-1-33	100 м	0,16 (1,08)	10 (6)	- -	1,6 (6,48)	24 (30)	-	4,0
2.4 Встановлення ригелів першого (другого) ярусу до 2т.	4-1-6	шт.	9 (9)	1,4	0,28	12,6 (12,6)		2,52 (2,52)	(5,0)
2.5 Встановлення ригелів першого (другого) ярусу до 1т.	4-1-6	шт.	3 (3)	1	0,2	3 (3)		0,6 (0,6)	
2.6 Встановлення підтримуючих стійок під ригелі першого (другого) ярусу	4-1-33	100 м	0,42 (0,42)	10 6	- -	4,2 (2,52)		- -	

Продовження таблиці 3.4

3. Перекриття									
3.1 Розвантаження плит перекриття	1-5	100 т	0,093 0,327 (0,093)	7,2 5,4	3,6 2,7	0,672 1,77 (0,672)		0,336 0,883 (0,336)	
3.2 Встановлення плит перекриття першого (другого) ярусу площ. до 10м2	4-1-7	шт.	20 (20)	0,84 (0,84)	0,21 (0,21)	16,8 (16,8)	20 (20)	4,2 (4,2)	4 (4)
3.3 Заробка отворів в пустотних плитах перекриттів	4-1-30	10 отв.	12,8 (12,8)	0,22	-	2,816 (2,816)		-	-
4 Влаштування монолітних ригелів									
4.1. Встановлення бічної опалубки ригелів першого (другого) ярусу	4-1-34, В, табл. 4	м ²	24,5 (24,5)	0,38	-	9,31 (9,31)		-	-
4.2. Армування монолітних частин ригелів першого (другого) ярусу	4-1-46	т	0,974 (0,974)	10	-	9,74 (9,74)		-	-
4.3. Бетонування монолітних частин ригелів першого (другого) ярусу	4-1-49, таб.2 к=1,2	м ³	7 (7)	0,89	-	6,23 (6,23)	30 (42)	-	-
4.4 Встановлення підвісної опалубки міжпанельних швів	4-1-34, Г, табл. 5	м ²	(40)	0,37	-	(14,8)			
4.5 Заробка швів між плитами перекриття (покр.)	4-1-26	100м Шва	0,84 (0,84)	6,4 (6,4)	-	5,376 (5,376)			
4.6 Догляд за бетоном (полив+укриття) монолітних ділянок першого (другого) ярусу	4-1-54	м ²	0,171 (0,171)	0,14 0,21	- -	0,02 0,04 (0,02)		- -	- -

Продовження таблиці 3.4

5 Розпалублення конструкцій 1-й ярус									
5.1 Зняття бічної опалубки 3 д. ригелів 1-го ярусу	4-1-34, В, табл.4	м2	24,5	0,22	-	5,39		-	-
5.2 Зняття стійок та кондукторів по контуру 1-го ярусу	4-1-33 ГН 3- 19	100 м 10 шт	0,11 0,8	10 3	- -	1,1 2,4	8 (8)	- -	- -
2-й ярус									
5.3 Зняття бічної опалубки 3 д	4-1-34, В, табл.4	м2	24,5	0,22	-	5,39		-	-
5.4 Зняття підвісної опалубки міжпан-них швів 3 д.	4-1-34, Г, табл. 5	м2	40	0,19	-	7,6		-	-
5.5 Зняття розпірних стійок під кондуктори другого ярусу, кондуктора	4-1-33 ГН 3- 19	100 м 10 шт.	1,08 0,9	6 3	- -	6,48 2,7		- -	- -
5.6 Зняття підтримуючих стійок під не несучі ригелі другого ярусу	4-1-33	100 м	0,18	6	-	1,08		-	-
5.7 Зняття підтримуючих7 стійок під несучі ригелі другого ярусу 2 нед	4-1-33	100 м	0,24	6	-	2,44	2	-	-

3.6 Кладка керамічних блоків

На кладку стін із керамічних блоків була розроблена технологічна карта, яка регламентує технологію виконання робіт, послідовність операцій та вимоги до якості зведення кам'яних конструкцій.

Перед початком виконання мурувальних робіт необхідно завершити ряд підготовчих заходів. Зокрема, зведення стін вище відмітки 0.000 допускається

лише після виконання зворотної засипки пазах фундаментів, завершення земляних робіт навколо будівлі відповідно до вертикального планування. Також повинні бути підготовлені майданчики для складування матеріалів із необхідним запасом і виконана виконавча зйомка конструкцій нульового циклу.

Робоче місце муляра організовується у вигляді двох основних зон: робочої - де безпосередньо ведеться кладка, та зони матеріалів - призначеної для розміщення блоків, розчину й закладних елементів. Такий поділ сприяє зручності виконання робіт і підвищенню їх ефективності.

У процесі мурування здійснюється постійний контроль якості: перевіряють вертикальність і прямолінійність стін, горизонтальність рядів, правильність перев'язки та товщину швів. Відмітки і горизонтальність кладки контролюють за допомогою нівеліра та правила після завершення кожного поверху [10].

Допустимі відхилення приймаються згідно з нормативами: відхилення від вертикалі — не більше 10 мм на поверх і до 30 мм на всю будівлю; відхилення від горизонталі - не більше 20 мм на 10 м довжини. Відхилення геометричних параметрів, таких як товщина, ширина прорізів і простінків, а також зміщення осей, також повинні відповідати встановленим межам. Товщина швів кладки становить 10 мм із незначними допустимими відхиленнями [11].

Кладку виконують у три яруси для підвищення продуктивності праці. Перший ярус (до 1,25 м) ведуть із рівня підлоги, після чого передбачається технологічна перерва тривалістю 24 години для набору початкової міцності розчину.

Другий ярус (до 2,5 м) виконують із використанням вишки-тури з настилом на висоті 0,8 м. На ділянках значної довжини додатково влаштовують проміжні робочі настили для зручності пересування та роботи.

Третій ярус (до 3,25 м) також виконують із вишки-тури, піднімаючи настил до 1,5 м. Верхній ряд кладки може бути виконаний не повністю відповідно до

проектних рішень. Після завершення кожного ярусу передбачена технологічна перерва тривалістю 24 години [36].

Навантаження на настил вишки-тури не повинно перевищувати 200 кг/м². Розміщення матеріалів здійснюється згідно зі схемою організації робочого місця, що забезпечує безпечне та раціональне виконання робіт.

Для виконання кладки стін із керамічних блоків була розроблена калькуляція трудовитрат (таблиця 3.5), у якій визначено трудомісткість основних процесів. Калькуляція враховує подачу матеріалів, улаштування зовнішніх стін, встановлення перемичок, контроль геометричних параметрів та допоміжні процеси [59].

На основі калькуляції у третій технологічній карті був розроблений графік виконання робіт, який відображає послідовність і тривалість процесів, їх взаємозв'язок та потребу в трудових ресурсах. Графік забезпечує раціональну організацію праці та ефективне використання ресурсів на будівельному майданчику.

Таблиця 3.5 – Калькуляція трудових витрат кладки стін із керамічних блоків.

Назва робіт	Обгр.	Од. виміру	Обсяг робіт	Норма часу		Трудо- місткість, л-г		Машино- ємність, м-г	
				л-г	м-г	Норм.	Пр.	Норм.	Пр.
Стіни									
1.1 Кладка зовнішніх стін з керамоблоків	ГН 3-3.3,	м ³	40,19	6	-	241,14	240	-	-
1.2 кладка кривол. ділянки	к=1,1	м ³	1,71	6	-	11,286	10	-	-
1.3 кладка парапету	ГН 3-10	м ³	14	5,3	-	74,2	72	-	-
2 Приготування розчину в розчинозмішувачі з об'ємом замісу до 325 л	ГН 3-23.1	м ³	6	1,8	-	10,8	10	-	-
3 Транспортування матеріалів (підйом керам. та розчину)	Е1-19	т	56	2,06	-	115,36	96	-	-
4 Улаштування та розбирання інвентарних риштувань для виконання кладки	ГН 3-21.3	10 м ³ кладки	4,19	8,8	-	36,88	36	-	-
5 Установка брускових перемичок	ГН 3-18.1	1 проріз	9	0,6	-	5,4	5	-	-

3.7 Улаштування пласкої покрівлі

Перед початком робіт повинні бути завершені всі конструктивні елементи покриття та перевірена їх відповідність проекту. Основа очищається від сміття, пилу та сторонніх предметів [15].

Технологія улаштування покрівлі виконується у такій послідовності. Спочатку влаштовується пароізоляційний шар, який укладають суцільно по основі з герметизацією стиків. Далі виконується укладання теплоізоляційного

шару з екструдованого пінополістиролу, плити якого щільно стикуються між собою без утворення зазорів [3, 15].

Наступним етапом є влаштування шару з полістиролбетону, який використовується для формування ухилів покрівлі та додаткової теплоізоляції. Після набору необхідної міцності виконується цементно-піщана стяжка, яка забезпечує рівну та жорстку основу під гідроізоляційний килим.

По стяжці укладається розділовий шар із геотекстилю, який виконує захисну та фільтруючу функцію. Завершальним етапом є влаштування гідроізоляції з ПВХ-мембрани. Мембрана укладається з нахлестом, шви зварюються гарячим повітрям, забезпечуючи герметичність покрівлі.

У процесі виконання робіт здійснюється контроль якості кожного шару, особливо герметичності стиків та дотримання проектних ухилів. Після завершення робіт проводиться перевірка покрівлі на водонепроникність [15].

3.8 Утеплення фасаду мінеральною ватою з декоративною штукатуркою

Перед початком робіт поверхня стін повинна бути очищена від пилу, бруду та слабких шарів, а також вирівняна. При необхідності виконують ґрунтування основи.

На підготовлену поверхню наносять клейову суміш, після чого монтують плити мінеральної вати. Укладання плит здійснюється щільно, з перев'язкою швів. Додатково утеплювач закріплюють тарілчастими дюбелями.

Після монтажу теплоізоляції наносять армувальний шар: на поверхню плит наносять клейовий розчин, у який утоплюють армувальну сітку зі скловолкна. Після висихання шару виконують вирівнювання поверхні.

Наступним етапом є нанесення ґрунтовки під декоративне покриття. Завершальним шаром є декоративна штукатурка, яка наноситься рівномірно по всій поверхні фасаду та формує захисно-оздоблювальне покриття.

У процесі виконання робіт контролюється якість приклеювання утеплювача, правильність армування та рівномірність нанесення штукатурного шару. Дотримання технології забезпечує ефективну теплоізоляцію та довговічність фасаду [3].

3.9 Улаштування підлоги

Перед початком робіт основа повинна бути очищена від сміття, пилу та перевірена на відповідність проєктним відміткам. При необхідності виконують попереднє вирівнювання.

Технологія улаштування підлоги виконується у такій послідовності. Спочатку влаштовують вирівнюючий шар із цементно-піщаної суміші, який розрівнюють та ущільнюють. Далі укладається гідроізоляційний шар із герметизацією стиків для запобігання проникненню вологи.

Наступним етапом є укладання теплоізоляції з пінополістиролу. Плити укладають щільно одна до одної з перев'язкою швів [3]. По утеплювачу виконують цементно-піщану стяжку, у якій розміщують елементи системи «тепла підлога». Стяжка вирівнюється та витримується до набору необхідної міцності [17].

Після цього наносять самовирівнювальну суміш для отримання рівної поверхні. Завершальним етапом є укладання вінілової плитки з дотриманням технології приклеювання та вирівнювання покриття.

3.10 Встановлення вікон та дверей

Перед монтажем перевіряють розміри прорізів, їх геометрію та відповідність проєкту. Поверхні прорізів очищають від пилу та залишків розчину.

Віконні та дверні блоки встановлюють у проєктне положення з використанням монтажних клинів. Після вивірювання по рівню та вертикалі їх закріплюють анкерними елементами.

Монтажні зазори заповнюють монтажною піною, яка забезпечує тепло- і звукоізоляцію. Після полімеризації піни виконують її захист від впливу ультрафіолету та вологи шляхом улаштування внутрішніх і зовнішніх укосів.

Завершальним етапом є встановлення підвіконь, відливів і перевірка роботи відкритих елементів. Дотримання технології монтажу забезпечує герметичність, довговічність і енергоефективність конструкцій [18, 19].

3.11 Машини та механізми для виконання будівельних робіт

Для зведення котеджу передбачено використання комплексу будівельних машин та механізмів, які забезпечують виконання земляних, монтажних, бетонних, транспортних та оздоблювальних робіт [10]. Основні машини та механізми для виконання будівельних робіт представлені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Потреба у механізмах, обладнанні, інструменті, інвентарі та пристосуваннях

№ з/п	Найменування механізмів	Тип, марка	Кількість, шт	Примітка
1	Кран	КС-45717К-2Р	1	Вантажопідйомність до 25 т, L стріли до 30 м
2	Екскаватор навантажувач	JCB 3СХ 4х4 з ківшом глибокого профіля, ширина 950мм	1	Ємність ковша 0,38 м ³ , розробка котлованів
3	Самоскид	IVECO T-WAY AD190T34W/P 4х4	3	Об'єм кузова 11.00 м ³ , Вантажопідйомність 11500.00 кг
4	Віброплита	MS-90	1	Розмір підосви, мм: 500*585 сила удару 1,5т
5	Вібротрамбовка	HONDA 70 кг	1	Сила удару 1,3 тонни

Продовження таблиці 3.6

6	Напівпричіп відкритий бортовий	BODEX KIS-3P	1	Вантажопідйомність 30.00 т.
7	Тягач сідельний	IVECO Stralis HI-WAY AS440S50TXP 6x2	1	Потужність 500 к.с.
8	Стропи вантажні	Строп ланцюговий 2СТ 7,5 т двогілковий	1	Подавання матеріалів, бункеру з бетоном та збірних конструкцій
		Строп текстильний 2СТ 3 т двогілковий	1	
		Строп текстильний 4СТ 3,2 т чотирьохгілковий	1	
		Строп текстильний 4СТ1,6 т чотирьохгілковий	1	
		Строп текстильний 2СТ1 т двохгілковий	1	
9	Ніж монтажний	-	1	Для вкладання геотекстилю
10	Лом монтажний	ЛМ-20	2	Для рихтування та встановлення фундаментів
11	Рівень будівельний	ДСТУ Б В.2.8-19:2009	1	Для перевірки горизонтальності
12	Рулетка	ДСТУ 4179-2003	1	Розмітка осей, перевірка розмірів
13	Лопата штикова	ЛШ	3	Для планування піску, допоміжні роботи

Продовження таблиці 3.6

14	Лопата совкова	ЛС	3	Для засипки та розрівнювання
15	Кувалда	ДСТУ Б В.2.8-23:2009	1	Маса 5 кг, коригування положення
16	Автобетонозмішувач	АБС-4ДА на шасі МАЗ-5340С2-525-013	1	Об'єм барабана 5 м ³
17	Бункер для бетону	Об'єм бункеру 1 м ³	1	Подача бетону до монолітного поясу
18	Генератор дизельний	10 кВт	1	Живлення електроінструментів
19	Глибинний вібратор	УАТО УТ-82600	1	Ущільнення бетонної суміші
20	Телескопічна стійка	ДОКА Eurex 20 есо 350	48	Довжина 198-350 см, підтримка ригелів під час монтажних робіт
21	Тринога для стійок	ДОКА h=0,8 м	14	Для підтримки середніх стійок
22	Кондуктор	L 125x125x8	18	Для кріплення ригелей
23	Вишка-тура	1.2x2 комплект 1+1	4	Організація робочого місця на висоті
24	Кельма	КБ	3	Розрівнювання розчину
25	Арматуроріз	РС-22	1	Підготовка каркасів поясу
26	Арматуругиб	РБ -16	1	Гнуття стрижнів
27	Автоманіпулятор	ФКВ-1089.032 Кобальт (4x2)	1	Вантажопідйомність до 8 т, L стріли до 6 м

Продовження таблиці 3.6

28	Бетонозмішувач	Скіф 320	1	Об'єм бака 320 л
29	Молоток-кирочка	ДСТУ Б В.2.8-23:2009	3	Околка блоків
30	Відвіс будівельний	ДСТУ Б В.2.8-18:2009	2	Перевірка вертикалі
31	Шнур причальний	-	3	Забезпечення горизонтального рівня
32	Кутик для цегляних робіт	-	3	Перевірка кутів
33	Відро будівельне	12 л	10	Для подачі розчину
34	Візок будівельний	Місткість 100 л до 180 кг	2	Транспортування піску, цегли, блоків
35	Пересувна дробина	-	1	Для допоміжних робіт
36	Таль ланцюгова ручна	Таль ланцюгова шестернева вантажопідйомність 1 т	1	Для влаштування перемички вікна

3.12 Календарний графік

Календарний графік будівництва є одним із основних організаційно-технологічних документів проєкту. Його розробляють для визначення послідовності виконання будівельно-монтажних робіт, тривалості будівництва, потреби у трудових та матеріально-технічних ресурсах, а також для забезпечення раціональної організації будівельного процесу [10].

При розробленні календарного графіка будівництва котеджу за збірно-монолітною технологією враховуються конструктивні особливості будівлі, технологія монтажу збірних елементів, строки твердіння монолітного бетону, а також можливість суміщення окремих видів робіт.

Розроблення календарного графіка є важливим етапом організації будівництва котеджу. Правильно складений графік забезпечує раціональну послідовність виконання робіт, ефективне використання трудових і матеріально-технічних ресурсів, а також дозволяє скоротити загальну тривалість будівництва та підвищити ефективність будівельного виробництва.

3.13 Будівельний генеральний план

Будівельний генеральний план для зведення котеджу розробляється з метою раціональної організації будівельного майданчика, забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт та ефективного використання трудових і технічних ресурсів. Будгенплан визначає розташування тимчасових споруд, зон складування матеріалів, будівельної техніки, транспортних шляхів та інженерних мереж на період будівництва [10].

Суть будгенплану полягає у створенні оптимальних умов для виконання робіт із мінімізацією зайвих переміщень матеріалів та техніки. При його розробці враховано особливості збірно-монолітної технології, яка поєднує монтаж збірних залізобетонних елементів із виконанням монолітних робіт безпосередньо на будівельному майданчику. У зв'язку з цим особлива увага приділена організації зон монтажу, місць складування конструкцій та забезпеченню безпечної роботи вантажопідіймальної техніки.

На будівельному генеральному плані передбачено: розташування об'єкта будівництва; тимчасові автомобільні дороги та під'їзди; майданчики для складування керамічних блоків, арматури та збірних конструкцій; місця встановлення автомобільного крана та іншої будівельної техніки; тимчасові побутові приміщення; точки підключення тимчасового електро- та водопостачання; огороження будівельного майданчика та небезпечних зон. Будгенплан забезпечує безперервність технологічного процесу, дотримання

вимог охорони праці та пожежної безпеки, а також створює умови для своєчасного та якісного виконання будівництва експериментального котеджу.

3.14 Техніко-економічні показники

Для загальної оцінки ефективності прийнятих рішень для побудови котеджу визначають такі техніко-економічні показники:

- загальна тривалість робіт T , дн;
- витрати праці на весь обсяг ($\sum Q$), людино-дні.;
- витрати праці на прийнятну одиницю виміру (q), людино-дні/т;

Для техніко-економічного оцінювання в обсяг робіт включають тільки встановлення збірних конструкцій (влаштування фундаменту, встановлення колон, ригелів, плит перекриття) (у тоннах).

$$T = 15 \text{ дн.}$$

Питому трудомісткість розраховують за формулою:

$$q = \frac{\sum Q}{V} = \frac{98,62}{139,034} = 0,7 \text{ люд.-зм/т.} \quad (3.6)$$

де $\sum Q$ – загальні витрати праці, люд.-зм.;

V – обсяг робіт (вага збірних конструкцій), т.

Загальні витрати праці $\sum Q$ визначаються за трудозатратами відповідної кількості робіт по даним роботам:

- виробіток (B) на одного робітника за зміну у фізичному вираженні, т/люд.-дні;

$$B = \frac{V}{\sum Q} = \frac{139,034}{98,62} = 1,41 \text{ т/люд.-зм.} \quad (3.7)$$

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Під час зведення експериментального котеджу за збірно-монолітною технологією питання охорони праці та безпеки життєдіяльності мають важливе значення, оскільки будівельне виробництво пов'язане з виконанням робіт підвищеної небезпеки, використанням вантажопідіймальних механізмів, електроінструменту, бетонних та монтажних робіт, а також роботою на висоті. Забезпечення безпечних умов праці є одним із основних завдань організації будівництва та спрямоване на збереження життя, здоров'я і працездатності працівників [47, 50].

Основними нормативно-правовими актами, які регламентують питання охорони праці при будівництві об'єкта, Закон України «Про охорону праці» [48], Кодекс законів про працю України [47], Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» [49], а також державні будівельні норми, державні стандарти та нормативні документи з питань безпеки праці. Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватись вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» [14], НПАОП 45.2-7.03-17 «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках» [45], правил пожежної безпеки [40] та норм електробезпеки [26].

Експериментальний котедж, що зводиться за збірно-монолітною технологією, характеризується поєднанням монтажу збірних залізобетонних елементів і виконанням монолітних бетонних робіт безпосередньо на будівельному майданчику. Особливістю даної технології є необхідність виконання значної кількості монтажних операцій із застосуванням кранів, улаштування опалубки, армування конструкцій та бетонування монолітних ригелів. У зв'язку з цим виникають небезпечні та шкідливі виробничі фактори,

серед яких: падіння працівників з висоти, ураження електричним струмом, травмування під час переміщення вантажів, вплив шуму, вібрації та пилу [14, 38].

Для забезпечення безпечних умов праці на будівельному майданчику передбачаються організаційні та технічні заходи. До організаційних заходів належать проведення вступного та первинного інструктажів з охорони праці, навчання працівників безпечним методам виконання робіт, перевірка знань з питань охорони праці, допуск до виконання робіт лише кваліфікованого персоналу, а також контроль за дотриманням трудової та виробничої дисципліни [38, 47]. Усі працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: касками, захисним спецодягом, рукавицями, страхувальними поясами та спеціальним взуттям [14, 45].

Під час виконання монтажних та бетонних робіт особливу увагу необхідно приділяти безпеці роботи на висоті. Робочі місця мають бути обладнані інвентарними риштуваннями, огороженнями та захисними настилами [14]. Вантажопідіймальні механізми повинні проходити своєчасний технічний огляд, а стропування конструкцій має виконуватись відповідно до затверджених схем [45]. Електрообладнання та ручний електроінструмент повинні відповідати вимогам електробезпеки та мати справне заземлення [26].

Важливим напрямом забезпечення безпеки є також запобігання виникненню пожеж та надзвичайних ситуацій. Будівельний майданчик необхідно забезпечити первинними засобами пожежогасіння, пожежними щитами, аптечками першої медичної допомоги та схемами евакуації. Матеріали, що можуть становити пожежну небезпеку, повинні зберігатися у спеціально відведених місцях із дотриманням вимог пожежної безпеки [40].

Забезпечення належних умов охорони праці під час зведення експериментального котеджу має важливе соціально-економічне значення, оскільки сприяє зниженню рівня виробничого травматизму, професійних захворювань, втрат робочого часу та підвищенню ефективності будівельного

виробництва. Виконання вимог нормативно-правових актів та впровадження сучасних заходів безпеки дозволяє створити безпечні умови праці для персоналу та забезпечити якісне і своєчасне виконання будівельних робіт [38].

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Під час зведення експериментального котеджу за збірно-монолітною технологією умови праці характеризуються наявністю значної кількості небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які виникають у процесі виконання монтажних, бетонних, арматурних та допоміжних робіт. Особливістю даної технології є поєднання процесів монтажу збірних елементів із виконанням монолітних робіт безпосередньо на будівельному майданчику, що потребує використання вантажопідіймальної техніки, електроінструменту, засобів механізації та роботи на висоті [45].

На будівельному майданчику присутні фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Основним джерелом небезпеки є виконання монтажних робіт із використанням автомобільного крана КС-45717К-2Р. Під час переміщення збірних залізобетонних конструкцій існує ризик падіння вантажу через неправильне стропування, несправність вантажозахоплювальних пристроїв або порушення технології монтажу. Небезпека також виникає в зоні роботи крана, де можливе травмування працівників рухомими елементами машин та механізмів [10, 14].

Значна частина робіт виконується на висоті під час монтажу перекриттів, улаштування опалубки та бетонування конструкцій. У цих умовах існує ризик падіння працівників через відсутність або пошкодження захисних огорожень, слизькі поверхні, недостатнє освітлення чи порушення правил використання страхувальних засобів. Також небезпечним фактором є можливість падіння

інструменту або будівельних матеріалів із висоти на працівників, які знаходяться внизу [10, 14].

Під час роботи електроінструменту, бетонозмішувального обладнання та засобів механізації виникають підвищені рівні шуму та вібрації, які негативно впливають на працездатність і стан здоров'я працівників. Джерелом шуму є робота перфораторів, вібраторів для ущільнення бетонної суміші, та вантажопідіймальної техніки. Тривалий вплив шуму та вібрації може призвести до професійних захворювань, зниження уваги та підвищення ризику виробничого травматизму [42, 43].

До фізичних небезпечних факторів також належить небезпека ураження електричним струмом. Вона виникає під час використання переносного електроінструменту, тимчасових електромереж та електрообладнання будівельного майданчика. Причинами можуть бути пошкодження ізоляції кабелів, відсутність заземлення, підвищена вологість або недотримання вимог електробезпеки [26].

Серед хімічних шкідливих факторів необхідно відзначити вплив цементного пилу, вихлопних газів будівельної техніки, а також хімічних добавок до бетонних сумішей. Цементний пил утворюється під час приготування та подачі бетонної суміші, різання матеріалів і прибирання будівельного сміття. Потрапляння пилу до органів дихання та на шкіру може викликати подразнення, алергічні реакції та професійні захворювання [14].

Біологічні фактори на даному об'єкті виражені незначно, проте при тривалому перебуванні працівників у вологих умовах або при несвоєчасному прибиранні будівельного майданчика можливий розвиток грибків, плісняви та шкідливих мікроорганізмів [38].

До психофізіологічних факторів належать значні фізичні навантаження, нервово-емоційне напруження, монотонність окремих операцій та робота у несприятливих погодних умовах. Під час монтажних і бетонних робіт працівники

часто виконують операції у вимушеній позі, що призводить до швидкої втоми та зниження концентрації уваги [38].

Аналіз умов праці показує, що більшість небезпечних та шкідливих виробничих факторів можливо частково або повністю усунути шляхом впровадження організаційних та технічних заходів безпеки. Для цього необхідно забезпечити використання справних засобів механізації, засобів індивідуального захисту, захисних огорожень, справного електрообладнання, а також дотримання вимог технології виконання робіт і нормативних документів з охорони праці [14, 38, 45].

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Під час зведення експериментального котеджу за збірно-монолітною технологією виконуються роботи підвищеної небезпеки, пов'язані з монтажем збірних конструкцій, бетонуванням, використанням вантажопідіймальних механізмів, електроінструменту та виконанням робіт на висоті. Для забезпечення безпечних умов праці необхідно провести оцінювання ризиків реалізації потенційних небезпек на робочих місцях монтажників конструкцій [14, 45].

Оцінювання ризику виконано із застосуванням матричного методу оцінки ризиків. Даний метод дозволяє визначити ступінь небезпеки залежно від тяжкості можливих наслідків та ймовірності виникнення небезпечної події. Для класифікації ризику використовується матриця оцінки ризику, у якій враховуються категорії серйозності небезпеки та рівні ймовірності виникнення події [44, 50].

На основі аналізу технологічних процесів були визначені основні небезпеки для монтажників конструкцій під час виконання робіт [50].

Падіння працівника з висоти

Монтаж збірних елементів та улаштування монолітних ригелів виконуються на висоті із використанням риштувань, помостів та монтажних площадок. У разі відсутності огорожень або порушення правил використання страхувальних поясів можливе падіння працівника з висоти [14, 45].

Для даної небезпеки тяжкість наслідків оцінюється як катастрофічна (I), оскільки падіння з висоти може призвести до смертельного травмування. Ймовірність виникнення події - «час від часу» (C), оскільки роботи на висоті виконуються регулярно [50].

Індекс ризику - 1C, що відповідно до матриці оцінки ризику належить до категорії неприпустимого (надмірного) ризику.

Падіння збірних конструкцій або вантажу

Під час монтажу конструкцій існує небезпека падіння елементів через неправильне стропування, перевантаження крана або несправність вантажозахоплювальних пристроїв [14, 45].

Тяжкість наслідків визначається як катастрофічна (I), оскільки падіння залізобетонного елемента може призвести до смертельних травм. Ймовірність події оцінюється як віддалена (D) за умови дотримання правил експлуатації вантажопідіймальної техніки [50].

Індекс ризику - 1D, що належить до категорії небажаного (гранично допустимого) ризику.

Ураження електричним струмом

На будівельному майданчику використовується переносний електроінструмент, тимчасові електромережі та освітлення, що створює ризик ураження електричним струмом [38].

Тяжкість наслідків оцінюється як критична (II), оскільки ураження струмом може спричинити важкі травми або смерть. Ймовірність виникнення події - віддалена (D).

Індекс ризику - 2D, що відповідає категорії небажаного ризику.

Травмування ручним електроінструментом

Під час різання металу, свердління та монтажних операцій монтажники використовують ручний електроінструмент. Основними причинами травм є порушення правил експлуатації або несправність обладнання [38].

Тяжкість наслідків - гранична (III), ймовірність виникнення - вірогідна (B).

Індекс ризику - 3B, що належить до категорії небажаного ризику.

Вплив шуму та вібрації

Під час роботи бетонних вібраторів, перфораторів та іншого обладнання виникають підвищені рівні шуму й вібрації [42, 43].

Тяжкість наслідків - незначна (IV), ймовірність виникнення — вірогідна (B).

Індекс ризику - 4B, що належить до категорії припустимого ризику з перевіркою.

Падіння інструменту або матеріалів з висоти

Під час виконання монтажних робіт на висоті існує небезпека падіння ручного інструменту, елементів опалубки, арматури або інших будівельних матеріалів на працівників, які знаходяться нижче. Основними причинами виникнення даної небезпеки є ненадійне складування матеріалів, відсутність захисних бортів на настилах, порушення правил транспортування вантажів та неухважність працівників під час роботи [14, 45].

Наслідками падіння предметів можуть бути травми голови, кінцівок, забої або важкі механічні ушкодження. Для монтажників конструкцій дана небезпека є особливо актуальною через постійне перебування у зоні виконання вантажопідіймальних робіт та монтажу конструкцій [14].

Тяжкість наслідків оцінюється як гранична (III), оскільки травми можуть призвести до тимчасової втрати працездатності. Ймовірність виникнення події - «час від часу» (C), тому що роботи на висоті виконуються регулярно.

Індекс ризику - 3C, що відповідно до матриці оцінки ризику належить до категорії небажаного (гранично допустимого) ризику.

Запиленість повітря цементним пилом

Під час приготування бетонної суміші, різання будівельних матеріалів, виконання бетонних робіт та прибирання будівельного сміття у повітрі робочої зони утворюється цементний пил. Найбільшому впливу піддаються монтажники та бетонярі, які працюють безпосередньо біля місць подачі та укладання бетонної суміші [14].

Тривалий вплив цементного пилу може викликати подразнення слизових оболонок, органів дихання, алергічні реакції та професійні захворювання дихальної системи. Причинами виникнення даного фактора є недостатнє зволоження поверхонь, відсутність вентиляції та нехтування засобами індивідуального захисту [38].

Тяжкість наслідків визначається як незначна (IV), а ймовірність виникнення - «час від часу» (С), оскільки пил утворюється періодично при виконанні окремих технологічних операцій [50].

Індекс ризику - 4С, що належить до категорії припустимого без перевірки (знехтуваного) ризику.

Пожежа через коротке замикання або порушення правил безпеки

На будівельному майданчику використовується велика кількість тимчасових електромереж, переносного електроінструменту та освітлювального обладнання, що створює ризик виникнення пожежі внаслідок короткого замикання, перевантаження мережі або порушення правил пожежної безпеки [26, 40].

Основними причинами пожежі можуть бути пошкодження ізоляції кабелів, використання несправного електрообладнання, залишення увімкненого електроінструменту без нагляду або неправильне зберігання легкозаймистих матеріалів. Наслідками пожежі можуть стати опіки працівників, отруєння продуктами горіння, пошкодження обладнання та конструкцій об'єкта [40].

Тяжкість наслідків оцінюється як критична (II), оскільки пожежа може призвести до важких травм або значних матеріальних збитків. Ймовірність

виникнення події визначається як неймовірна (E) за умови дотримання правил пожежної безпеки.

Індекс ризику - 2E, що згідно з матрицею ризиків належить до категорії припустимого ризику з перевіркою (прийняттого).

Проведене дослідження показало, що найбільш небезпечними для монтажників конструкцій є роботи на висоті, монтаж збірних елементів та роботи з електрообладнанням [14, 45]. Частина визначених ризиків належить до категорії неприпустимих або небажаних, тому потребує впровадження комплексу організаційних і технічних заходів безпеки [38]. Реалізація запропонованих заходів дозволить зменшити ймовірність виникнення нещасних випадків, підвищити рівень безпеки праці та забезпечити безпечне виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті. Усі оцінки ризиків були записані у таблицю 4.1

Таблиця 4.1 Оцінки ризиків для монтажників

Небезпечний фактор	Можливі наслідки	Категорія безпеки	Ймовірність виникнення	Індекс ризику	Класифікація ризику	Заходи щодо зниження ризику
Падіння працівника з висоти під час монтажу конструкцій	Смертельні травми, важкі ушкодження	I катастрофічна	C час від часу	1C	Неприпустимий (надмірний)	Використання страхувальних поясів, огорожень, риштувань, проведення інструктажів
Падіння збірних конструкцій або вантажу	Важкі або смертельні травми	I катастрофічна	D віддалено	1D	Небажаний (гранично допустимий)	Контроль стропування, технічний огляд кранів, обмеження небезпечної зони
Ураження електричним струмом	Важкі травми, опіки, смертельний випадок	II критична	D віддалено	2D	Небажаний (гранично допустимий)	Заземлення обладнання, перевірка ізоляції кабелів, використання справного інструменту
Травмування ручним електроінструментом	Порізи, травми рук, пошкодження очей	III гранична	B вірогідно	3B	Небажаний (гранично допустимий)	Використання засобів індивідуального захисту, перевірка справності інструменту

Продовження таблиці 4.1

Вплив шуму та вібрації	Погіршення слуху, втома, зниження працездатності	IV незначна	В вірогідно	4В	Припустимий з перевіркою (прийнятний)	Використання навушників, обмеження часу роботи з віброінструментом
Падіння інструменту або матеріалів з висоти	Травми голови та кінцівок	III гранична	С час від часу	3С	Небажаний (гранично допустимий)	Встановлення захисних козирків, використання касок, огороження небезпечних зон
Запиленість повітря цементним пилом	Подразнення органів дихання, алергічні реакції	IV незначна	С час від часу	4С	Припустимий без перевірки (знехтуваний)	Використання респіраторів, зволоження поверхонь, вентиляція
Пожежа через коротке замикання або порушення правил безпеки	Опіки, пошкодження майна	II критична	Е неймовірно	2Е	Припустимий з перевіркою (прийнятний)	Забезпечення вогнегасниками, контроль стану електромереж, дотримання пожежних вимог

4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування

Під час зведення експериментального котеджу за збірно-монолітною технологією виникає значна кількість небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників та призводити до виникнення виробничого травматизму. Для забезпечення безпечних умов праці необхідно передбачити комплекс організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на зниження рівня ризику реалізації потенційних небезпек та покращення умов праці на будівельному майданчику [14, 38].

Основними небезпечними факторами при виконанні монтажних та монолітних робіт є падіння працівників з висоти, падіння вантажів та інструменту, ураження електричним струмом, підвищені рівні шуму та вібрації, запиленість повітря робочої зони, а також небезпека виникнення пожежі [14, 40, 42, 43]. Відповідно до проведеної оцінки ризиків найбільш небезпечними є роботи на висоті та монтаж збірних конструкцій, які мають неприпустимий або гранично допустимий рівень ризику, тому для них необхідно передбачити першочергові технічні та організаційні заходи [50].

Організаційні заходи з охорони праці

Для забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних робіт необхідно організувати систему управління охороною праці на будівельному майданчику [38, 48]. До виконання робіт допускаються лише працівники, які пройшли вступний та первинний інструктаж, навчання з охорони праці, медичний огляд та перевірку знань безпечних методів праці [14, 48].

Для монтажників конструкцій необхідно розробити та видати інструкції з охорони праці відповідно до характеру виконуваних робіт. Особлива увага приділяється інструктажам щодо безпечного виконання робіт на висоті, користування вантажопідіймальними механізмами та електроінструментом [14, 45].

На будівельному майданчику необхідно застосовувати знаки безпеки та сигнальні кольори відповідно до вимог нормативних документів [14]. Небезпечні зони роботи кранів, місця виконання монтажних робіт та проходи повинні бути огорожені та позначені попереджувальними знаками [45].

Для зниження психофізіологічного навантаження необхідно передбачити раціональний режим праці та відпочинку працівників. Роботи з підвищеним фізичним навантаженням або роботи в несприятливих погодних умовах повинні виконуватись із регламентованими перервами. Тривалість роботи з вібраційним обладнанням необхідно обмежувати відповідно до вимог охорони праці [42].

Важливим організаційним заходом є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Монтажники повинні бути забезпечені захисними касками, спецодягом, рукавицями, захисним взуттям, страхувальними поясами, респіраторами та засобами захисту органів слуху [14, 45].

Технічні заходи щодо зниження ризику падіння працівників з висоти

Оскільки ризик падіння працівників з висоти належить до категорії неприпустимого, необхідно впровадити комплекс технічних та архітектурно-планувальних заходів [10].

Для виконання монтажних робіт слід використовувати інвентарні риштування, помости та монтажні площадки заводського виготовлення [14, 45]. Робочі настили повинні мати достатню ширину, бути обладнаними захисними огороженнями висотою не менше 1,1 м та бортовими дошками для запобігання падінню інструменту та матеріалів [14].

При виконанні робіт на висоті монтажники повинні використовувати страхувальні системи із закріпленням до надійних анкерних точок [45]. У місцях можливого падіння працівників необхідно встановлювати захисні сітки або тимчасові огороження [14].

Для безпечного переміщення працівників між робочими зонами необхідно передбачити тимчасові сходи та перехідні містки з неслизьким

покриттям. Робочі місця повинні бути очищені від сміття та сторонніх предметів [14].

Заходи щодо безпечного виконання монтажних робіт

Для зниження ризику падіння вантажів та конструкцій необхідно використовувати справні вантажозахоплювальні пристрої, стропи та монтажне обладнання, які пройшли технічний огляд [14, 45]. Монтаж конструкцій повинен виконуватись відповідно до технологічних карт та схем стропування [10].

Небезпечна зона роботи крана повинна бути огорожена сигнальною стрічкою та попереджувальними знаками [14]. Забороняється перебування працівників під піднятим вантажем або в зоні його можливого падіння [45].

Для складування збірних конструкцій необхідно передбачити рівні майданчики з твердим покриттям. Конструкції повинні встановлюватись на інвентарні підкладки та закріплюватись від перекидання [14].

Заходи щодо забезпечення електробезпеки

На будівельному майданчику необхідно забезпечити відповідність тимчасових електромереж вимогам електробезпеки. Усі металеві частини електрообладнання повинні бути заземлені [26].

Для живлення переносного електроінструменту необхідно застосовувати захисні вимикачі та пристрої захисного відключення. Кабелі тимчасових мереж повинні прокладатися у захисних коробах або на опорах для запобігання механічному пошкодженню [26].

Переносне освітлення у вологих умовах повинно працювати від пониженої напруги. Регулярно необхідно проводити перевірку стану ізоляції кабелів, справності електроінструменту та опору заземлення [26].

Заходи щодо зниження рівня шуму та вібрації

Для зниження рівня шуму та вібрації рекомендується використовувати сучасне обладнання з пониженими шумовими характеристиками. Бетонні вібратори, та перфоратори повинні проходити регулярне технічне обслуговування [42, 43].

Робочі місця з підвищеним рівнем шуму необхідно по можливості розташовувати на відстані від зон постійного перебування працівників. Працівники повинні використовувати навушники або протишумові вкладиші [43].

Тривалість роботи з вібраційним інструментом повинна бути обмежена, а працівникам необхідно надавати регламентовані перерви для відпочинку [42].

Заходи щодо нормалізації мікроклімату та зниження запиленості

Для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату у закритих приміщеннях необхідно передбачити природну або примусову вентиляцію. У холодний період року побутові приміщення для працівників повинні обігріватися [14].

Для зменшення концентрації цементного пилу необхідно здійснювати періодичне зволоження поверхонь та будівельного сміття. При виконанні робіт, пов'язаних із різанням матеріалів або приготуванням бетонної суміші, працівники повинні використовувати респіратори та захисні окуляри [38].

Будівельний майданчик необхідно регулярно очищати від сміття та залишків будівельних матеріалів для покращення санітарно-гігієнічних умов праці [14].

Заходи щодо забезпечення нормативного освітлення

Для безпечного виконання робіт у вечірній час або в умовах недостатнього природного освітлення необхідно передбачити систему тимчасового освітлення будівельного майданчика [41].

Освітлення проходів, робочих зон, місць монтажу конструкцій та складування матеріалів повинно відповідати вимогам чинних нормативних документів. Світильники повинні мати захисні плафони та бути захищеними від механічних пошкоджень [26, 41].

Заходи пожежної безпеки

Для попередження виникнення пожеж необхідно забезпечити будівельний майданчик первинними засобами пожежогасіння - вогнегасниками, пожежними щитами та ящиками з піском [40, 46].

Горючі та легкозаймисті матеріали повинні зберігатися у спеціально відведених місцях на безпечній відстані від джерел відкритого вогню. Паління на території будівельного майданчика дозволяється лише у спеціально обладнаних місцях [40, 46].

Працівники повинні проходити інструктажі з пожежної безпеки та знати порядок дій у разі виникнення пожежі або аварійної ситуації [40, 46, 48].

Запропоновані організаційні, технічні та архітектурно-планувальні заходи дозволяють значно знизити рівень виробничого травматизму, покращити умови праці працівників та забезпечити безпечне виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення експериментального котеджу за збірно-монолітною технологією.

4.5 Висновок

У розділі «Охорона праці» було розглянуто основні питання забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці під час зведення експериментального котеджу за збірно-монолітною технологією. Проведено аналіз законодавчих і нормативно-правових актів у галузі охорони праці, що регламентують організацію безпечного виконання будівельно-монтажних робіт, використання вантажопідіймальної техніки, електрообладнання та виконання робіт на висоті.

У ході аналізу умов праці на будівельному майданчику були визначені основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для монтажників конструкцій, а саме: падіння працівників з висоти, падіння вантажів та інструменту, ураження електричним струмом, підвищені рівні шуму і вібрації, запиленість повітря цементним пилом, а також небезпека виникнення пожежі. Встановлено причини виникнення зазначених факторів та їх можливий вплив на здоров'я і працездатність працівників.

За допомогою матричного методу оцінювання ризиків було проведено дослідження ризику реалізації потенційних небезпек. Визначено ступені ризику для основних небезпечних ситуацій та встановлено, що найбільш небезпечними є роботи на висоті та монтаж збірних конструкцій, які

відносяться до категорії неприпустимих або гранично допустимих ризиків і потребують впровадження комплексу спеціальних заходів безпеки.

На основі проведеного аналізу розроблено організаційні, технічні та архітектурно-планувальні заходи, спрямовані на покращення умов праці та зниження рівня виробничого травматизму. Запропоновані заходи передбачають використання сучасних засобів механізації, захисних огорожень, страхувальних систем, засобів індивідуального захисту, забезпечення електро- та пожежної безпеки, нормалізацію мікроклімату, зниження шуму та запиленості, а також організацію навчання та інструктажів працівників.

Реалізація запропонованих заходів дозволить забезпечити безпечні умови праці на будівельному майданчику, знизити ймовірність виникнення нещасних випадків і професійних захворювань, підвищити ефективність праці та забезпечити надійне й безпечне виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення експериментального котеджу за збірно-монолітною технологією.

Список використаних джерел

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна №1 К. : Мінбуд України, 2006. 75 с.
3. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : Мінрегіон України, 2022. 31 с.
4. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України : Мінрегіон України, 2014. 110 с.
5. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності) : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 14 с.
6. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2016–10–31]. : Мінрегіон України, 2016. 39 с.
7. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1 : Мінрегіон України, 2018. 30 с.
8. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019–01–19]. Зі Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 51 с.
9. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.
10. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 46 с.
11. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Із Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України. 2022. 103 с.

12. Інноваційні технології каркасного будівництва : навч. посібник / Г.М. Тонкачєєв, О.С. Молодід, В.Г. Тонкачєєв, О.Г. Шандра : Під ред. проф. Г.М. Тонкачєєва. К.: Видавництво Ліра-К. 2024. 316 с.
13. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : Мінрегіон України, 2018. 36 с.
14. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. - Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 116 с.
15. ДБН В.2.6:220-2017. Покриття будівель і споруд. : Мінрегіон України, 2018. 43 с.
16. ДСТУ Б В.2.6-53:2008 Конструкції будинків і споруд. Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для будівель і споруд. Технічні умови. : Мінрегіонбуд України, 2008. 27 с.
17. ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016 Настанова з виконання робіт із застосуванням сухих будівельних сумішей: Мінрегіон України, 2016. 52 с.
18. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT) : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 118 с.
19. ДСТУ Б В.2.6-11:2011 Блоки дверні металеві протиударні вхідні в квартири. Загальні технічні умови : Мінрегіон України, 2012. 18 с.
20. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Зі Зміною № 1 : Мінрегіон України, 2013. 105 с.
21. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Зі Зміною № 1 : Мінрегіон України, 2013. 128 с.
22. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування : Мінрегіон України, 2013. 149 с.
23. ДСТУ EN 50173-4:2022 Інформаційні технології. Загальні кабельні системи. Частина 4. Будинки (EN 50173-4:2018, IDT) : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 46 с.

24. ДСТУ EN 50174-2:2019 Інформаційні технології. Кабельні установки. Частина 2. Планування та практика встановлення в будівлях (EN 50174-2:2018, IDT) : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 82 с.
25. ДБН В.2.5-23:2025 Проєктування електроустановок житлових будинків та громадських будівель і споруд : Мінрегіон України, 2025. 67 с.
26. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання) : Форт, 2017. 760 с.
27. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. Зі Зміною № 1 : Мінрегіон України, 2018. 61 с.
28. ДБН В.2.1-10-2009 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення проєктування : Мінрегіонбуд України, 2009. 83 с.
29. ПК SCAD. Система автоматизованого розрахунку та проєктування конструкцій. URL: <https://scadsoft.com/> (дата звернення: 03.06.2026).
30. ДБН А.1.1-1:2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 16 с.
31. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 26 с.
32. ДСТУ-Н Б В 2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2013. 98 с.
33. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій. [Чинний від 2016-04-01]. К. : Мінрегіон України, 2015. 62 с.
34. Автокран КС-45717К-2Р. Каталог технічних характеристик. URL: <https://kievspecteh.com/catalog/25-tonn/ks-45717k-2r-0> (дата звернення: 11.06.2026).

35. Екскаватор-навантажувач JCB 3CX. Каталог виробника. URL: <https://cml.ua/wp-content/uploads/2024/11/3CX-4CX-Ekskavatory-navantazhuvachi.pdf> (дата звернення: 11.06.2026).

36. Оптимізація кладки з керамоблоків у каркасній будівлі / Ольховіков В.В. , Бутнік С.В. XIX Всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти «сталий розвиток міст: поствоєнний період» частина III с. 236-238. URL: https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2026/Tezi%20konferencij/C.%203%20Budivnictvo%20zemleustrij%20ta%20civilna%20inzeneria_26.pdf

37. ДСТУ 9243.4:2023. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 59 с.

38. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 31 с.

39. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.

40. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. – Київ : МВС України, 2015. : МВС України, 2015. 47 с.

41. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. : Мінрегіон України, 2018. 133 с.

42. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. – Київ : МОЗ України, 1999. : МОЗ України, 1999. 29 с.

43. ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – Київ : МОЗ України, 1999. : МОЗ України, 1999. 34 с.

44. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. : Мінекономрозвитку України, 2015. 18 с.

45. НПАОП 45.2-7.03-17. Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках. – Київ : Держпраці України, 2017. : Держпраці України, 2017. 14 с.

46. Кодекс цивільного захисту України (від 02.10.2012 № 5403-VI). Відомості Верховної Ради України. 2013. № 34–35. Ст. 458.

47. Кодекс законів про працю України. – Київ : Парламентське видавництво, 2021. 120 с.

48. Закон України «Про охорону праці» №2694-XII від 14.10.1992 р. зі змінами та доповненнями. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668.

49. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» №1105-XIV від 23.09.1999 р. Відомості Верховної Ради України. 1999. № 46–47. Ст. 403.

50. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти Харків - ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024.

51. Теліченко О.І., Нагорний М.В. Зведення і монтаж будівель та споруд : навч. пос. Суми : Видавництво СНАУ, 2020. 197 с.

52. Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. пос. / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачєєв та ін.; За ред. В. К. Черненка. Вид. 1-ше і 2-ге. видання К.: Горобець, 2011. 372 с.

53. Почапський М.Д., Бутнік С.В, Помазан М.Д. Аналіз тривалості монтажу збірного-монолітного каркасу малоповерхового будинку. *Сучасне будівництво та архітектура*. 2026. 36. 15, с. 117-128. URL: <https://visnyk-odaba.org.ua/2026-15/15-12.pdf>

54. Перспективи збірно-монолітного будівництва для відновлення об'єктів в Україні / Почапський М. Д., Бутнік С. В., Помазан М. Д. *Будівельне виробництво* 2022. №74. С. 35-41 URL: <https://doi.org/10.36750/2524-2555.74.35-41>

55. М.Д. Почапський, С.В. Бутнік. Аналіз нормативної трудомісткості зведення збірно-монолітних конструкцій. *Municipal economy of cities. Series: «Economy science»*. 2025. №189. с. 258-265. URL: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2025-1-189-258-265>

56. Pochapskyi M.D., Butnik S.V., Pomazan M.D., Hovorukha I.V. Improving the technological of precast-monolithic structures. *Науковий вісник будівництва*. 2025. Випуск № 113. с. 80-89. URL: doi.org/10.33042/2311-7257.2025.113.1.10

57. Бутнік С.В., Помазан М.Д., Почапський М.Д. Аналіз рішень сучасного збірно-монолітного будівництва// Тези доповіді ІХ Міжнародної науково технічна конференції “Ефективні технології в будівництві”. КИЇВ - 16-17 жовтня 2024. с. 110-111 URL: https://drive.google.com/file/d/1TpA1Hh7c71ChP79W55YV0wPz_pUvVnWz/view

58. Почапський М.Д., Бутнік С.В., Помазан М.Д. Алгоритм вдосконалення конструктивно-технологічних рішень будівель та споруд. X Міжнародна науково-технічна конференція “Ефективні технології в будівництві”. С.127-128. URL: <https://drive.google.com/file/d/1h5Zrq3IXNGrt06JuGw2-5oeijf26i8SX/view>

59. Методичні рекомендації до проведення практичного заняття та організації самостійної роботи на тему «Розрахунок потокової організації робіт із цегляної кладки стін житлового будинку» з навчальної дисципліни «Технологія будівельного виробництва» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія). Бутнік, С.В. та Говоруха, І.В. та Алейнікова, А.І. Харків: ХНУМГ, 2025. 14 с. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/68632/>

60. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи для здобувачів вищої освіти з дисципліни «Технологія будівельного виробництва» тема «Земляні роботи при улаштуванні котловану» для спеціальності 192

«Будівництво та цивільна інженерія» професійне спрямування «Промислове і цивільне будівництво», «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» / уклад. : С. В. Бутнік, І. В. Говоруха. Харків: ХНУБА, 2022. 25 с.

URL: https://knameedu-my.sharepoint.com/personal/inna_hovorukha_kname_edu_ua/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Finna%5Fhovorukha%5Fkname%5Fedu%5Fua%2FDocuments%2F%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B8%2F%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B8%2F%D0%A2%D0%91%D0%92%5F%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Finna%5Fhovorukha%5Fkname%5Fedu%5Fua%2FDocuments%2F%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B8%2F%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B8&ga=1

61. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності G19 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»). : К.В. Спіранде, С.В. Бутенко, С.В. Бутнік, В.А. Александрович, О.В. Кабусь. О.В. Харків: ХНУМГ, 2026. 31 с. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/76061/1/2026%20341%D0%9C%20%D0%A0%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D0%B7.%20%D0%A1%D0%BF%D1%96%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B5%20%D0%9A.%20%D0%92.pdf>