

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Факультет транспорту та будівництва
Кафедра будівництва, урбаністики та просторового планування

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи

освітній ступінь бакалавр
(бакалавр, магістр)

спеціальність 192 - будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

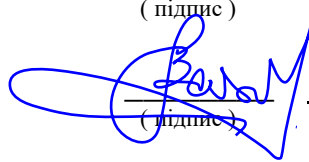
на тему Будівництво 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардними пентхаузами у м. Кам'янське.

Виконав: студент групи МБГ-22з


(підпис)

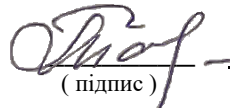
К.С. Кочева
(ініціали і прізвище)

Керівник


(підпис)

В.І. Доненко
(ініціали і прізвище)

Завідувач кафедри


(підпис)

Г.О. Татарченко
(ініціали і прізвище)

Рецензент: проф. Г.О. Татарченко

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет транспорту та будівництва

Кафедра будівництва, урбаністики та просторового планування

Освітній ступінь бакалавр

(бакалавр, магістр)

спеціальність 192 - будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____

(назва спеціалізації)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Г.О. Татарченко

“ _____ ” _____ 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ ВИПУСКНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кочева Катерина Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Будівництво 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардними пентхаузами у м. Кам'янське

Керівник роботи Доненко Василь Іванович, д.т.н., професор

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

затверджений наказом університету від "12" травня 2026 року № 105/16

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) архітектурно-конструктивні рішення малоповерхового житлового будинку,

інженерно-геологічні умови майданчика у м. Кам'янське (просадні лесові ґрунти другого типу), кліматологічні характеристики району, рекомендована література.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): розділ 1, архітектурні рішення; розділ 2, розрахунково-конструктивні рішення (несучі стіни, перекриття, крокв'яна система мансарди); розділ 3, основи та фундаменти (стрічковий монолітний фундамент на ґрунтовій подушці); розділ 4, організаційно-технологічні рішення, технологічна карта, календарний план, будгенплан, заходи з охорони праці.

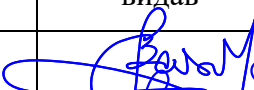
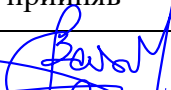

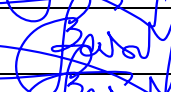

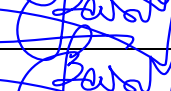


5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників) _____

Аркуш 1: Архітектурний, фасади, плани поверхів, розрізи. Аркуш 2: Генплан з благоустроєм території.

Аркуш 3: Конструктивний, план мансарди, крокв'яна система, вузли. Аркуш 4: Основи та фундаменти, інженерно-геологічний розріз, стрічковий фундамент.

Аркуш 5: Технологічна карта на влаштування крокв'яної системи. Аркуш 6: Календарний графік виконання робіт. Аркуш 7: Будгенплан.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Доненко В.І.		
2	Доненко В.І.		
3	Доненко В.І.		
4	Доненко В.І.		

7. Дата видачі завдання "12" травня 2026 року

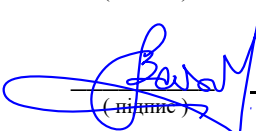
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної випускної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Архітектурно-будівельний розділ	01.05-10.05	
2	Розрахунково-конструктивний розділ	11.05-20.05	
3	Основи та фундаменти	21.05-31.05	
4	Організаційно-технологічний розділ (з питаннями охорони праці)	01.06-08.06	
	Оформлення пояснювальної записки	09.06-12.06	
	Оформлення графічної частини роботи	13.06-15.06	

Студент


 (підпис) К.С. Кочева
 (ініціали і прізвище)

Керівник роботи


 (підпис) В.І. Доненко
 (ініціали і прізвище)

АНОТАЦІЯ

Кочева К. С. Кваліфікаційна робота на тему: «Будівництво 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардними пентхаузами у м. Кам'янське». Спеціальність 192 «Будівництво і цивільна інженерія». Освітня програма: «Будівництво і цивільна інженерія». Київ: Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2026 р.

Архітектурно-будівельний розділ кваліфікаційної роботи містить об'ємно-планувальне вирішення односекційного житлового будинку зі змішаним складом квартир і дворівневими мансардними пентхаузами, теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожувальних конструкцій (стіни, покрівлі, перекриття над підвалом) для кліматичних умов м. Кам'янське, характеристику основних конструктивних елементів та інженерних систем проєктованої будівлі, перевірку інсоляції житлових приміщень.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано збір постійних, довготривалих та короточасних навантажень на конструкції покриття і перекриттів, виконано розрахунок несучих елементів дерев'яної мансардної крокв'яної системи з підбором перерізів і перевіркою прогину, проаналізовано інженерно-геологічні умови майданчика будівництва, обрано тип фундаменту і визначено глибину його закладання. Запроєктовано монолітний стрічковий залізобетонний фундамент з ґрунтовою подушкою з ущільненого суглинку, виконано розрахунок осідання основи методом пошарового підсумовування та перевірку фундаменту за міцністю з підбором робочої арматури.

У третьому розділі розроблено технологічну карту на влаштування дерев'яної крокв'яної системи покрівлі з брусів. Виконано підбір монтажного крана, складено калькуляцію трудовитрат за чинними виробничими нормами, побудовано графік виконання робіт,

сформульовано вимоги до якості та приймання робіт, визначено матеріально-технічні ресурси, описано заходи з охорони праці і техніки безпеки.

У четвертому розділі (організація будівництва) опрацьовано комплекс організаційно-технологічних рішень для зведення повного обсягу будівлі: складено калькуляцію трудовитрат на 25 видів будівельно-монтажних робіт за нормами ДСТУ та ЄНіР, побудовано календарний і мережевий графіки виконання робіт, графік руху робітників, спроєктовано будівельний генеральний план з обґрунтуванням розміщення тимчасових будівель і споруд, доріг, складів, мереж тимчасового водо- і електропостачання. Виконано розрахунки потреби у трудових ресурсах, тимчасових спорудах, складських площах, потужності трансформатора, витраті води. Сформульовано заходи з охорони праці і пожежної безпеки на майданчику. Визначено основні техніко-економічні показники.

Ключові слова: житловий будинок, мансардний пентхауз, крокв'яна система, ґрунтова подушка, стрічковий фундамент, технологічна карта, будгенплан, календарний графік, охорона праці.

Загальна кількість сторінок 108, кількість таблиць 23, кількість рисунків 24, використаних джерел 61.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	16
1.1 Вихідні дані	16
1.2 Об'ємно-планувальне рішення.....	20
1.3 Конструктивні рішення	24
1.4 Інженерне обладнання будівлі.....	31
1.5 Перевірка інсоляції житлових приміщень.....	35
1.6 Техніко-економічні показники	36
Висновки до розділу 1	36
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина.....	38
2.1 Конструктивна схема будівлі.....	38
2.2 Збір навантажень на покриття	38
2.3 Розрахунок несучих елементів покриття.....	40
2.4 Підбір перерізу крокв'яних ніг	41
2.5 Інженерно-геологічні умови майданчика.....	42
2.6 Проектування основи з ґрунтовою подушкою	44
2.7 Збір навантажень на фундамент	47
2.8 Визначення глибини закладання фундаменту	49
2.9 Визначення розмірів підшви фундаменту.....	49
2.10 Визначення зусиль у фундаменті з перехресних стрічок	50
2.11 Розрахунок робочої арматури.....	53
Висновки до розділу 2	54
Розділ 3. Технологічна карта на влаштування мансардної крокв'яної системи	56
3.1 Сфера застосування технологічної карти.....	56
3.2 Технологія і організація виконання робіт	58
3.3 Підбір монтажного крана	62
3.4 Калькуляція трудовитрат	64

3.5 Графік виконання робіт	65
3.6 Вимоги до якості і приймання робіт	65
3.7 Матеріально-технічні ресурси	68
3.8 Заходи з охорони праці і техніки безпеки	69
3.9 Техніко-економічні показники	71
Висновки до розділу 3	71
Розділ 4. Організація будівництва	73
4.1 Загальні положення.....	73
4.2 Характеристика об'єкта	74
4.3 Вибір методів виконання робіт.....	75
4.4 Калькуляція трудових витрат на будівництво	76
4.5 Календарний графік виконання робіт	79
4.6 Мережевий графік і критичний шлях	84
4.7 Будівельний генеральний план.....	84
4.8 Розрахунок потреби у тимчасових будівлях і спорудах	86
4.9 Розрахунок складів	88
4.10 Розрахунок потужності трансформатора.....	89
4.11 Визначення потреби у воді	91
4.12 Техніко-економічні показники організації будівництва.....	92
4.13 Заходи з охорони праці на будівельному майданчику.....	93
4.14 Заходи з пожежної безпеки.....	94
4.15 Перспективи застосування ВІМ-технологій	95
Висновки до розділу 4	97
Висновки	99
Список використаної літератури	103

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному ринку житлової нерухомості в Україні формується стійкий інтерес до форматів забудови, що поєднують комфорт багатоквартирного будинку з рівнем приватності та якості, характерним для індивідуального житла. Одним з таких форматів є малоповерхові односекційні будинки з невеликою кількістю квартир, окремими помешканнями підвищеної комфортності та дворівневими мансардними апартаментами, відомими як пентхаузи. Подібні об'єкти дозволяють раціонально використати площу земельної ділянки в умовах щільної міської забудови, забезпечити індивідуальну орієнтацію та інсоляцію кожної квартири, створити архітектурно виразний об'єм будівлі. У результаті повномасштабної збройної агресії значна частина житлового фонду України зазнала пошкоджень або потребує заміни; відбудова сприятиме збільшенню обсягів введення в експлуатацію саме малоповерхового житла, яке поєднує помірну собівартість зведення з високими споживчими характеристиками [26, 40].

Сучасний малоповерховий будинок з мансардою має низку ключових переваг порівняно з будинком тієї самої поверховості без мансардного рівня. По-перше, ефективно використовується горищний простір, який у традиційному рішенні залишається технічним. По-друге, формується виразний силует будівлі, який добре вписується у вже сформоване архітектурне середовище історичної забудови. По-третє, мансарда формує особливий тип житлових приміщень з нахиленими стінами і верхнім освітленням, що цінується як архітектурна перевага. По-четверте, при правильному вирішенні теплоізоляції покрівлі за ДБН В.2.6-31:2021 [30] мансарда забезпечує комфортні параметри мікроклімату цілорічно.

Місто Кам'янське (колишній Дніпродзержинськ), розташоване у середній течії Дніпра, має значний промисловий потенціал і одночасно потребує оновлення житлового фонду в районах сформованої забудови. Будівництво малоповерхових односекційних будинків у вільних ділянках кварталів дозволяє органічно доповнити існуючу структуру міста, забезпечити житлом працівників промислових підприємств та осіб, які бажають проживати в зручному транспортному радіусі від центру. Згідно з ДБН Б.2.2-12:2019 [13] планувальна структура подібних об'єктів має формувати належні зв'язки із прилеглими територіями, забезпечувати доступ автотранспорту, пожежної та комунальної техніки, а також враховувати інклюзивність відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 [27].

Інженерно-геологічні умови Придніпров'я визначаються широким поширенням просадних лесових ґрунтів другого типу за просадністю, що потребує спеціальних рішень з підготовки основи. Серед поширених підходів виділяють: влаштування ґрунтових подушок з ущільненого суглинку, ущільнення просадної товщі важкими трамбівками, прорізання просадного шару пальовими фундаментами, силікатизацію або цементацію ґрунтової основи. Вибір способу базується на потужності просадної товщі, типі ґрунтових умов за просадністю, відповідальності будівлі та економічних міркуваннях [24]. Для проєктованого об'єкта прийнято комплексне рішення: ґрунтова подушка завтовшки 2,0 м з ущільненого суглинку у поєднанні з монолітним стрічковим фундаментом перехресної системи балок.

У роботі питання архітектурно-планувальних, конструктивних і організаційно-технологічних рішень опрацьовуються комплексно: архітектурно-планувальні рішення підпорядковані функціональним потребам мешканців, конструктивні рішення забезпечують міцність і експлуатаційну придатність будівлі при специфічних ґрунтових умовах, організаційно-технологічні рішення спрямовані на скорочення термінів будівництва і забезпечення безпеки робіт згідно з ДБН А.3.1-5:2016 [9] та

ДБН А.3.2-2-2009 [10]. Передпроектна стадія опирається на матеріали інженерних вишукувань, виконаних відповідно до ДБН А.2.1-1:2014 [6], і документації за складом, регламентованим ДБН А.2.2-3:2014 [8] з оцінкою впливів на навколишнє середовище за ДБН А.2.2-1:2021 [7]. Просторове розміщення об'єкта в системі міста узгоджується з містобудівною документацією за ДБН Б.1.1-14:2021 [11].

Огляд джерел і аналогів. Загальні питання архітектурного проектування малоповерхових житлових будинків з мансардними поверхами розглядаються у роботі Гетун Г. В. [40], в якій сформовано принципи об'ємно-планувального вирішення житла різного типу і опрацьовано конструктивні схеми мансардних об'ємів. Просторова організація міських систем та підходи до забудови висвітлені у монографії Габреля М. М. [39]. Сучасні підходи до проектування міських територій узагальнено у двочастинних виданнях за редакцією Семенова В. Т., Линник І. Е., Бабаєва В. М. та інших [51, 52]; реконструкція цивільних та промислових будівель і споруд представлена у виданні [54]. Питання реконструкції міських територій з акцентом на оновлення житлового фонду розглянуто у Жидковій Т. В. [53]. Інженерний благоустрій територій, що супроводжує житлову забудову, опрацьовано у Русанової І. В., Шульги Г. М. [55]. Будівельна фізика, на якій ґрунтується теплотехнічне обчислення огорожувальних конструкцій, висвітлено у підручнику Жидкової Т. В., Апатенко Т. А. [44]; класичним довідником для типового проектування житлових і громадських будинків залишається видання за редакцією Дыховичного Ю. А. [45] та Маклакової Т. Г. [48].

Питання технології будівельного виробництва, у тому числі влаштування дерев'яних дахових конструкцій, висвітлено у посібниках Гуденка В. М. [42] та Черненка В. К., Ярмоленка М. Г. [60]. Сучасні технології в будівництві опрацьовано у виданні за участю Менайлюка О. І., Дорофєєва В. С. та інших [49]. Загальні принципи організації будівельного

виробництва з калькуляцією трудовитрат, плануванням графіків і бюджетів викладено у Киринос В. М., Залуніна В. Ф., Дадіверіної Л. М. [46] та Ушацького С. А. з співавторами [58]. Сучасні підходи до управління будівництвом і застосування мережевих моделей опрацьовано у виданні «Організація та управління будівництвом» за редакцією Тугая О. А. [50]. Економіка будівництва, що визначає бюджет і кошторисні розрахунки, висвітлена у Губара Л. С. [41]; правила визначення вартості будівництва регламентовано ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 [35]. Моделі управління ринковою вартістю будівельних підприємств викладено у монографії Сорокіної Л. В. [57]; складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників, у Шилова Є. Й. з співавторами [61].

Розрахунок металевих конструкцій, який виходить за межі цієї роботи, проте є базовим для подальшого вдосконалення проєктів сталевих каркасів мансардних дахів, представлений у двотомних виданнях Білика С. І., Шимановського О. В., Лавріненка Л. І. та інших [37, 38] і у Склярів І. О., Тонкачєєв В. Г., Склярєва Т. С. [56]. Класичні підходи до металевих конструкцій узагальнено у Клименко Ф. Є., Барабаша В. М., Стороженка Л. І. [47]. Сучасним напрямом, що має суттєвий потенціал у проєктуванні мансардних об'ємів і складних дахових конструкцій, є застосування ВІМ-технологій; принципи їх використання для металевих елементів висвітлено у Цюпина Є. І. [59]. Розрахунок і конструювання залізобетонних елементів регламентуються ДБН В.2.6-98:2009 [31], а кам'яних і армокам'яних, ДБН В.2.6-162:2010 [32]; сталевих конструкцій, ДБН В.2.6-198:2014 [33].

Діагностика і паспортизація конструкцій, ключове питання при відновленні житлового фонду у післявоєнний період, розглянуто у підручнику Бабича Є. М., Каравана В. В., Бабича В. Є. [36]. Містобудівні інформаційні системи та містобудівний кадастр, без яких неможливе сучасне планування забудови, висвітлено у Дьоміна М. М., Сингаївської О. І. [43]. Бібліографічні вимоги до оформлення посилань регламентуються ДСТУ 8302:2015 [4]. Класифікація наслідків (відповідальності) будівель за

ДСТУ 8855:2019 [5] визначає категорію відповідальності проєктованого об'єкта і відповідно вимоги до розрахунків. Загальні принципи забезпечення надійності і конструктивної безпеки регламентовано ДБН В.1.2-14:2018 [23]. Окремі базові вимоги до будівель і споруд, механічний опір, пожежна безпека, гігієна, доступність, захист від шуму та вібрації, енергозбереження, висвітлено у серії ДБН В.1.2-6...11:2021 [17, 18, 19, 20, 21, 22]. Висотні будівлі регламентуються окремим ДБН В.2.2-41:2019 [28], громадські, ДБН В.2.2-9:2018 [25]. Загальні питання захисту від небезпечних геологічних процесів і кліматології викладено у ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [34] і у ДБН В.1.2-2:2006 [16] щодо навантажень. Будівництво у сейсмічних районах України регламентовано ДБН В.1.1-12:2014 [15], пожежна безпека об'єктів будівництва, ДБН В.1.1-7:2016 [14]. Природне і штучне освітлення регулюється ДБН В.2.5-28:2018 [29]. Загальні правові засади будівельної діяльності формуються Законом України «Про будівельні норми» [1], Законом «Про регулювання містобудівної діяльності» [2] та Законом «Про охорону праці» [3]. Окремі питання благоустрою територій регламентовано ДБН Б.2.2-5:2011 [12].

Серед аналогів запроєктованого об'єкта можна виділити малоповерхові житлові комплекси з мансардними поверхами, реалізовані у містах Дніпропетровської області у 2018-2024 роках: житловий комплекс «Європейський» у Дніпрі (4-поверховий з мансардою, 16 квартир), таунхауси «Сонячна долина» у с. Нижня Хортиця Запорізького району (3-поверхові секції з мансардою), житловий комплекс «Срібний» у Кам'янському (4-поверхова двосекційна забудова). Спільними рисами таких проєктів є цегляне мурування з ефективним утеплювачем, дерев'яні крокв'яні системи з утепленням мінеральною ватою або екструдованим пінополістиролом, скатна покрівля з рулонної або композитної черепиці. Запропонований у роботі об'єкт враховує позитивний досвід цих об'єктів і пристосовує його до інженерно-геологічних умов конкретного майданчика з просадними лесовими ґрунтами.

Мета і завдання роботи

Мета роботи: розроблення комплексу проєктних рішень для зведення 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардними пентхаузами у місті Кам'янське з урахуванням специфічних інженерно-геологічних і кліматичних умов майданчика.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються такі завдання:

- опрацювати об'ємно-планувальне рішення малоповерхового односекційного житлового будинку зі змішаним складом квартир, включно з дворівневими мансардними пентхаузами на верхньому рівні;
- виконати теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожувальних конструкцій (стіни, покрівлі мансарди, перекриття над підвалом) для кліматичних умов м. Кам'янське відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 [30];
- виконати перевірку інсоляції житлових приміщень за ДБН Б.2.2-12:2019 [13];
- виконати збір навантажень на покриття та перекриття будівлі за ДБН В.1.2-2:2006 [16], розрахувати несучі елементи мансардної крокв'яної системи з підбором перерізів і перевіркою прогину;
- проаналізувати інженерно-геологічні умови майданчика будівництва, обрати тип фундаменту і виконати його розрахунок з урахуванням просадності лесових ґрунтів за ДБН В.2.1-10:2018 [24];
- розробити технологічну карту на влаштування мансардної крокв'яної системи покрівлі з брусів, виконати підбір монтажного крана, скласти калькуляцію трудовитрат, графік виконання робіт і визначити основні техніко-економічні показники;

- опрацювати комплекс організаційно-технологічних рішень для зведення повного обсягу будівлі: календарний і мережевий графіки, будгетплан, потреби у ресурсах;
- передбачити заходи з охорони праці, пожежної безпеки та контролю якості робіт на період зведення об'єкта згідно з ДБН А.3.2-2-2009 [10];
- розглянути перспективи застосування BIM-технологій для підвищення якості проєктування і управління життєвим циклом будівлі [59].

Об'єкт і предмет проєктування

Об'єкт проєктування: 3-поверховий односекційний житловий будинок з мансардними пентхаузами в умовах сформованої міської забудови м. Кам'янське.

Предмет проєктування: архітектурно-планувальні, конструктивні, фундаментні та організаційно-технологічні рішення зведення житлового будинку у конкретних інженерно-геологічних та кліматичних умовах майданчика будівництва.

Практичне значення

Запропоновані у роботі комплексні проєктні рішення можуть бути застосовані під час реального проєктування малоповерхових житлових об'єктів з мансардними поверхами у Дніпровському і подібних за кліматичними та геологічними умовами регіонах України. Опрацьовані організаційно-технологічні рішення, насамперед технологічна карта на влаштування кроквяної системи з брусів і повний комплекс організації будівництва, дозволяють скоротити трудовитрати і строки виконання покрівельних робіт за умови дотримання вимог нормативних документів з охорони праці. Запропонована методика проєктування основи з ґрунтовою подушкою на просадних ґрунтах другого типу може бути

використана як типове рішення для подібних інженерно-геологічних умов Придніпров'я.

Структура та обсяг роботи

Кваліфікаційна робота містить вступ, чотири основні розділи (архітектурно-будівельний, розрахунково-конструктивний, технологічну карту на влаштування мансардної крокв'яної системи, організацію будівництва), висновки та список використаної літератури з 61 найменування. Робота викладена на 108 сторінках, ілюстрована 24 рисунками і доповнена 23 таблицями розрахункових та довідкових даних.

РОЗДІЛ 1.

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

У сучасному трактуванні архітектуру розуміють водночас як вид мистецтва і як галузь практичної діяльності, що має на меті формування цілісного просторового середовища для життя людини: від окремих будівель та їхніх комплексів до впорядкованої забудови вулиць, площ і міста загалом. Архітектурні форми супроводжують людину протягом усього життя і помітно впливають на її емоційний стан, відчуття комфорту та працездатність. Разом з тим зведення будь-якого об'єкта потребує значних витрат праці, матеріалів і часу, тому до архітектурних рішень одночасно висувають вимоги функціональної обґрунтованості, естетичної виразності, технічної реалізованості та економічної доцільності [48]. Поєднання цих вимог у єдиному задумі становить сутність архітектурного проектування і відрізняє його від суто інженерного або суто художнього підходу.

Експлуатаційна якість житлової будівлі забезпечується не лише продуманим плануванням приміщень, а й раціональним розташуванням вертикальних транспортних вузлів, інженерного обладнання, систем опалення та вентиляції. Сучасні вимоги доповнюються критеріями енергоефективності, доступності для маломобільних груп населення та безпеки експлуатації, що закріплено чинною нормативною базою (ДБН). У підсумку форма будівлі постає як результат узгодження функціональних, конструктивних та економічних вимог із принципами композиційної єдності й архітектурної виразності, що відображено у класичних довідниках з проектування житлових і громадських будинків [45].

1.1 Вихідні дані

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є завдання керівника на тему «Будівництво 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардними пентхаузами у м. Кам'янське».



Рисунок 1.1. Архітектурна візуалізація проєктованого будинку.

Характеристика району будівництва

Місто Кам'янське (до 2016 року, Дніпродзержинськ), розташоване у Дніпропетровській області на правому березі Дніпра в середній його течії, є четвертим за чисельністю населення містом області і значним промисловим центром. Клімат району помірно-континентальний з відносно холодною зимою і жарким літом. Середньорічна температура повітря складає близько $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$, абсолютний мінімум, мінус $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, абсолютний максимум, плюс $38\text{ }^{\circ}\text{C}$. Середня тривалість опалювального періоду становить 175 днів. Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [34] район будівництва належить до III температурної зони.

Розрахункові кліматичні параметри для проєктування за ДБН В.1.2-2:2006 [16] та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [34]:

- розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту, 0,9 м;
- характеристичне значення ваги снігового покриву (III сніговий район), $1,11\text{ кН/м}^2$;
- характеристичне значення вітрового тиску (III вітровий район), $0,47\text{ кН/м}^2$;

- нормативне значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій за ДБН В.2.6-31:2021 [30], $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для стін, $4,95$ для покрівлі, $3,75$ для перекриттів над неопалюваним підвалом;
- розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення, мінус 22 °C ;
- середня температура повітря найхолоднішого місяця, мінус $4,6 \text{ °C}$;
- середня температура повітря найтеплішого місяця, плюс $22,1 \text{ °C}$.

Характеристика генерального плану

Майданчик будівництва розташовано у межах сформованої забудови міста Кам'янське, на земельній ділянці площею $1,21$ га. Земельна ділянка рівнинна, з невеликим ухилом у напрямку магістральних інженерних мереж. На ділянці передбачено майданчики для гри дітей, відпочинку дорослого населення, господарські майданчики для контейнерів збирання твердих побутових відходів. Усі майданчики обладнані малими архітектурними формами і озеленені відповідно до вимог ДБН Б.2.2-5:2011 [12] та ДБН Б.2.2-12:2019 [13]. Передбачено наземну автостоянку на 12 машино-місць (відповідно до нормативу 1 машино-місце на квартиру) з покриттям типу «ЕКО» (гратчасте, з можливістю проростання трави).

Пішохідні зв'язки організовано тротуарами шириною $1,5$ м з покриттям тротуарною плиткою. Передбачено безбар'єрні пандуси на перепадах висот тротуарів і в'їздах у будинок з ухилом не більше 8% відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 [27]. Зовнішнє освітлення території виконано світильниками типу LED на металевих опорах висотою 6 м з автоматичним керуванням через таймер і фотореле за ДБН В.2.5-28:2018 [29]. Озеленення території включає висадку 12 листяних дерев (переважно липа і клен), 38 кущів і влаштування газонів загальною площею близько 35% території ділянки. Інженерний благоустрій майданчика виконано з урахуванням рекомендацій [55].



Рисунок 1.2. Генеральний план забудови.

За класифікацією наслідків (відповідальності) відповідно до ДСТУ 8855:2019 [5] проєктована будівля належить до об'єктів класу СС1 (житлові малоповерхові будинки до 4 поверхів включно). Категорія складності об'єкта будівництва, перша. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки прийнято за ДБН В.1.2-14:2018 [23], відповідні базові вимоги до будівель і споруд (механічний опір, пожежна безпека, гігієна і захист довкілля, безпека експлуатації, захист від шуму та вібрації, енергозбереження) розглядаються у комплексі ДБН В.1.2-6...11:2021 [17, 18, 19, 20, 21, 22]. Несучі конструкції прийнято такі:

- фундамент, монолітний стрічковий залізобетонний на ґрунтовій подушці;
- огорожувальні конструкції, цегляні двошарові з ефективним утеплювачем;
- міжповерхові перекриття, збірні залізобетонні багатопорожністі плити;
- дах, мансардний з дерев'яною крокв'яною системою із брусів;

- покрівля, рулонна штучна черепиця по дерев'яному настилу.

На першому та другому поверхах розміщено комплекс одно-, дво- та трикімнатних квартир. Третій поверх будинку у поєднанні з мансардним рівнем формує групу дворівневих апартаментів-пентхаузів з власними терасами і збільшеною висотою житлових приміщень.

Інженерно-геологічні умови майданчика

Ґрунти основи за просадністю відносяться до другого типу. Безпосередньо під подошвою фундаменту залягає ґрунтова подушка з ущільненого суглинку завтовшки 2,0 м. Загальна потужність стисливої товщі ґрунтів становить 9,9 м, нижня межа стисливої товщі прийнята на позначці мінус 9,83 м. Сумарна величина просідання основи від власної ваги ґрунту при замочуванні складає 4,65 см.

Рівень підземних вод на момент проведення інженерно-геологічних вишукувань зафіксовано на позначці мінус 8,8 м від рівня денної поверхні. За хімічним складом ґрунтові води не агресивні до бетону та залізобетонних конструкцій нормальної проникності. Сейсмічність району будівництва, до 6 балів за шкалою MSK-64, що не потребує застосування спеціальних антисейсмічних заходів за ДБН В.1.1-12:2014 [15].

1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Проектований житловий будинок розрахований на проживання 34 осіб і у плані має форму прямокутника з габаритами 17,8 × 28,1 м. По висоті будівлю вирішено як 3-поверхову з мансардним рівнем. На першому, другому та третьому поверхах розміщується по 4 квартири різного складу; четвертий (мансардний) рівень у поєднанні з третім поверхом утворює дворівневі пентхаузи з виходом на тераси. Загальна висота будівлі від рівня денної поверхні становить 16,35 м. Висота поверхів прийнята 3,3 м (від підлоги до підлоги), висота житлових приміщень у чистоті, 2,7 м, що відповідає мінімальним вимогам ДБН В.2.2-15:2019 [26] для житлових будинків.

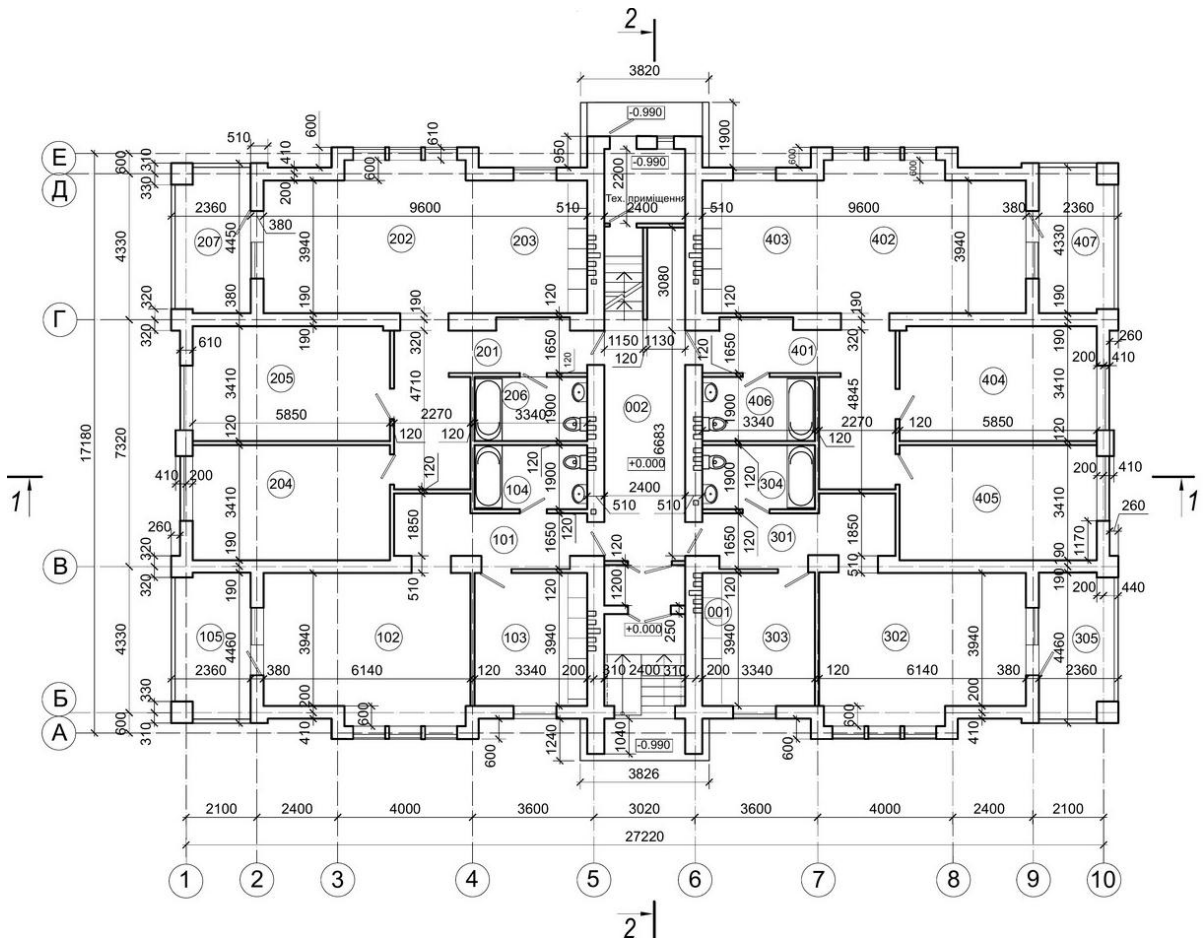


Рисунок 1.3. План на позначці 0,000 (1 поверх).

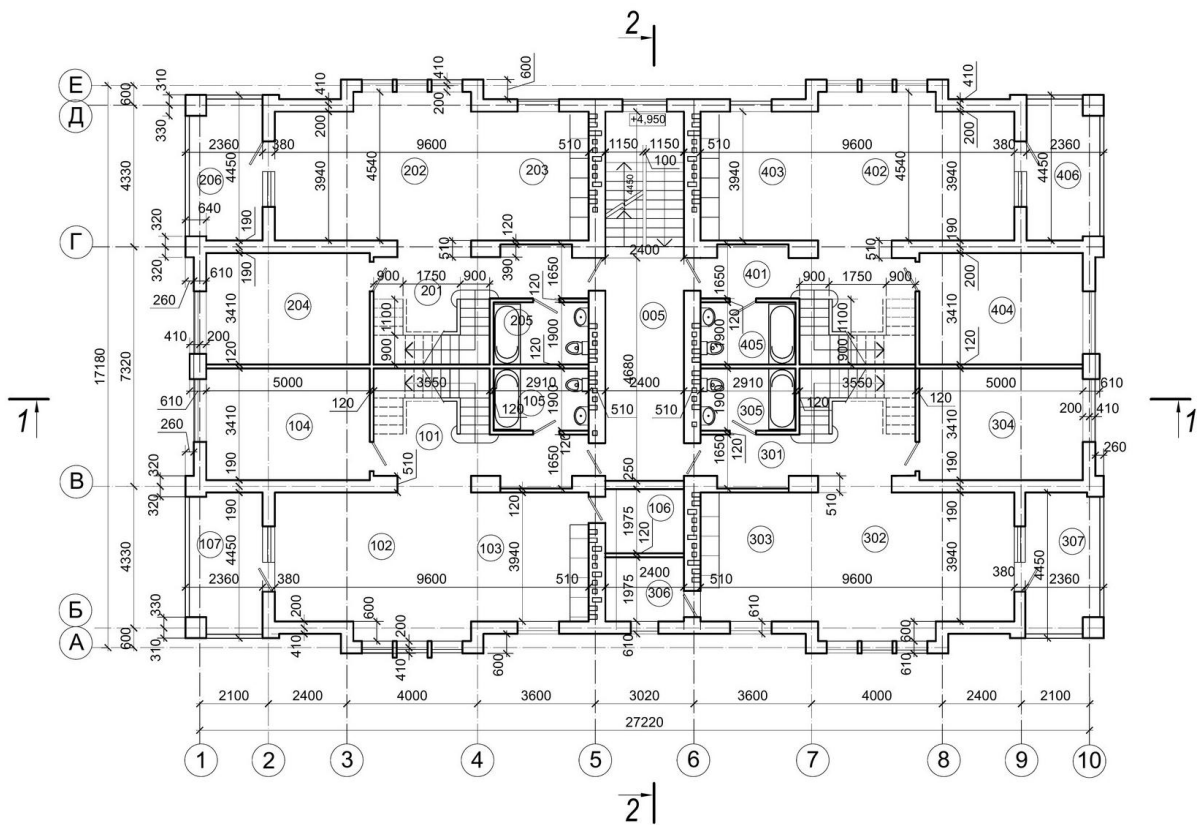


Рисунок 1.4. План на позначці 6,600(

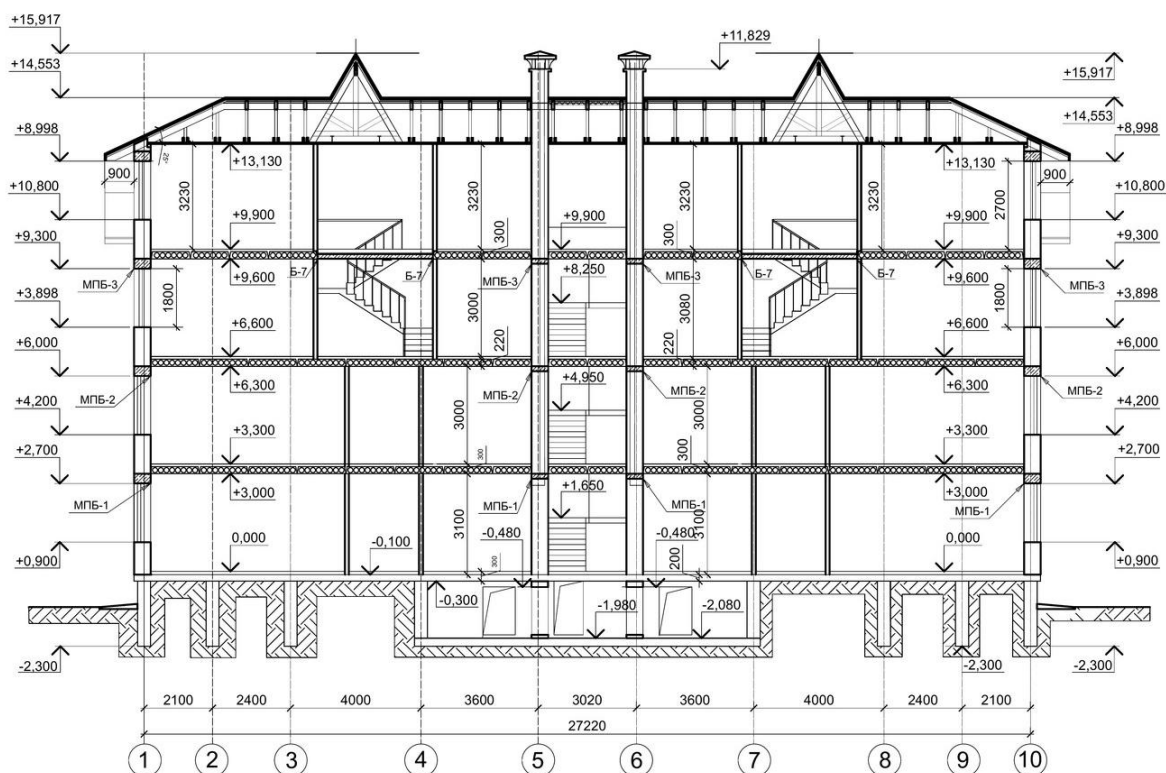


Рисунок 1.5. Розріз 1-1 будівлі.

Кожна квартира має щонайменше двосторонню орієнтацію, що забезпечує нормативну тривалість інсоляції житлових кімнат протягом світлового дня. Склад приміщень типової квартири включає житлові кімнати, кухню, санітарний вузол та господарські приміщення (комора, гардеробна). Усі квартири обладнані балконами або лоджіями. Площа квартир варіюється від 35 м² (однокімнатна) до 102 м² (трикімнатна типового поверху) і до 145 м² (дворівневий пентхауз). Співвідношення житлової і загальної площі квартири, не менше 0,55, що відповідає вимогам ДБН В.2.2-15:2019 [26].

Планувальна структура першого поверху

На рівні +0,000 розташовано вхідну групу: тамбур-шлюз, вестибюль з ліфтовим холлом, поштовий вузол. Через вестибюль здійснюється доступ до 4 квартир першого поверху (одна однокімнатна, дві двокімнатні, одна трикімнатна). Усі квартири першого поверху мають вихід на власні тераси або лоджії з боку двору. У вестибюлі влаштовано безбар'єрний доступ для маломобільних груп населення відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 [27].

Планувальна структура другого і третього поверхів

Поверхи мають ідентичну планувальну структуру з 4 квартирами кожен (одна однокімнатна, дві двокімнатні, одна трикімнатна). Доступ до квартир здійснюється з міжквартирного холу площею 12 м², який сполучається зі сходово-ліфтовим вузлом. На третьому поверсі двоповерхова квартира (пентхауз) має внутрішні сходи на четвертий мансардний рівень.

Планувальна структура мансардного рівня

На відмітці +9,9 м розміщено 4 верхні поверхи дворівневих пентхаузів. У кожному з них передбачено простір вітальні зі стелею змінної висоти (від 1,5 м у карнизній частині до 4,2 м у конику), спальню з виходом на терасу, санітарний вузол і кабінет. Загальна площа дворівневого пентхауза, близько 145 м². Світло в мансардну зону потрапляє через слухові вікна на покрівлі і вертикальні фасадні вікна.

Вертикальні зв'язки у будинку забезпечуються однією сходовою кліткою, виконаною як протидимна. Самі сходи двомаршеві, зі збірних залізобетонних елементів з опорою на сходові площадки. Сходовою клітка обладнана штучним освітленням і має поверхневе провітрювання. Усі двері у межах сходової клітки і вхідного тамбура відкриваються у напрямку виходу з будівлі. Огорожі маршів виконуються із сталевих ланкових секцій з дерев'яним облицюванням поручнів. Ширина сходового маршу прийнята 1,2 м, ширина сходових площадок, 1,4 м, що відповідає вимогам евакуації за ДБН В.1.1-7:2016 [14].

У будинку запроєктовано один пасажирський ліфт вантажопідйомністю 630 кг (8 пасажирів). Ліфтова шахта, монолітна залізобетонна товщиною стінок 200 мм, що забезпечує необхідну вогнестійкість і звукоізоляцію. Розташування ліфта поряд зі сходовою клітиною дозволяє формувати компактний сходово-ліфтовий вузол

з найкоротшими шляхами евакуації мешканців на випадок надзвичайної ситуації.

1.3 Конструктивні рішення

1.3.1 Основи

Оскільки в межах будівельного майданчика залягають просадні ґрунти другого типу, проєктом передбачено влаштування під будівлею ґрунтової подушки завтовшки 2,0 м на попередньо ущільненій основі. Подушка влаштовується пошарово, з ущільненням однорідного суглинку важкими трамбівками, що дозволяє додатково сформувати водозахисний екран під фундаментами і виключити проникнення поверхневих вод до природної просадної товщі.

Поверху ґрунтової подушки укладається підготовка з гранітного щебеню завтовшки 200 мм з трамбуванням. Така підготовка вирівнює нерівності поверхні ущільненого ґрунту і утворює дренажний шар.

1.3.2 Фундаменти

Фундаменти прийнято монолітні стрічкові залізобетонні у вигляді системи перехресних балок з шириною перерізу 400, 440, 500, 510 та 250 мм. Висота перерізу балок прийнята на всю висоту технічного підвалу. Стрічки спираються на суцільні залізобетонні підшви заввишки 300 мм і шириною 1000, 1400, 1940 та 2400 мм. У рівні верху балок влаштовано монолітну залізобетонну плиту завтовшки 200 мм, яка виконує функцію перекриття над підвалом в осях 4...7 і одночасно служить конструкцією підлоги по ґрунту в осях 1...4 і 7...10. Розрахунок фундаментної стрічки наведений у підрозділі 2.10 цієї роботи.

1.3.3 Зовнішні стіни

Зовнішні стіни виконано двошаровими з керамічної цегли. Несучий шар кладки має товщину 380 мм, до нього з боку фасаду прикріплюється шар ефективного теплоізоляційного матеріалу завтовшки 120 мм.

Лицьовий шар із фактурної керамічної цегли товщиною 120 мм забезпечує захист утеплювача від атмосферних впливів і формує архітектурний образ будівлі. Кам'яне мурування виконано за вимогами ДБН В.2.6-162:2010 [32].

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни. Метою розрахунку є обґрунтування необхідної товщини утеплювача у складі багатошарової зовнішньої огорожувальної конструкції. Розрахунок виконується відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [30]. Вологісний режим житлових приміщень прийнято як сухий, умови експлуатації, А [44].

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за виразом:

$$R = 1/\alpha_v + \Sigma(\delta i/\lambda_{i,p}) + 1/\alpha_z, \quad (1.1)$$

де α_v , α_z , коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхні захисної конструкції, Вт/(м²·К), приймаються відповідно 8,7 і 23;

$R_i = \delta i/\lambda_{i,p}$, термічний опір і-го шару конструкції, м²·К/Вт;

$\lambda_{i,p}$, теплопровідність матеріалу і-го шару в розрахункових умовах експлуатації за додатком Л [30], Вт/(м·К).

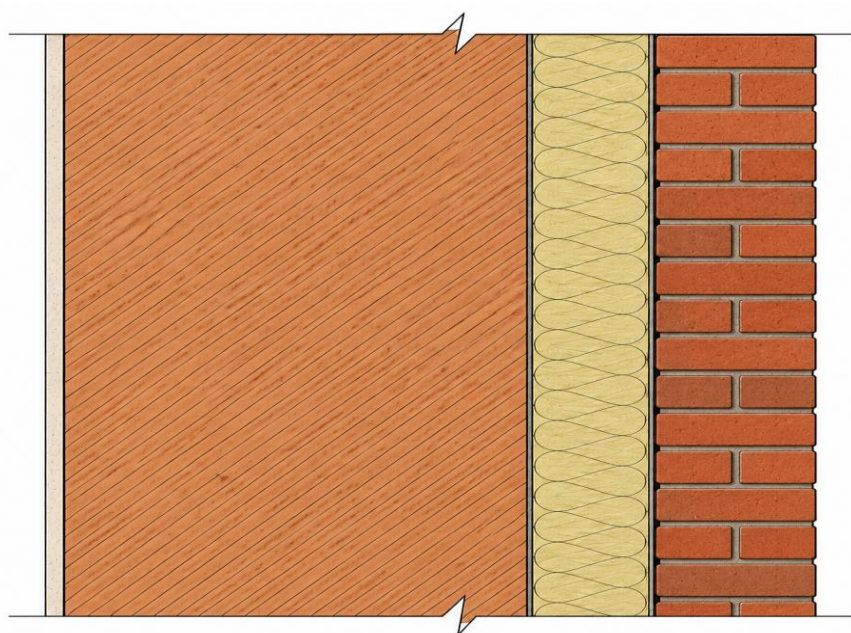


Рисунок 1.6. Конструктивна схема зовнішньої стіни.

Склад шарів зовнішньої стіни (від внутрішньої поверхні):

- вапняно-цементна штукатурка, 10 мм; теплопровідність 0,76 Вт/(м·°С);
- цегла керамічна повнотіла (несучий шар), 380 мм; щільність 1800 кг/м³, теплопровідність 0,87 Вт/(м·°С);
- мінераловатні плити за ДСТУ Б EN 13162:2012, 100 мм; щільність 45 кг/м³, теплопровідність 0,043 Вт/(м·°С);
- цегла керамічна лицьова, 120 мм; щільність 1800 кг/м³, теплопровідність 0,87 Вт/(м·°С).

Нормативне значення опору теплопередачі для регіону м. Кам'янське відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 [30] становить $R_0 = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$.

Підстановка числових значень у формулу (1.1):

$$R_0 = 1/8,7 + 1/23 + 0,01/0,76 + 0,38/0,87 + 0,12/0,043 + 0,12/0,87, \quad (1.2)$$

$$R_0 = 3,54 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт} > R_{0,\text{норм}} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}. \quad (1.3)$$

Умова теплової ізоляції зовнішньої стіни виконується. Прийнята товщина утеплювача 120 мм є достатньою.

1.3.4 Внутрішні стіни

Внутрішні стіни прийнято цегляними з товщиною кладки 380, 510 та 120 мм залежно від несучої функції конкретної ділянки і необхідного класу звукоізоляції згідно з ДБН В.1.2-10:2021 [21]. Кам'яні конструкції запроектовано за ДБН В.2.6-162:2010 [32].

1.3.5 Пояси жорсткості

Поверхово, по периметру всіх зовнішніх та внутрішніх несучих стін, влаштовуються монолітні залізобетонні пояси жорсткості. Призначення поясів, формування замкнутих горизонтальних дисків, що підвищують загальну просторову жорсткість будівлі та забезпечують її стійкість при можливих нерівномірних деформаціях основи внаслідок просадних явищ

[36]. Висота перерізу пояса прийнята 150 мм, ширина дорівнює товщині відповідної стіни.

1.3.6 Переkritтя

Переkritтя поверхів запроєктовано із збірних залізобетонних багатопорожнистих плит завтовшки 220 мм. У місцях розташування балконів, внутрішніх сходів і козирків, де геометрія приміщень не допускає використання типорозмірних плит, передбачено монолітні залізобетонні ділянки завтовшки 150, 225 та 300 мм з армуванням сталевими прокатними профілями. На верхньому рівні будинку влаштовано систему підпокрівельних залізобетонних балок, які несуть мансардний дах і одночасно дозволяють організувати простір з частково використовуваним об'ємом мансарди.

Теплотехнічний розрахунок переkritтя над неопалюваним технічним підвалом. Конструкція переkritтя (від теплого приміщення вниз):

- ламінований паркет, 8 мм; $\lambda = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$;
- підкладка з пінополіетилену, 3 мм; $\lambda = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$;
- цементно-піщана стяжка, 50 мм; $\lambda = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$;
- теплоізоляція з XPS, 100 мм; $\lambda = 0,032 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$;
- багатопорожниста залізобетонна плита, 220 мм; $\lambda_{\text{зв}} = 1,38 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$.

Опір теплопередачі переkritтя:

$$R_o = 1/8,7 + 0,008/0,17 + 0,003/0,038 + 0,05/0,76 + 0,1/0,032 + 0,22/1,38 + 1/12 = 3,82 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}. \quad (1.4)$$

Нормативне значення для переkritтя над неопалюваним підвалом за ДБН В.2.6-31:2021 [30] для III температурної зони, $R_{o,\text{норм}} = 3,75 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Умова $R_o = 3,82 > R_{o,\text{норм}} = 3,75$ виконується. Товщина теплоізоляції з XPSу 100 мм є достатньою.

1.3.7 Дах і покрівля

Дах прийнято скатний мансардний складного обрису. Несучу функцію виконує дерев'яна кроквяна система по дерев'яних кроквах і обрешітці з використанням сталевих прокатних профілів у вузлах. Покрівельне покриття, рулонна штучна черепиця по фанерному настилу із теплоізоляцією (XPS-плити 100 мм), пароізоляцією і дерев'яною підшивкою з боку приміщень мансарди. Розрахунок кроквяної системи виконано у підрозділі 2.3 цієї роботи з опорою на технологію виконання покрівельних робіт [42, 60].

Теплотехнічний розрахунок мансардної покрівлі. Конструкція покрівельного пирога (від внутрішньої поверхні мансардних приміщень назовні):

- гіпсокартонна підшивка, 12,5 мм; $\lambda = 0,21 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$;
- пароізоляція (мембрана), 0,2 мм; $\lambda \approx 0$ (не враховується);
- мінеральна вата у міжкруквяному просторі, 150 мм; $\lambda = 0,042 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$;
- XPS у додатковому шарі поверх крокв, 100 мм; $\lambda = 0,032 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$;
- гідроізоляційна мембрана дифузійна, 0,5 мм; $\lambda \approx 0$;
- контробрешітка + вентиляований повітряний прошарок, 50 мм; не враховується у термічному опорі;
- фанера 10 мм; $\lambda = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$;
- рулонна штучна черепиця, 4 мм; $\lambda = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$.

Опір теплопередачі покрівлі:

$$R_0 = 1/8,7 + 0,0125/0,21 + 0,15/0,042 + 0,1/0,032 + 0,01/0,15 + 0,004/0,17 + 1/23 = 6,82 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}. \quad (1.5)$$

Нормативне значення для покрівлі мансардного типу за ДБН В.2.6-31:2021 [30] для III температурної зони, $R_{0,\text{норм}} = 4,95 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Умова $R_0 = 6,82 > R_{0,\text{норм}} = 4,95$ виконується із суттєвим запасом. Прийнята комбінація мінеральної вати 150 мм і XPSу 100 мм забезпечує комфортні

параметри мікроклімату у мансардних пентхаузах і знижує тепловтрати через найбільшу за площею огорожувальну конструкцію будинку.

1.3.8 Підлога

Конструкція підлоги прийнята залежно від функціонального призначення приміщення. Експлікація підлог наведена у графічній частині роботи. Для житлових кімнат, ламінований паркет по цементно-піщаній стяжці і тонкому шару теплоізоляції з XPSy. Для кухонь, передпокоїв, санітарних вузлів і балконів, керамічна плитка.

1.3.9 Вікна та двері

Вікна значною мірою формують ступінь комфорту мешканців і впливають на архітектурно-художнє вирішення фасадів. Розміри віконних прорізів прийнято за стандартами, чинними в Україні, відповідно до площі приміщень, які освітлюються. Верх вікон максимально наближений до стелі, що покращує освітленість приміщень у глибині кімнат. У проєкті використано металопластикові віконні конструкції з двокамерним склопакетом з опором теплопередачі $R = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 [30] для III температурної зони. Серед переваг: довговічність, стійкість до атмосферних впливів, герметичність швів, високі показники теплової та звукової ізоляції, відсутність потреби в регулярному технічному догляді.

Розміри дверей прийнято за чинними стандартами. Для забезпечення безпечної евакуації вхідні двері відкриваються назовні. Двері облаштовуються петлями (навісами), які допускають зняття полотна для ремонту або заміни, а також ручками, клямками і врізними замками. Вхідні тамбурні двері виконано із двошарового штампованого алюмінію з рифленою поверхнею, дверні коробки, з штампованих алюмінієвих профілів із кріпленням анкерами до стін.

1.3.10 Оздоблення

До сучасних оздоблювальних покриттів висувається низка вимог: екологічна безпека матеріалів, зручність нанесення, можливість сухого та вологого прибирання. До окремих видів покриттів додаються спеціальні вимоги, підвищена зносостійкість у місцях з високою прохідністю, водостійкість у санітарно-побутових приміщеннях і кухнях, біостійкість тощо. Зовнішнє оздоблення фасадів виконано лицьовою фактурною керамічною цеглою без додаткових опоряджувальних шарів. Кольорова гама цегли, природні теплі тони (теракотовий, пісочно-жовтий), що гармоніюють з традиційною забудовою центральних районів Кам'янського. Цоколь будівлі облицьовано клінкерною плиткою з декоративним рельєфом висотою 0,9 м від рівня тротуару, що захищає нижню частину фасаду від механічних пошкоджень і атмосферних впливів.

Внутрішнє оздоблення приміщень. Типові рішення внутрішнього оздоблення наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Типові рішення внутрішнього оздоблення.

Приміщення	Підлога	Стіни	Стеля
Житлові кімнати	Ламінований паркет 8 мм	Шпалери на флізеліновій основі	Натяжна або підвісна гіпсокартонна
Кухні	Керамічна плитка 8 мм	Керамічна плитка (фартух) + фарба водоемульсійна	Натяжна вологостійка
Санітарні вузли	Керамічна плитка з підлоговим підігрівом	Керамічна плитка повна висота	Підвісна вологостійка
Передпокої, холи	Керамограніт або ламінат	Декоративна штукатурка	Натяжна
Сходові клітки	Керамограніт антиковзний	Фарба водоемульсійна	Фарба водоемульсійна
Технічні приміщення	Цементно-піщана стяжка з пилозахисним просоченням	Фарба водоемульсійна	Без оздоблення (фарбування плити)
Мансардні пентхаузи	Ламінований паркет або інженерна дошка	Шпалери або декоративна штукатурка	Обшивка гіпсокартоном по дерев'яному каркасу

При виборі оздоблювальних матеріалів пріоритет надається матеріалам вітчизняного виробництва з підтвердженою екологічною сертифікацією. Усі матеріали відповідають вимогам пожежної безпеки за ДБН В.1.1-7:2016 [14] (клас горючості Г1-Г2 для покриттів стін і стель у шляхах евакуації).

1.4 Інженерне обладнання будівлі

1.4.1 Вентиляція

У кухнях і санітарних вузлах квартир передбачена система природної витяжної вентиляції з відведенням забрудненого повітря у вертикальні вентиляційні канали (повітряні колодязі), що проходять по всій висоті будівлі і завершуються на покрівлі. Розрахункова витрата витяжного повітря: з кухні з газовою плитою, 90 м³/год; з санітарного вузла, 50 м³/год; з суміщеного санвузла, 70 м³/год. Сумарний витяжний об'єм на одну квартиру коливається від 140 до 230 м³/год залежно від кількості санвузлів. Припливне повітря забезпечується через мікрощілинне провітрювання склопакетів і стінові клапани з фільтрами. У мансардних пентхаузах додатково передбачена приточно-витяжна установка з рекуперацією тепла продуктивністю 350 м³/год, з ККД рекуперації не менше 70 %.

1.4.2 Опалення

Опалення централізоване від міської теплової мережі через індивідуальний тепловий пункт (ІТП) у технічному підпіллі будинку. Система опалення двотрубна горизонтальна поквартирна з нижньою розводкою магістралей у технічному підпіллі. Опалювальні прилади, біметалічні радіатори з регульованими термостатичними клапанами. Розрахункова теплова потужність системи опалення, 65 кВт (з урахуванням теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій). Теплоносій, перегріта вода з параметрами 80/60 °С. Облік

теплоспоживання, поквартирними лічильниками і загальнобудинковим тепловим лічильником у ІТП.

1.4.3 Водопостачання

Холодне водопостачання запроєктовано від внутрішньоквартального колектора з одним вводом у будинок діаметром 50 мм. Розрахунковий гідростатичний тиск на ввіді, 0,28 МПа, що достатньо для подачі води на четвертий мансардний рівень без підвищувальних насосів. Гаряче водопостачання забезпечується через теплообмінник ІТП з циркуляційною магістраллю. Облік, поквартирними лічильниками з імпульсним виходом для дистанційного зчитування. Розрахункова годинна витрата холодної води на будинок, 4,8 м³/год, гарячої, 2,9 м³/год.

Навколо будівлі запроєктовано магістральний пожежно-господарсько-питний водопровід з оглядовими колодязями, в яких установлені пожежні гідранти на відстані не більше 100 м один від одного відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 [14]. Внутрішнього пожежного водопроводу для будинку висотою до 26,5 м не вимагається.

1.4.4 Каналізація

Каналізування будинку, внутрішньодворове, з врізкою у колодязь внутрішньоквартальної каналізаційної мережі. З будинку передбачено окремі випуски господарсько-фекальної та дощової каналізації. Внутрішня каналізація виконана з поліпропіленових труб з шумоізоляційним шаром у місцях проходів через житлові приміщення. Стояки каналізації виводяться вище покрівлі з фановими патрубками для вентиляції системи. Розрахункова витрата стоків, 4,8 м³/год господарсько-фекальної каналізації і змінна витрата дощової каналізації залежно від інтенсивності опадів.

1.4.5 Електропостачання

Електропостачання будинку передбачено від міської трансформаторної підстанції двома кабельними вводами (основним і

резервним) за II категорією надійності електропостачання відповідно до ПУЕ та ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення». Для житлових будинків II категорії допускається перерва живлення на час, потрібний для ручного перемикавання на резервне джерело, що забезпечується схемою з взаємним резервуванням двох вводів і пристроєм ручного (за потреби автоматичного) введення резерву на головному розподільному щиті.

Розрахункове електричне навантаження будинку складає 75 кВт. З урахуванням коефіцієнта одночасності 0,4, прийнятого за ДБН В.2.5-23:2010 для багатоквартирних будинків відповідної кількості квартир, розрахункова потужність на вводі становить 30 кВт. До складу навантаження входять освітлення і силові електроприймачі квартир, освітлення і обладнання місць загального користування, технічних приміщень, а також інженерне обладнання будівлі (циркуляційні насоси системи опалення, насоси підкачування води, припливно-витяжна вентиляція). Кабельні вводи виконано кабелем з мідними жилами та ізоляцією, що не поширює горіння, прокладеним у землі та у захисних трубах на вводі у будівлю.

Облік і розподіл електроенергії організовано через головний розподільний щит (ГРЩ), розміщений в електрощитовій на першому поверсі, з якого живлення подається до поверхових розподільних щитів стояковими лініями. Облік споживання ведеться по кожній квартирі поверховими (квартирними) лічильниками; для приміщень загального користування і силового обладнання передбачено окремий загальнобудинковий облік. Поверхові розподільні щити обладнані пристроями захисного відключення (ПЗВ) з диференційним струмом спрацювання 30 мА для груп штепсельних розеток і 10 мА для приміщень з підвищеною вологістю, а також автоматичними вимикачами з характеристиками, узгодженими за струмами короткого замикання та селективністю.

Освітлення сходових кліток, ліфтових холів, тамбурів і технічних приміщень виконано з керуванням від датчиків руху і фотореле, що забезпечує вмикання світла лише за наявності людей і за недостатньої природної освітленості та відповідає вимогам енергоощадності за ДБН В.2.6-31:2021. У житлових приміщеннях та місцях загального користування застосовано світлодіодні (LED) джерела світла з нормованими рівнями освітленості за ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Передбачено аварійне і евакуаційне освітлення шляхів евакуації та покажчиків виходів з живленням від незалежного джерела згідно з вимогами пожежної безпеки ДБН В.1.1-7:2016.

Заземлення і блискавкозахист виконано за чинними нормами для будівель II категорії: прийнято систему заземлення TN-C-S з повторним заземленням PEN-провідника на вводі та розділенням на PE і N у ГРЩ, влаштовано основну і додаткову системи зрівнювання потенціалів. Блискавкозахист будівлі передбачено за ДСТУ Б В.2.5-38:2008 із влаштуванням блискавкоприймальної сітки на покрівлі, струмовідводів і заземлювального пристрою, об'єднаного із захисним заземленням електроустановки у спільний контур.

1.4.6 Слабкострумові мережі

Від магістралі провайдера на територію кварталу заведено оптоволоконну лінію зі швидкістю до 1 Гбіт/с. До будинку прокладається відгалуження кабелю, через активне обладнання поверхових розподільних шаф здійснюється підключення абонентів до Інтернету і кабельного телебачення. Передбачено систему домофонного зв'язку з відеоспостереженням у вхідній групі і ліфтових холах. Пожежна сигналізація і система оповіщення про пожежу виконані відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 [14] з димовими сповіщувачами у міжквартирних коридорах, технічних приміщеннях і ліфтових холах.

1.5 Перевірка інсоляції житлових приміщень

Перевірка інсоляції житлових приміщень виконана відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 [13]. Нормативна тривалість інсоляції житлових кімнат для центральних і південних районів України (географічна широта менше 48° пн. ш.) становить не менше 2,5 години безперервно у період з 22 березня по 22 вересня.

Географічні координати м. Кам'янське: 48°31' пн. ш., 34°37' сх. д. Орієнтація запроєктованого будинку довгою віссю (28,1 м) у напрямку схід-захід забезпечує південну і північну орієнтацію основних фасадних поверхонь. Кожна з 4 квартир типового поверху має кутове розташування зі вікнами на двох суміжних фасадах, що гарантує двосторонню або кутову орієнтацію.

Розрахунок інсоляції виконано графоаналітичним методом за сонячними картами і інсоляційними лінійками для географічної широти 48°. Для типового вікна житлової кімнати другого поверху з вісхідним меридіаном 22 березня встановлено: тривалість безперервної інсоляції при південній орієнтації, 7 год 15 хв; при східній, 4 год 45 хв (зранку); при західній, 4 год 30 хв (вечері); при північно-східній (азимут 60°), 2 год 50 хв. Усі значення перевищують нормативні 2,5 год.

Для приміщень мансардних пентхаузів додатково перевірено інсоляцію через слухові вікна. Площа слухового вікна не менше 0,8 м² забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 0,5 % у глибині мансардної кімнати, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-28:2018 [29]. Затіння житлових кімнат сусідніми будівлями. Найближча існуюча багатоповерхова будівля розташована на відстані 38 м у північному напрямку, що при висоті 25 м відповідає коефіцієнту затінення менше 1,5 (при нормативному граничному значенні 2,0). Затіння деревами на ділянці враховано при розміщенні зелених насаджень: висадка дерев виконується на відстані не менше 5 м від фасадних стін. Таким

чином, нормативна тривалість інсоляції житлових приміщень забезпечується для всіх 12 квартир будинку.

1.6 Техніко-економічні показники

Таблиця 1.2. Основні техніко-економічні показники.

Показник	Значення
Характер будівництва	нове будівництво
Поверховість	3 поверхи з мансардою
Загальна кількість квартир, у т. ч.:	12
однокімнатних	2
дво-, трикімнатних	10
Площа квартир у будинку, м ²	1185,3
Загальна площа будинку, м ²	1245,9
Будівельний об'єм будинку (всього), м ³	6998,1
вище позначки +0,000, м ³	6495,48
нижче позначки +0,000, м ³	502,62
Площа забудови, м ²	428,01
Площа земельної ділянки, га	1,21
Ступінь вогнестійкості за ДБН В.1.1-7:2016 [14]	II
Опір теплопередачі стіни, м ² ·°C/Вт	3,54 > 3,5 норм.
Опір теплопередачі покрівлі, м ² ·°C/Вт	6,82 > 4,95 норм.
Опір теплопередачі перекриття над підвалом, м ² ·°C/Вт	3,82 > 3,75 норм.

Висновки до розділу 1

У межах архітектурно-будівельного розділу опрацьовано такі питання.

1. Запроектовано об'ємно-планувальне рішення 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардним рівнем і дворівневими пентхаузами в умовах м. Кам'янське. Загальні розміри будинку у плані 17,8

× 28,1 м, висота 16,35 м, кількість квартир 12, з них 4 дворівневі мансардні пентхаузи.

2. Виконано теплотехнічний розрахунок трьох основних огорожувальних конструкцій (зовнішня стіна, мансардна покрівля, перекриття над неопалюваним підвалом). Прийняті товщини утеплювачів забезпечують опір теплопередачі з запасом 1...38 % від нормативних значень ДБН В.2.6-31:2021 [30].

3. Перевірено інсоляцію житлових приміщень за ДБН Б.2.2-12:2019 [13]; для всіх 12 квартир забезпечується нормативна тривалість інсоляції не менше 2,5 години в період 22 березня, 22 вересня.

4. Обрано конструктивну схему з несучими цегляними стінами товщиною 380 і 510 мм на монолітному стрічковому фундаменті з ґрунтовою подушкою, перекриттями з багатопорожнистих плит товщиною 220 мм і скатним мансардним дахом з дерев'яною крокв'яною системою.

5. Описано комплекс інженерного обладнання будівлі з кількісними характеристиками (вентиляція, опалення, водопостачання, каналізація, електропостачання, слабкострумові мережі). Розрахункові навантаження: електричне 30 кВт, теплове 65 кВт, водопостачання 4,8 м³/год.

6. Прийнятий комплекс конструктивних рішень задовольняє вимогам ДБН В.2.2-15:2019 [26] до житлових будинків, ДБН В.2.2-40:2018 [27] щодо інклюзивності, ДБН В.1.1-7:2016 [14] щодо пожежної безпеки.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Конструктивна схема будівлі

Проектований житловий будинок у плані має розміри 17,8 × 28,1 м. По висоті споруда становить 3-поверховий об'єм з мансардним рівнем; висота поверху прийнята 3,3 м, загальна висота будівлі від рівня денної поверхні складає 16,35 м. Конструктивна схема будівлі визначена як просторово-стінова з несучими зовнішніми і внутрішніми стінами з керамічної цегли товщиною 380 і 510 мм. Просторову жорсткість забезпечують поверхові залізобетонні пояси висотою 150 мм по периметру усіх несучих стін і дискові монолітні ділянки перекриттів.

Під будівлю запроєктовано стрічковий монолітний залізобетонний фундамент перехресного типу з шириною підшви 2,4 м. Перекриття виконано із багатопорожнистих залізобетонних плит товщиною 220 мм, ділянки нестандартного обрису - монолітні. Покрівля становить скатний мансардний дах складного обрису по дерев'яних кроквах перерізом 50 × 200 мм. У цьому розділі виконано розрахунок і конструювання несучих елементів покрівлі та фундаменту відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 [16], ДБН В.2.1-10:2018 [24] та ДБН В.2.6-98:2009 [31].

2.2 Збір навантажень на покриття

Збір навантажень на покриття мансардного даху виконано за ДБН В.1.2-2:2006 [16] з урахуванням району будівництва. Постійне навантаження визначається сумою власної ваги шарів покрівельного пирога, снігове, як добуток характеристичного значення ваги снігового покриву на коефіцієнти переходу, вітрове, у цьому випадку для скатних дахів з ухилом 30° приймається за відсмоктувальним розрахунковим випадком (на користь надійності окремо не сумується).

Постійне навантаження від ваги конструкцій покриття представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Постійні навантаження на покриття.

Елемент покриття	Норм. значення, кН/м ²	γ_{fm}	Розр. значення, кН/м ²
Рулонна штучна черепиця	0,51	1,2	0,612
Рулонна оклеювальна гідроізоляція	0,01	1,2	0,012
Фанера 10 мм	0,07	1,2	0,084
Накат з дошки	0,40	1,2	0,940
Теплоізоляція, XPS 100 мм	0,04	1,2	0,048
Пароізоляція, пароконденсат	0,01	1,2	0,012
Підшивка 5 мм	0,035	1,2	0,042
Всього:	1,435	-	1,73

Розрахункове навантаження на 1 п. м крокв'яної ноги визначається множенням сумарного розрахункового навантаження на крок крокв i на коефіцієнт надійності за призначенням:

$$Q = q \times B \times \gamma_n = 1,73 \times 0,9 \times 1,0 = 1,557 \text{ кН/м}, \quad (2.1)$$

де B , крок крокв'яних ніг, прийнятий 0,9 м;

γ_n , коефіцієнт надійності за призначенням, для будівель класу СС1 за ДСТУ 8855:2019 [5] прийнято 1,0.

Розрахункове снігове навантаження на 1 п. м крокв'яної ноги визначається за виразом:

$$Q_{сн} = S_m \times B \times \gamma_n, \quad (2.2)$$

$$S_m = S_0 \times C \times \gamma_{fm}, \quad (2.3)$$

де S_0 , характеристичне значення ваги снігового покриву на горизонтальній поверхні землі. Місто Кам'янське розташоване у III сніговому районі, для якого $S_0 = 1,11 \text{ кН/м}^2$. Коефіцієнт переходу до снігового навантаження на покрівлі при куті схилу 30° обчислюється за формулою:

$$C = \mu \times C_e \times C_\alpha = 0,8571 \times 1,0 \times 1,0 = 0,8571, \quad (2.4)$$

де μ , коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні землі до снігового навантаження на покритті, залежить від кута нахилу

схилу: при $\lambda < 25^\circ$ $\mu = 1,0$; при $\lambda > 60^\circ$ $\mu = 0$; для покрівлі з ухилом 30° $\mu = 0,8571$;

C_e , коефіцієнт умов експлуатації покрівлі (за відсутності даних $C_e = 1,0$);

C_a , висотний коефіцієнт, при висоті майданчика над рівнем моря менше 0,5 км $C_a = 1,0$.

$$S_m = 1,11 \times 0,8571 \times 1,14 = 1,0846 \text{ кН/м}^2, \quad (2.5)$$

$$Q_{сн} = 1,0846 \times 0,9 \times 1,0 = 0,9761 \text{ кН/м}. \quad (2.6)$$

Розрахунок крокв'яної системи на сумарне навантаження виконано у програмному комплексі ЛІРА-САПР.

2.3 Розрахунок несучих елементів покриття



Рисунок 2.1. План крокв'яної покрівлі.

Для виконання розрахунку прийнято плоску розрахункову модель несучих елементів покрівлі. Схема виконана зі стрижневих елементів типу 2, що моделюють крокви. Жорсткості елементів задано на основі фактичних перерізів $B \times H$. Власна вага елементів рами враховується автоматично з огляду на реальні фізико-механічні характеристики деревини. Для деревини хвойних порід (сосна) другого сорту прийнято

марку С22 з розрахунковим опором згину $R_u = 13$ МПа і модулем пружності $E = 10\,000$ МПа. За результатами розрахунку у ПК ЛІРА-САПР отримано епюри згинальних моментів та подовжніх зусиль у стрижнях, на основі яких далі виконується підбір перерізів несучих елементів.

2.4 Підбір перерізу крокв'яних ніг

Максимальний згинальний момент у крокв'яній нозі за результатами розрахунку у ПК ЛІРА-САПР складає $M = 4,36$ кН·м. Необхідний момент опору перерізу визначається за виразом:

$$W_{mp} = M/R_u = 0,00436/13 \cdot 10^6 = 335,38 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3. \quad (2.7)$$

Приймаємо ширину перерізу крокв'яної ноги $b = 0,05$ м. Необхідна висота перерізу:

$$h_{mp} = \sqrt{(6 \cdot W_{mp}/b)} = \sqrt{(6 \cdot 335,38 \cdot 10^{-6}/0,05)} = 0,2 \text{ м}. \quad (2.8)$$

Остаточно приймаємо переріз крокв'яної ноги $b \times h = 50 \times 200$ мм.

Фактичний момент опору перерізу:

$$W = b \cdot h^2/6 = 0,05 \cdot 0,2^2/6 = 333,33 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3. \quad (2.9)$$

Перевірка міцності за нормальними напруженнями:

$$\sigma = M/W = 4,36 \cdot 10^3/(333,33 \cdot 10^{-6}) = 13,08 \cdot 10^6 \text{ Па} \approx 13 \text{ МПа} \leq R_u. \quad (2.10)$$

Умова міцності виконується. Прийнятий переріз 50×200 мм є достатнім.

Перевірка деформативності крокв'яної ноги за II групою граничних станів виконана для прольоту $l = 4,2$ м. Граничний прогин за нормами становить $f_{\text{гран}} = l/200 = 4200/200 = 21$ мм. Розрахунковий прогин від нормативного навантаження, обчислений у ПК ЛІРА-САПР, складає $14,2$ мм, що менше граничного значення. Умова деформативності виконується.

Вузли спирання крокв'яних ніг прийнято такі: у нижній частині, лобова врубка на мауерлат перерізу 100×100 мм з фіксацією будівельним болтом $\varnothing 12$ мм і скобою; у верхній частині, спирання на коньковий прогон

перерізу 80×200 мм через врубку в півдерева з підкріпленням накладкою з дошки 50×150 мм на цвяхах $\varnothing 5$ мм. Деталі вузлів наведено у п. 3.2.

2.5 Інженерно-геологічні умови майданчика

Інженерно-геологічні вишукування на майданчику проєктованого будинку виконано спеціалізованою організацією з відбором ґрунтових монолітів і проведенням стандартного комплексу лабораторних випробувань зразків. Літологічний розріз представлено перешаруванням лесових ґрунтів (суглинків і супісєй) загальною потужністю до 14,4 м, нижче залягає товща щільних бурих суглинків. Лесові ґрунти за просадністю характеризуються другим типом за просадністю, що зумовлює потребу у спеціальних заходах з підготовки основи відповідно до ДБН В.2.1-10:2018 [24].

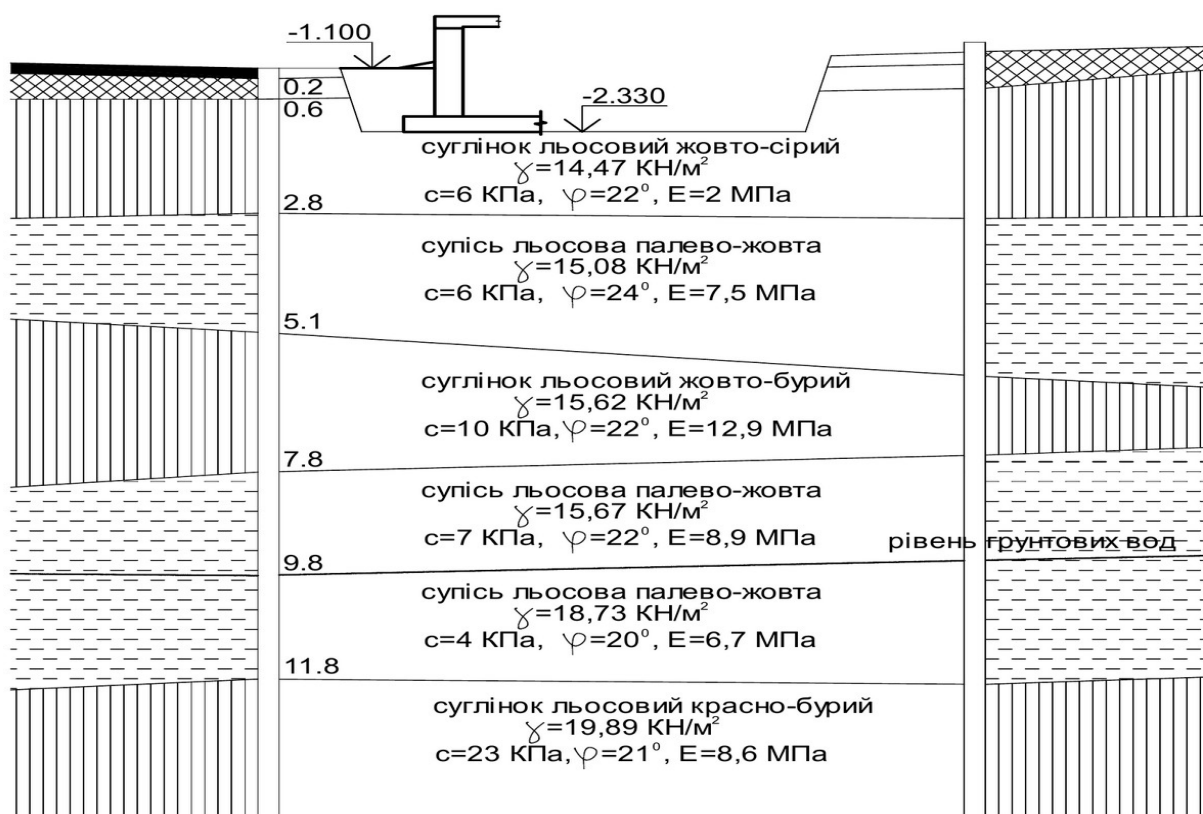


Рисунок 2.2. Геологічний розріз майданчика будівництва.

Інженерно-геологічна характеристика ґрунтів за даними буріння представлена у таблиці 2.2. Для кожного шару наведено фізико-механічні характеристики: питому вагу при природній вологості γ та

у водонасиченому стані γ_{sat} , питоме зчеплення c , модуль деформації E , кут внутрішнього тертя φ , потужність шару δ і відносну просадність $\varepsilon_{осл}$.

Таблиця 2.2. Інженерно-геологічна характеристика ґрунтів за шарами.

Найменування шару	Товщина, м	γ , кН/м ³	γ_{sat} , кН/м ³	c , кПа	E , МПа	φ , °	δ , м	$\varepsilon_{осл}$
Асфальтобетон	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Насипний ґрунт	0,4	-	-	-	-	-	-	-
Суглинок лесовий жовто-сірий	2,2	14,47	17,39	6	2,0	22	2,2	0,004
Супісь лесова палево-жовта	2,3	15,08	18,07	6	7,5	24	2,3	0,008
Суглинок лесовий жовто-бурий	2,7	15,62	18,07	10	12,9	22	2,7	0,004
Супісь лесова палево-жовта	2,0	15,67	18,23	7	8,9	22	2,0	0,012
Рівень підземних вод	-	-	-	-	-	-	-	-
Супісь лесова палево-жовта	2,0	18,73	19,04	4	6,7	20	-	0,024
Суглинок лесовий червоно-бурий	3,2	19,89	20,01	23	8,6	21	-	0,038

Визначення напружень від власної ваги ґрунту. Розрахункова схема будується пошарово, з накопиченням вертикального тиску по глибині. На підшві першого активного шару (суглинок лесовий, потужність 2,2 м):

$$\sigma_{zг1} = \gamma \times d = 14,47 \times 2,2 = 31,83 \text{ кН/м}^2 = 0,0318 \text{ МПа}. \quad (2.11)$$

На підшві другого шару (супісь лесова, 2,3 м):

$$\sigma_{zг2} = \sigma_{zг1} + \gamma \times d = 31,83 + 15,08 \times 2,3 = 66,51 \text{ кН/м}^2 = 0,0665 \text{ МПа}. \quad (2.12)$$

На підшві третього шару (суглинок лесовий, 2,7 м):

$$\sigma_{zг3} = \sigma_{zг2} + \gamma \times d = 66,51 + 15,62 \times 2,7 = 108,68 \text{ кН/м}^2 = 0,108 \text{ МПа}. \quad (2.13)$$

На рівні підземних вод (супісь лесова, 2,0 м над дзеркалом):

$$\sigma_{zg_w} = \sigma_{zg3} + \gamma \times d = 108,68 + 15,67 \times 2,0 = 139,86 \text{ кН/м}^2 = 0,140 \text{ МПа.} \quad (2.14)$$

Нижче рівня підземних вод власна вага визначається з урахуванням зважування у воді:

$$\gamma_{sb} = (\gamma_s - 1)/(1 + e) = (18,23 - 1)/(1 + 0,47) = 11,72 \text{ кН/м}^3. \quad (2.15)$$

Напруження від власної ваги на підшві 4-го шару:

$$\begin{aligned} \sigma_{zg4} &= \sigma_{zg_w} + \gamma_{sb} \times d = 139,86 + 2,0 \times 11,72 = \\ \sigma_{zg4} &= 163,5 \text{ кН/м}^2 = 0,163 \text{ МПа.} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Напруження від власної ваги на підшві 5-го шару:

$$\begin{aligned} \sigma_{zg5} &= \sigma_{zg4} + \gamma_{sb} \times d = 163,5 + 3,2 \times 12,7 = 204,14 \text{ кН/м}^2 = \\ \sigma_{zg5} &= 0,204 \text{ МПа.} \end{aligned} \quad (2.17)$$

Для визначення типу ґрунтових умов обчислюється просадка ґрунту від власної ваги при замочуванні:

$$\begin{aligned} S_{sl} = \sum \varepsilon_{sl,i} \times H_i &= 2,2 \cdot 0,004 + 2,3 \cdot 0,008 + 2,7 \cdot 0,004 + 2,0 \cdot 0,012 + \\ &2,0 \cdot 0,024 + 3,2 \cdot 0,038 = 0,2316 \text{ м.} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Отримана величина $S_{sl} = 0,2316$ м перевищує граничне значення 0,05 м для ґрунтових умов першого типу. Отже, ґрунти основи відносяться до просадних ґрунтів другого типу за просадністю, що вимагає застосування спеціальних рішень з підготовки основи за ДБН В.2.1-10:2018 [24].

2.6 Проектування основи з ґрунтовою подушкою

Оскільки на майданчику залягають просадні ґрунти другого типу, проектом передбачено влаштування під будівлею ґрунтової подушки. Матеріал подушки, ущільнений суглинок з питомою вагою скелета $\gamma_{d,s} = 17,0$ кН/м³, ущільнений важкими трамбівками з пошаровим контролем щільності за стандартом Проктора. Влаштування ґрунтової подушки виконується пошарово з товщиною шарів 200-250 мм, що забезпечує однорідне ущільнення на всю проектну висоту.

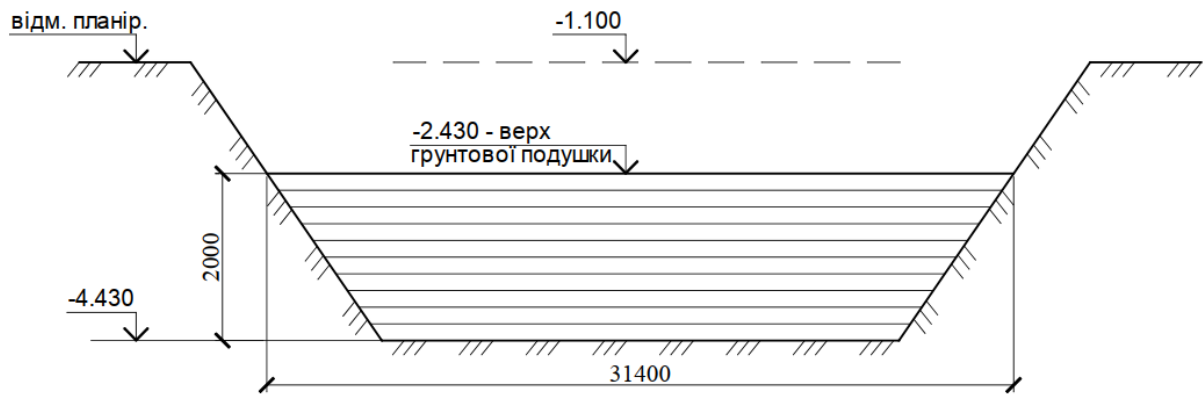


Рисунок 2.3. Схема ґрунтової подушки під будівлею.

Міцнісні характеристики ущільненого ґрунту подушки за результатами стандартних випробувань:

- питоме зчеплення $c' = 35$ кПа;
- кут внутрішнього тертя $\varphi' = 25^\circ$;
- модуль деформації $E = 20$ МПа;
- розрахунковий опір $R_0 = 300$ кН/м².

Визначення розмірів ґрунтової подушки виконується за умови, що додаткові напруження від навантаження будівлі на рівні підшви подушки не перевищують природного тиску ґрунту в цьому горизонті. Висота подушки визначається з умови:

$$b \cdot h_s = (p - p_{sb}) / p_{sl} = (211,95 - 145) / 145 = 1,1 \cdot 2,4 = 2,64 \text{ м}, \quad (2.19)$$

$$p_{cp} = F/A + \gamma_{cs} \times v = 348,8 / 2,4 + 20 \cdot 1,2 = 211,95 \text{ кН/м}^2. \quad (2.20)$$

Приймаємо висоту ґрунтової подушки $h_s = 2,0$ м.

Ширина і довжина подушки понизу визначаються з умови розповсюдження тиску під кутом 35° від вертикалі:

$$b_s = b + 2 \cdot b \cdot k_h = 18,46 + 2 \cdot 18,46 \cdot 0,35 = 31,4 \text{ м}, \quad (2.21)$$

$$l_s = l + 2 \cdot b \cdot k_h = 29,02 + 2 \cdot 18,46 \cdot 0,35 = 42,0 \text{ м}. \quad (2.22)$$

Перевірка міцності підстеляючого шару під подушкою.

$$\sigma_{zg0} = \gamma \cdot dn = 18 \times 1,2 = 21,6 \text{ кН/м}^2, \quad (2.23)$$

$$\sigma_{zg11} = \sigma_{zg0} + \gamma \cdot dn = 21,6 + 21,1 \cdot 2,0 = 63,8 \text{ кН/м}^2, \quad (2.24)$$

$$p_0 = p_{cp} - \sigma_{zg0} = 211,95 - 21,6 = 190,35 \text{ кН/м}^2. \quad (2.25)$$

Для визначення коефіцієнта α за номограмою (ДБН В.2.1-10:2018 [24]):

$$\xi = 2z/b = 2 \cdot 2,0/2,4 = 1,67, \text{ звідки } \alpha = 0,64. \quad (2.26)$$

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot p_0 = 0,64 \times 190,35 = 121,82 \text{ кН/м}^2, \quad (2.27)$$

$$\sigma_z = \sigma_{zg} + \sigma_{zp} = 63,8 + 121,82 = 185,6 \text{ кН/м}^2. \quad (2.28)$$

Розрахунковий опір ґрунту під подушкою:

$$R_z = (\gamma c_1 - \gamma c_2/k) \cdot [M \gamma \cdot k z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II}' + (M q - 1) \cdot d b \cdot \gamma_{II}' + M c \cdot c_{II}] = 264,8 \text{ кН/м}^2. \quad (2.29)$$

Умова міцності підстеляючого шару:

$$\sigma_z = 185,6 \text{ кН/м}^2 \leq R_z = 264,8 \text{ кН/м}^2. \text{ Виконується.} \quad (2.30)$$

Визначення осідання основи з подушкою методом пошарового підсумовування. Розрахунок наведено у таблиці 2.3, де σ_{zp} , додаткове напруження від навантаження, σ_{zg} , природне напруження від власної ваги, S_i , осідання елементарного шару, обчислене за виразом $S_i = (\beta \cdot \sigma_{zp} \cdot h_i) / E_i$.

Таблиця 2.3. Розрахунок осідання основи на ґрунтовій подушці.

z, м	2z/b	α	σ_{zp} , кН/м ²	σ_{zg} , кН/м ²	S _i , мм
0,00	0,0	1,000	190,35	21,60	3
0,96	0,8	0,881	167,70	41,85	3
1,92	1,6	0,642	122,20	62,10	3
2,88	2,4	0,477	90,80	82,35	2
3,84	3,2	0,374	71,19	99,95	2
4,80	4,0	0,306	58,25	114,90	3
5,76	4,8	0,258	49,11	129,90	3
6,72	5,6	0,223	42,45	144,90	2
7,68	6,4	0,196	37,30	161,55	2
8,64	7,2	0,175	33,31	176,00	2
$\Sigma S =$ 25 мм = 2,5 см					

Просадка від додаткового навантаження за межами ущільненої подушки (у шарах нижче зони ущільнення):

$$S_{sl} = \Sigma \varepsilon_{sl,i} \times H_i = 2,7 \cdot 0,004 + 2,0 \cdot 0,012 = 0,035 \text{ м} = 3,5 \text{ см}. \quad (2.31)$$

Сумарне осідання основи з урахуванням осідання у подушці та просадки нижче неї:

$$S_{tot} = S + S_{sl} = 2,5 + 3,5 = 6,0 \text{ см} \leq S_{гран} = 12,5 \text{ см}. \quad (2.32)$$

Умова граничнодопустимого осідання за ДБН В.2.1-10:2018 [24] виконується. Прийняте рішення ґрунтової подушки висотою 2,0 м забезпечує необхідну міцність, деформативність та довговічність основи.

2.7 Збір навантажень на фундамент

Збір навантажень на фундамент виконується за ДБН В.1.2-2:2006 [16] з урахуванням постійних навантажень від ваги конструкцій будівлі і тимчасових навантажень (корисні в приміщеннях, снігові на покрівлі).

Постійні навантаження від ваги конструкції перекриттів за поверхами наведено у таблиці 2.4. Розрахункові значення отримано множенням нормативних значень на коефіцієнт надійності за навантаженням γ_{fm} .

Таблиця 2.4. Постійні навантаження від конструкцій перекриттів.

Елемент перекриття	Норм., кН/м ²	γ_{fm}	Розр., кН/м ²
Житлові кімнати першого поверху:			
Ламінований паркет	0,09	1,2	0,108
Підкладка	0,02	1,2	0,024
Цементно-піщана стяжка	1,188	1,3	1,544
Теплоізоляція, XPS 20 мм	0,02	1,2	0,024
Багатопорожниста плита	3,75	1,2	4,500
Разом q_1 :	5,068	-	6,200
Житлові кімнати 2-4 поверхів (на 3 поверхи):			
Разом q_2 :	-	-	18,528
Кухні, передпокої, санвузли (на 4 поверхи):			
Керамічна плитка, разом q_3 :	0,27	1,2	1,296

Постійні навантаження від конструкції покрівлі повторно зведено у таблиці 2.5 (значення відповідають таблиці 2.1 для покриття).

Таблиця 2.5. Постійні навантаження від конструкції покрівлі.

Елемент покрівлі	Норм., кН/м ²	γ_{fm}	Розр., кН/м ²
Рулонна штучна черепиця	0,51	1,2	0,612
Рулонна оклеювальна гідроізоляція	0,01	1,2	0,012
Фанера 10 мм	0,07	1,2	0,084
Накат з дошки	0,40	1,2	0,940
Теплоізоляція XPS 100 мм	0,04	1,2	0,048
Пароізоляція	0,01	1,2	0,012
Підшивка 5 мм	0,035	1,2	0,042
Разом q_4 :	1,435	-	1,73
Несучі дерев'яні елементи покрівлі q_5 :	-	-	0,68

Навантаження від власної ваги несучої цегляної стіни (на 1 п. м, для повної висоти будівлі):

$$Q_{ст} = \rho \cdot b \cdot H \cdot \gamma_{fm} \cdot \gamma_n = 17 \cdot 0,38 \cdot 13,7 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 106,2 \text{ кН/м.} \quad (2.33)$$

Корисні (експлуатаційні) навантаження за призначенням приміщень наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6. Корисні навантаження за призначенням приміщень.

Тип приміщення	Норм., кН/м ²	γ_{fm}	Розр., кН/м ²
Квартири житлових будинків	1,5	1,3	1,95
Підвальні приміщення	1,2	1,2	2,40
Горищні приміщення	0,7	1,3	0,91
Несучі конструкції балконів	2,0	1,2	2,40
Вестибюлі, коридори, сходи	3,0	1,2	3,60
Тимчасові перегородки (додатково)	0,5	1,3	0,65
Разом q_6 :	-	-	11,91

Снігове навантаження (з підрозділу 2.2): $S_m = 1,0846 \text{ кН/м}^2$.

Сумарне навантаження на 1 п. м фундаменту під внутрішньою стіною (вантажна смуга $B = 5,825 \text{ м}$):

$$N = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + S_m) \cdot B \cdot \gamma_n + Q_{ст}, \quad (2.34)$$

$$N = (6,200 + 18,528 + 1,296 + 1,73 + 0,68 + 11,91 + 1,0846) \cdot 5,825 \cdot 1,0 + 106,2 = 348,8 \text{ кН/м.} \quad (2.35)$$

2.8 Визначення глибини закладання фундаменту

Розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту для м. Кам'янське за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [34]:

$$df = kh \times df_n = 0,5 \times 0,9 = 0,45 \text{ м}, \quad (2.36)$$

де df_n , нормативна глибина промерзання для III температурної зони;

kh , коефіцієнт впливу теплового режиму будівлі, для опалюваних будівель з підвалом $kh = 0,5$.

За архітектурно-конструктивними вимогами (необхідність технічного підвалу під будівлею, відмітка чистої підлоги першого поверху +0,000) глибину закладання фундаменту прийнято 1,23 м від рівня денної поверхні. Відмітка низу подошви фундаменту, мінус 2,33 м. Прийняте значення перевищує розрахункову глибину промерзання, що виключає вплив морозного здимання на основу.

2.9 Визначення розмірів подошви фундаменту

Розрахункові фізико-механічні характеристики ґрунту безпосередньо під подошвою фундаменту (на рівні низу подушки):

- питома вага $\gamma = 17 \text{ кН/м}^3$;
- питоме зчеплення $c = 6 \text{ кПа}$;
- кут внутрішнього тертя $\varphi = 22^\circ$;
- модуль деформації $E = 2 \text{ МПа}$.

Питома вага ґрунту зворотної засипки прийнята $\gamma_{II'} = 18 \text{ кН/м}^3$.

Приведена глибина зовнішніх і внутрішніх фундаментів від підлоги підвалу:

$$d_1(b) = hs + hcf \cdot \gamma_{cf} / \gamma_{II'} = 0,4 + 0,22 \cdot (22/18) = 0,669 \text{ м}. \quad (2.37)$$

Перше наближення для ширини подошви:

$$B_1 = N / (R_0 - \gamma_{sc} \cdot d) = 348,8 / (200 - 20 \cdot 1,23) = 1,99 \text{ м}. \quad (2.38)$$

Розрахунковий опір ґрунту основи у першому наближенні за ДБН В.2.1-10:2018 [24]:

$$R = (\gamma c_1 \cdot \gamma c_2 / k) \cdot [M \gamma \cdot k z \cdot b \cdot \gamma II + M q \cdot d_1 \cdot \gamma II' + (M q - 1) \cdot d b \cdot \gamma II' + M c \cdot c II] = 193,2 \text{ кН/м}^2. \quad (2.39)$$

Ширина підосви у другому наближенні:

$$B_1 = N / (R - \gamma s c \cdot d) = 348,8 / (193,2 - 20 \cdot 1,23) = 2,08 \text{ м}. \quad (2.40)$$

Друге наближення розрахункового опору:

$$R = (1,25 \cdot 1,0936 / 1,0) \cdot [0,61 \cdot 1 \cdot 2,08 \cdot 17 \cdot 3,44 + 0,669 \cdot 18 \cdot 3,44 + (1 - 0,98) \cdot 18 \cdot 6,04 + 6] = 294,5 \text{ кН/м}^2. \quad (2.41)$$

Перевірка збігання розрахункових значень:

$$(294,5 - 193,2) / 294,5 \leq 5 \%. \text{ Умова збігання виконується}. \quad (2.42)$$

Остаточно приймаємо фундамент з шириною підосви $b = 2,4 \text{ м}$.

2.10 Визначення зусиль у фундаменті з перехресних стрічок

Розрахункова схема фундаменту з перехресних стрічок, представлена у вигляді балки на пружній основі, навантаженої системою зосереджених сил від внутрішніх несучих стін у точках їх перетину. Площа поперечного перерізу комбінованого перерізу стрічки (підосва + балка-стінка):

$$A = 30 \times 240 + 40 \times 170 = 14\,000 \text{ см}^2. \quad (2.43)$$

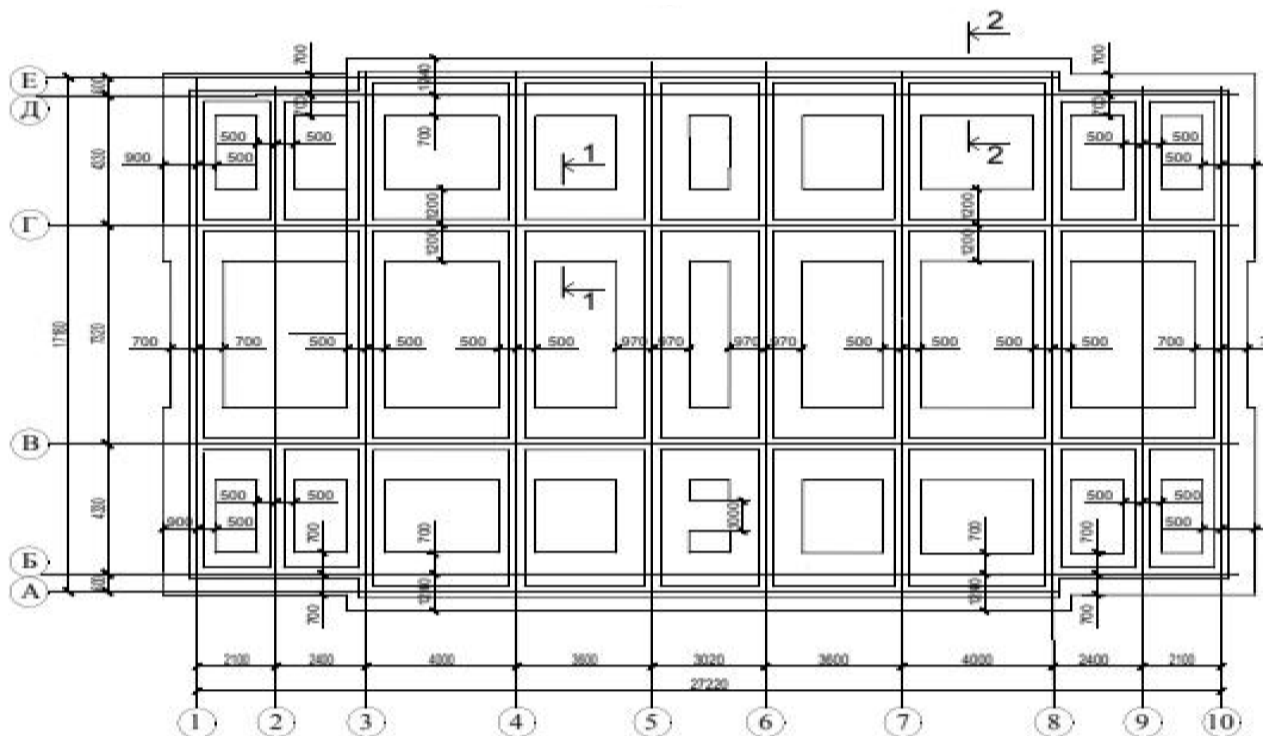


Рисунок 2.4. План фундаментів.

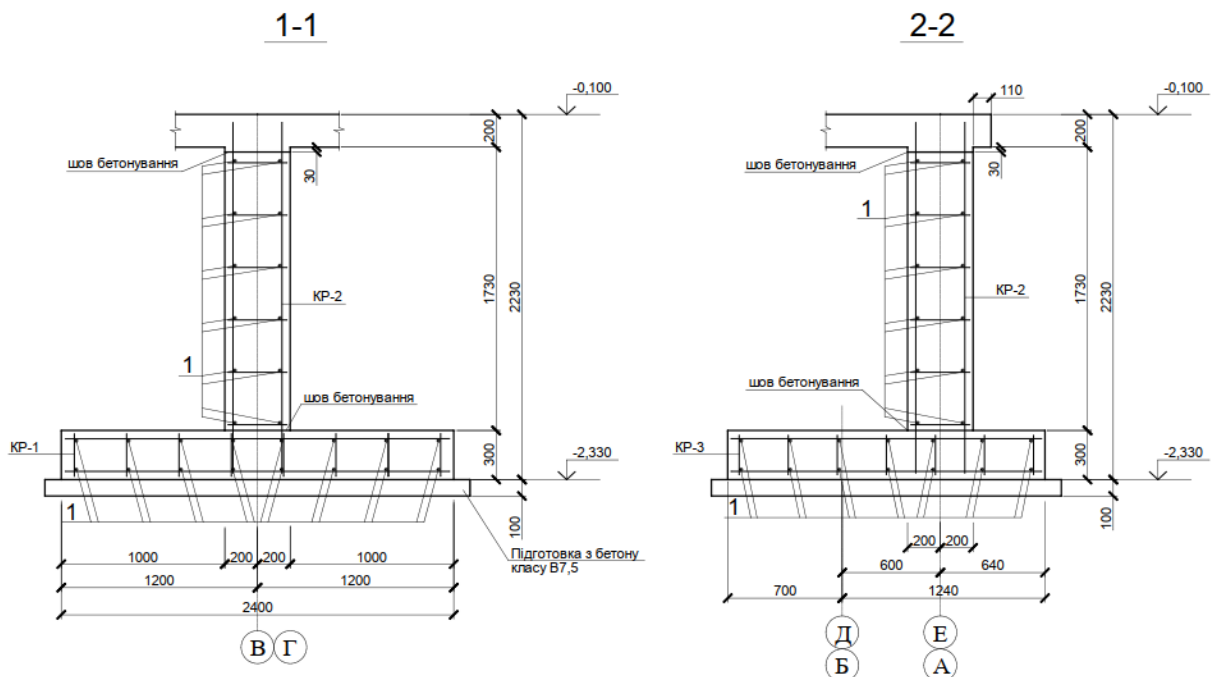


Рисунок 2.5. Перерізи стрічкового фундаменту 1-1 і 2-2.

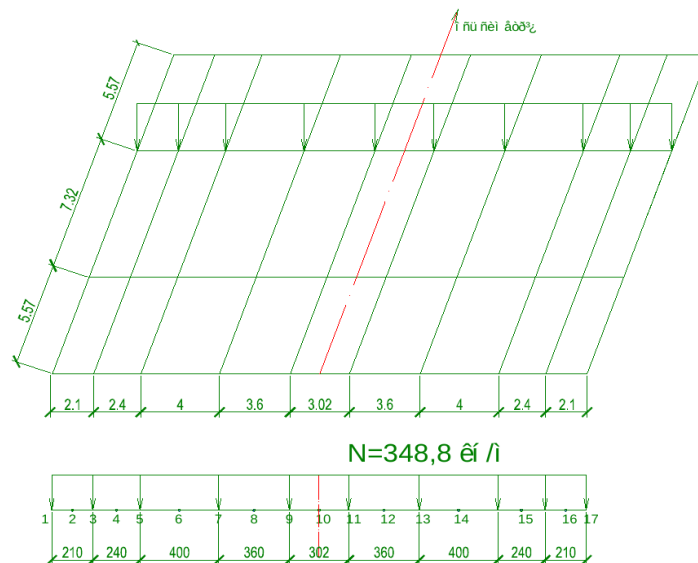


Рисунок 2.6. Розрахункова схема фундаменту з перехресних стрічок.

Статичний момент перерізу відносно нижньої грані (осі $x-x$):

$$S_{x-x} = 240 \cdot 30 \cdot 15 + 40 \cdot 170 \cdot (85 + 30) = 108\,000 + 782\,000 = 890\,000 \text{ см}^3. \quad (2.44)$$

Координата центру ваги перерізу від нижньої грані:

$$y = S_{x-x} / A = 890\,000 / 14\,000 = 63,57 \text{ см}. \quad (2.45)$$

Момент інерції перерізу відносно центральної осі:

$$I_x = 240 \cdot 30^3 / 12 + 240 \cdot 30 \cdot (63,57 - 15)^2 + 40 \cdot 170^3 / 12 + 40 \cdot 170 \cdot (200 - 63,57 - 85)^2 = 5,189 \cdot 10^7 \text{ см}^4. \quad (2.46)$$

Розрахункові параметри k (коефіцієнт постелі) і характерна довжина балки S :

$$k = \pi/12 \cdot Ed/((1-\nu) \cdot b \cdot \ln(4\alpha)) = 3,14/2 \cdot 780/((1-0,3) \cdot 240 \cdot \ln(4 \cdot 24)) = 2,174 \text{ Н/см}^3, \quad (2.47)$$

$$S = \sqrt[4]{(4 \cdot EJ/(b \cdot k))} = \sqrt[4]{(4 \cdot 2,9 \cdot 10^6 \cdot 5,189 \cdot 10^7/(240 \cdot 2,1737))} = 582,8 \text{ см.} \quad (2.48)$$

Зведення зосереджених зусиль Fv_i' від внутрішніх несучих стін, прикладених у вузлах перетину, наведено у таблиці 2.7. Категорія балки прийнята «напівнескінченна» з огляду на достатню довжину фундаменту відносно характерної довжини S .

Таблиця 2.7. Зведена відомість силових факторів на стрічку.

Силовий фактор	Відстань від кінця, см	Відн. відстань $\gamma_i =$ сі/S	Категорія балки
Fv1	0	0,0	напівнескінченна
Fv2	210	0,4	напівнескінченна
Fv3	450	0,8	напівнескінченна
Fv4	850	1,4	напівнескінченна
Fv5	1210	2,0	напівнескінченна
Fv6	1210	2,0	напівнескінченна
Fv7	850	1,4	напівнескінченна
Fv8	450	0,8	напівнескінченна
Fv9	210	0,4	напівнескінченна
Fv10	0	0,0	напівнескінченна

Результуюча зовнішніх сил, прикладених до стрічки:

$$\Sigma Fv_i' = (378,42 + 810,9 + 1059,2 + 1355,64 + 1178,4) \cdot 2 = 9565,12 \text{ кН.} \quad (2.49)$$

Середній реактивний тиск у пружній основі при симетричному завантаженні балки:

$$p = \Sigma Fv_i'/l = 9565,12/27,22 = 351,4 \text{ кН/м.} \quad (2.50)$$

Максимальний згинальний момент у найбільш завантаженому перерізі балки:

$$M_{\max} = (p \cdot 8,5^2)/2 - Fv1' \cdot 8,5 - Fv2' \cdot 6,4 - Fv3' \cdot 4 + Fv5' \cdot 3,6 = 4293,4 \text{ кН}\cdot\text{м.} \quad (2.51)$$

Робоча висота балки фундаменту з умови міцності:

$$h_0 = \sqrt{(M_{max}/(A_0 \cdot R_b \cdot \gamma_b \cdot 2 \cdot b \cdot r))} = \sqrt{(4293,435/(0,25 \cdot 9565,12 \cdot 0,9 \cdot 0,75))} = 1,73 \text{ м.} \quad (2.52)$$

2.11 Розрахунок робочої арматури

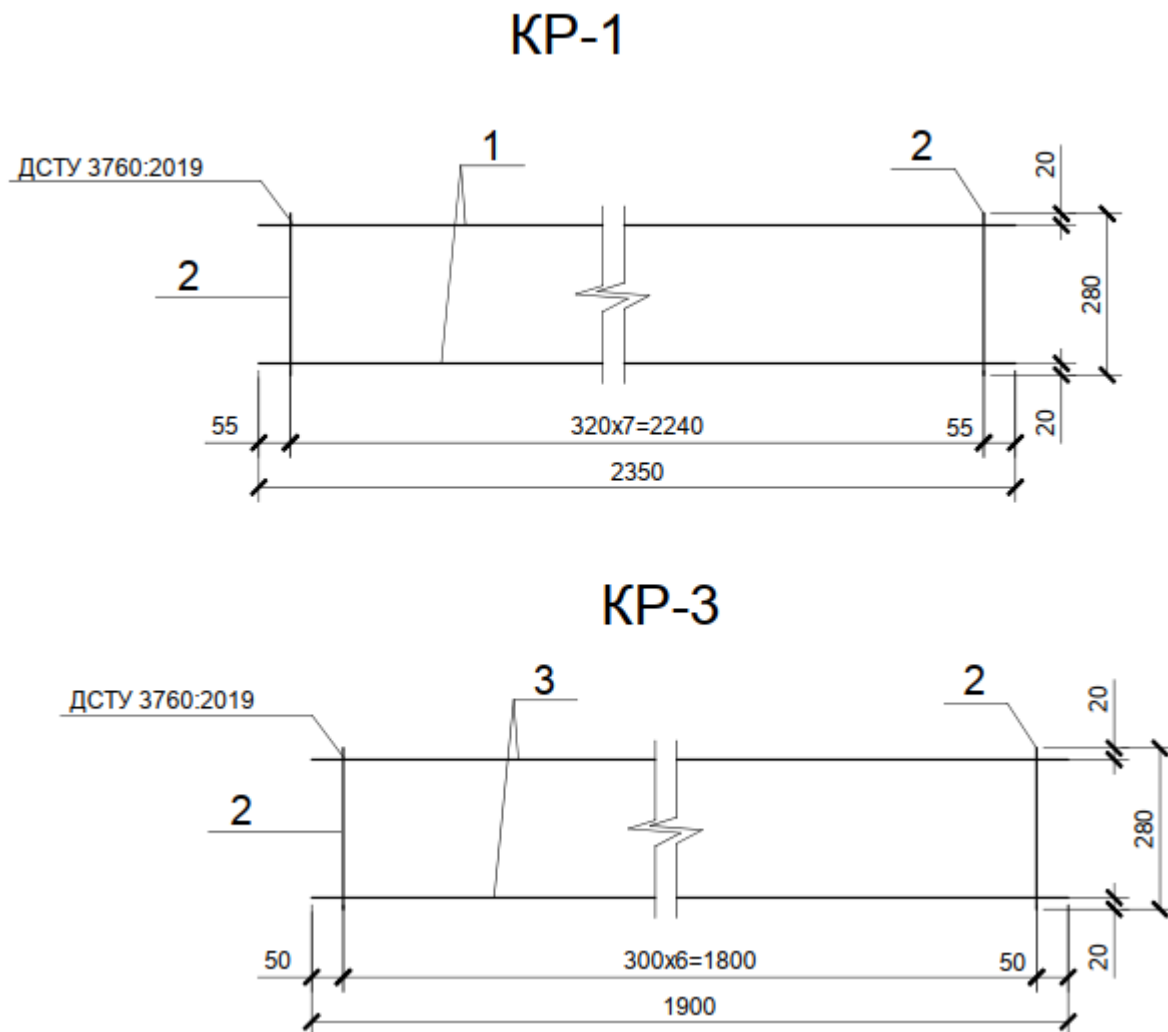


Рисунок 2.7. Схеми армування фундаментних каркасів КР-1, КР-2, КР-3.

За результатами обчислень для каркаса КР-2 максимальний згинальний момент:

$$M_{max} = 2628,3 \text{ кН}\cdot\text{м.} \quad (2.53)$$

Робоча висота перерізу при товщині захисного шару 5 см:

$$h_0 = 230 - 5 = 225 \text{ см.} \quad (2.54)$$

Параметр для перевірки умов одиничного армування за ДБН В.2.6-98:2009 [31]:

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot 14,5 \cdot 0,9 = 0,7456, \quad (2.55)$$

$$\xi R = \omega / (1 + \sigma S, U \cdot (1 - \omega / 1,1) / \sigma S, R) = 0,7456 / (1 + 365 \cdot (1 - 0,7456 / 1,1) / 500) = 0,605. \quad (2.56)$$

Відносний момент опору:

$$\lambda m = M \cdot 100 / (\gamma b^2 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2) = 946,9 \cdot 100 / (0,9 \cdot 1,45 \cdot 240 \cdot 225^2) = 0,0059, \quad (2.57)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \lambda m} = 0,0059, \quad (2.58)$$

$$\zeta = 1 - 0,5 \cdot \xi = 0,997. \quad (2.59)$$

Необхідна площа робочої арматури:

$$A_{s,mp} = M \cdot 100 / (R_s \cdot \zeta \cdot h_0) = 946,9 \cdot 100 / (36,5 \cdot 0,997 \cdot 225) = 11,56 \text{ см}^2. \quad (2.60)$$

Остаточню приймаємо армування з 9 стрижнів діаметром 14 мм з арматурної сталі класу А III. Фактична площа арматури $A_s = 13,85 \text{ см}^2$, крок стрижнів 320 мм. Прийняте армування задовольняє умовам міцності за нормальними напруженнями і конструктивним вимогам ДБН В.2.6-98:2009 [31] (мінімальний коефіцієнт армування, максимальний крок стрижнів робочої арматури).

Висновки до розділу 2

У межах розрахунково-конструктивного розділу опрацьовано такі питання.

1. Виконано збір постійних і тимчасових навантажень на покриття мансардного даху та перекриття будівлі за ДБН В.1.2-2:2006 [16]. Сумарне розрахункове навантаження на покриття складає $1,73 \text{ кН/м}^2$, на 1 п. м крокв'яної ноги, $1,557 \text{ кН/м}$ (постійне) і $0,976 \text{ кН/м}$ (снігове).

2. Виконано підбір перерізу крокв'яних ніг мансардного даху. Прийнятий переріз $50 \times 200 \text{ мм}$ з деревини хвойних порід марки С22

забезпечує міцність (напруження $\sigma = 13 \text{ МПа} \leq R_u = 13 \text{ МПа}$) і деформативність (прогин $14,2 \text{ мм} \leq f_{\text{гран}} = 21 \text{ мм}$) при максимальному згинальному моменті $M = 4,36 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

3. Проаналізовано інженерно-геологічні умови майданчика. Ґрунти основи відносяться до просадних лесових ґрунтів другого типу за просадністю; розрахункова просадка від власної ваги при замочуванні складає 23,2 см, що перевищує граничне значення 5,0 см для I типу ґрунтових умов. Прийнято комплексне рішення з підготовки основи: ґрунтова подушка з ущільненого суглинку висотою 2,0 м.

4. Запроектовано монолітний стрічковий залізобетонний фундамент перехресного типу з шириною подошви 2,4 м, висотою стрічки 1,73 м. Розрахунковий опір ґрунту основи $R = 294,5 \text{ кН/м}^2$ перевищує діючий тиск на основу 211,95 кН/м². Сумарне осідання основи 6,0 см не перевищує граничнодопустимого значення 12,5 см за ДБН В.2.1-10:2018 [24].

5. Виконано розрахунок робочої арматури фундаментної балки для максимального згинального моменту $M_{\text{max}} = 2628,3 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Прийнято армування 9 стрижнями $\varnothing 14 \text{ мм}$ арматурної сталі класу А III з кроком 320 мм, фактична площа $A_s = 13,85 \text{ см}^2$ перевищує необхідну $A_{s, \text{тр}} = 11,56 \text{ см}^2$.

6. Прийнятий комплекс конструктивних і фундаментних рішень забезпечує надійність і експлуатаційну придатність будівлі у специфічних інженерно-геологічних і кліматичних умовах м. Кам'янське відповідно до ДБН В.1.2-14:2018 [23], ДБН В.2.1-10:2018 [24] і ДБН В.2.6-98:2009 [31].

РОЗДІЛ 3.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА ВЛАШТУВАННЯ МАНСАРДНОЇ КРОКВ'ЯНОЇ СИСТЕМИ

У цьому розділі розроблено технологічну карту на влаштування мансардної крокв'яної системи з брусів проєктованого житлового будинку. Підставою для розробки слугують ДБН А.3.1-5:2016 [9] та ДБН А.3.2-2-2009 [10]. Карта встановлює сферу застосування, склад робіт і послідовність технологічних операцій, вимоги до якості, потребу у трудових і матеріальних ресурсах, заходи з охорони праці при виконанні робіт з монтажу скатного даху. Технологічну карту складено з урахуванням рекомендацій Гуденка В. М. [42] та Черненка В. К. і Ярмоленка М. Г. [60].

3.1 Сфера застосування технологічної карти

Технологічна карта розроблена на влаштування скатного даху по крокв'яній системі з брусів, колод або дощок з решетуванням з брусків під штучне або рулонне покрівельне покриття. Карта передбачає монтаж несучих елементів даху з пиломатеріалів. За конструктивною схемою крокви можуть бути:

- похилими (нахилені), які спираються кінцями і середньою частиною (в одній або кількох опорних точках) на стіни будівлі;
- висячими, які спираються тільки кінцями на стіни будівлі без проміжних опор.

До складу робіт, охоплених технологічною картою, входять:

- встановлення мауерлатів і лежнів;
- встановлення конькових прогонів;
- встановлення крокв'яних ніг і затяжок;
- влаштування обрешітки.

Подача матеріалів до робочої зони здійснюється будівельним підйомником. Монтаж укрупнених фрагментів кроквяної системи виконується вантажопідйомним краном. Виконання робіт передбачено у літніх умовах в одну зміну.

Підготовчі роботи на майданчику

До початку основних робіт з влаштування кроквяної системи виконується комплекс підготовчих заходів. На території будівельного майданчика забезпечуються тимчасові побутові приміщення (контори ВТР, гардеробна для робітників, приміщення для приймання їжі, душові, біотуалети). На в'їзді на майданчик встановлюється стенд із загальним планом, графіком робіт, переліком відповідальних осіб, інформаційні щити з адресою об'єкта і номерами телефонів для виклику служб у разі надзвичайних ситуацій. По периметру майданчика влаштовується суцільний дерев'яний паркан висотою 2,0 м з козирком 0,5 м над пішохідною зоною. Передбачено тимчасові майданчики складування матеріалів з покриттям з ущільненого піщано-гравійного відсіпання.

Доставка матеріалів

Деревина для кроквяної системи постачається автомобільним транспортом у вигляді укрупнених пакетів. Розвантаження пакетів виконується гусеничним краном МКГ-25БР з використанням багатоланкових стропів. Деревина зберігається на майданчику у штабелях висотою не більше 1,5 м з прокладками між шарами 25 × 50 мм через кожні 1,0-1,5 м для забезпечення провітрювання. Штабелі вкриваються брезентом від атмосферних опадів. Перед монтажем дерева проходить вибірковий контроль на вологість (не вище 20 %), відсутність дефектів (тріщин, сучків діаметром понад 1/3 ширини перерізу) і відповідність геометричних розмірів проекту.

3.2 Технологія і організація виконання робіт

До початку монтажу крокв'яної системи слід виконати такі підготовчо-організаційні заходи:

- прийняти за актом нижчележачі конструкції, включно з монтажем горищного перекриття, влаштуванням карниза і монтажем вентиляційних стояків вище горищного перекриття;

- встановити вантажопідйомний кран або обладнання;

- підготувати інструмент, пристосування та інвентар;

- доставити на робоче місце матеріали і вироби;

- оформити наряд-допуск на роботи підвищеної небезпеки відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 [10];

- провести інструктаж виконавців з технології та організації виконання робіт.

Заздалегідь заготовлені, оброблені захисними складами та промарковані елементи крокв'яної системи подаються на рівень горищного перекриття. Одночасно подаються інвентарні засоби підмоцвання. Монтаж елементів крокв'яної системи з похилих крокв виконується захватками у такій послідовності:

- встановлюються мауерлати і лежні;

- встановлюються стійки і конькові прогони;

- встановлюються крокв'яні ноги і підкоси;

- влаштовується обрешітка.

Перед встановленням мауерлатів і лежнів по верху стін укладається два шари рулонної гідроізоляції. Після укладання мауерлата і лежнів у проектне положення на лежень встановлюються стійки з тимчасовим розкріпленням переймами і підкосами. По стійках укладається коньковий прогон, його положення вивіряється рівнем і закріплюється будівельними скобами або болтами.

З'єднання елементів крокв'яної системи з колод і брусів виконується за допомогою врубок. Для з'єднання стійок з прогонами застосовуються

врубки зі наскрізним або з нескрізним шипом. Хрестоподібний перетин брусів з'єднується в півдерева (рисунок 3.1).

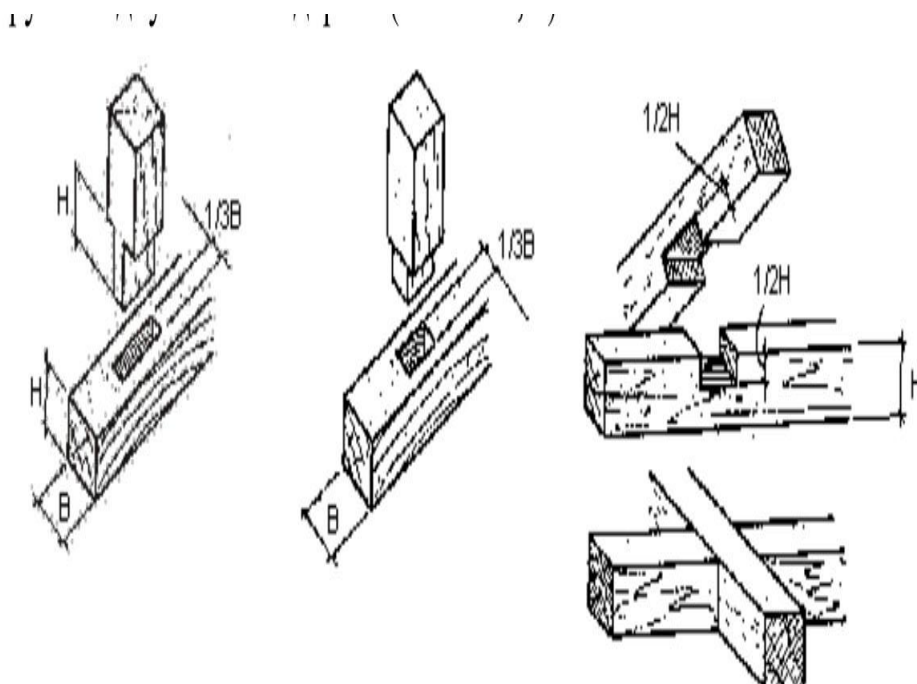


Рисунок 3.1. Врубки при сполученні брусів: а, наскрізним шипом; б, нескрізним шипом; в, в півдерева.

Для сполучення крокв'яних ніг з горизонтальною затяжкою застосовуються лобові врубки з одним або двома зубами (рисунок 3.2).

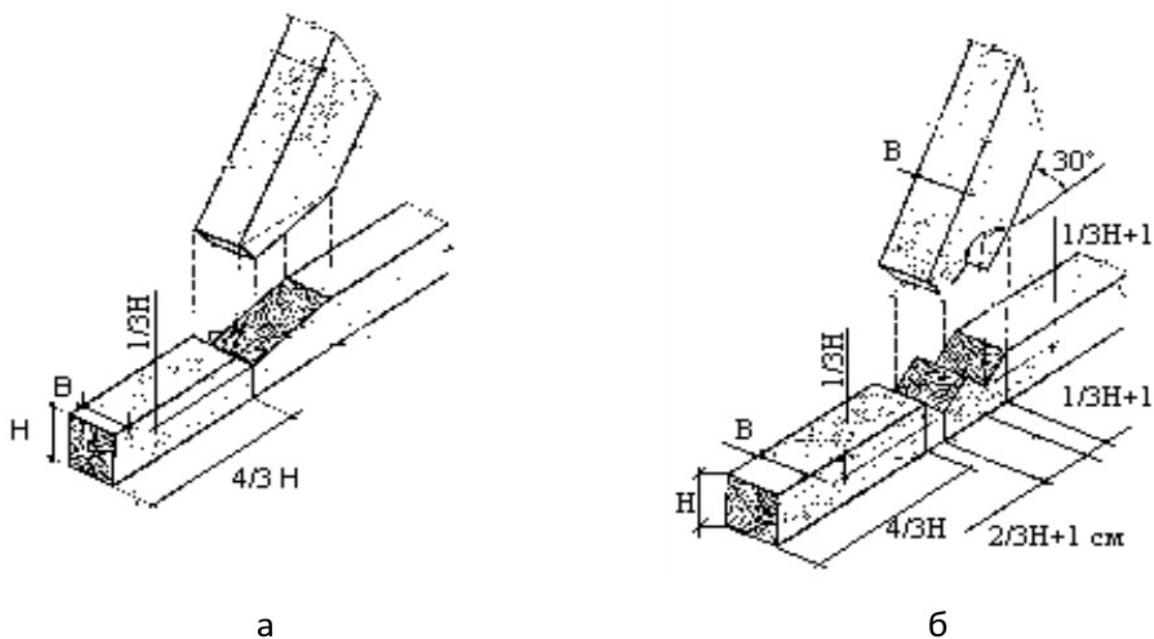


Рисунок 3.2. Врубки в елементах крокв: а, лобова з одним зубом; б, лобова з двома зубами.

Крокв'яні ноги і зтяжки з брусів встановлюються у такому порядку:

- розмічаються на мауерлатах проєктні положення крокв'яних ніг;
- вибираються гнізда під крокви у мауерлатах;
- встановлюються інвентарні підмостки;
- встановлюються крокв'яні ноги з опорою на коньковий брус і мауерлат;
- після перевірки проєктного положення усіх установлених елементів крокв'яна система скріплюється скобами і болтами;
- місця сполучення крокв'яних ніг додатково антисептуються.

Вузли спирання крокв'яних ніг. У нижній частині крокв'яна нога спирається на мауерлат через лобову врубку глибиною $1/3$ висоти перерізу мауерлата (33 мм при висоті мауерлата 100 мм). Кріплення виконується будівельним болтом $\varnothing 12$ мм через шайбу та скобою $\varnothing 5$ мм, що забороняє розкриття вузла від вітрового тиску. У верхній частині крокв'яна нога спирається на коньковий прогон через врубку в півдерева з підкріпленням накладкою з дошки 50×150 мм на 4 цвяхах $\varnothing 5$ мм довжиною 150 мм. Усі вузли антисептуються складом на основі бури і борної кислоти у концентрації 10-12 %.

Після монтажу перших чотирьох крокв'яних ніг починається влаштування обрешітки. Бруски прибиваються за шаблоном від карниза до коньку з проєктним кроком, який визначається типом покрівельного покриття. У місцях звису покрівлі над карнизом, під стиками листів, а також у розжелобках і на коньку укладається суцільний настил з обрізної дошки.

Сполучення елементів дощатих крокв виконується на цвяхах і скобах, посилені накладками (рисунок 3.3). Несучі елементи даху виготовляються з дощок перерізом 50×200 мм. У місцях стиків прибиваються подвійні накладки з дощок завтовшки 25-30 мм, довжина цвяхів повинна перевищувати товщину прибиваних дощок або брусків у 2,5-3,0 рази.

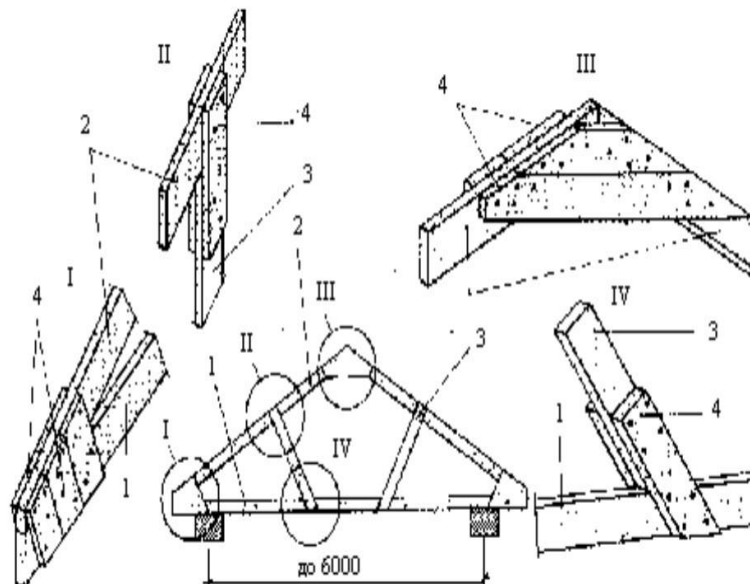


Рисунок 3.3. Безврубочне сполучення дощатих крокв: I, вузол сполучення із з'ясуванням; II, сполучення підкоса з крокв'яною ногою; III, крокв'яних ніг у гребені; IV, підкосів із з'ясуванням. 1, з'ясування; 2, крокв'яна нога; 3, підкоси; 4, накладки.

Цвяхи розміщуються паралельно або косими рядами під кутом 45° до осі накладки (рисунок 3.4). Відстань від торця накладки до осі крайнього ряду повинна бути не менше $15d$ (d , діаметр цвяха), а від кромки накладки до осі поздовжнього ряду, не менше $4d$. Кінці цвяхів, що пройшли через пакет дощок, загинаються поперек волокон.

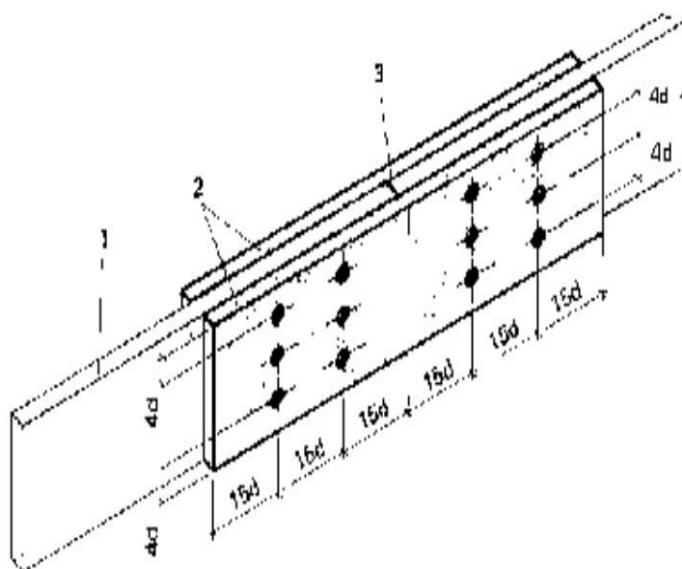


Рисунок 3.4. Розмітка цвяхів: 1, елементи, що з'єднуються; 2, накладки; 3, торцевий стик з'ясування.

1. Необхідна вантажопідйомність:

$$Q_{tr} = P_e + P_z = 0,052 + 0,044 = 0,096 \text{ т}, \quad (3.1)$$

де P_e , маса конструктивного елемента, т;

P_z , маса стропувального пристрою елемента, т.

2. Необхідна висота підйому гака:

$$H_{кр} = h_c + h_e + h_z + H_0 = 2,5 + 0,2 + 0,5 + 14,55 = 17,75 \text{ м}, \quad (3.2)$$

де H_0 , відстань від землі до місця опори елемента, м;

h_c , висота стропування елемента, м;

h_e , висота елемента перед встановленням у проєктне положення, м;

h_z , запас за висотою між низом елемента і верхом опори (не менше 0,5 м за умовами техніки безпеки).

3. Необхідна довжина стріли:

$$L_{стр} = a/2 + b + c = 4,6/2 + 4 + 5 = 11,3 \text{ м}, \quad (3.3)$$

де c , відстань по горизонталі від центру тяжіння монтованого елемента до виступаючої частини будівлі з боку крана, м;

b , відстань від кранового шляху до найбільш виступаючої частини будівлі, м;

a , ширина кранового шляху, м.

У попередніх розрахунках прийнято $a = 6$ м, $b = 4$ м. За результатами розрахунку приймаємо гусеничний кран МКГ-25БР зі стрілою 18,5-5 м, основні параметри:

- вантажопідйомність на найбільшому вильоті, 5,0 т;

- виліт стріли, 14 м;

- висота підйому гака, 18,0 м.

3.4 Калькуляція трудовитрат

Таблиця 3.1. Калькуляція трудовитрат на влаштування крокв'яної системи з брусів.

Обґрунтування за ЄНіР	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг	Норма часу, люд.-год	Трудовитрати, люд.-дн.
ЄНіР 6-1-7, т.2 п.1б	Укладання мауерлата з поперечним перепилуванням, нанесенням антисептичних складів, обгортанням толем і кріпленням	100 м ²	8,91	1,4	1,56
ЄНіР 6-1-7, т.2 п.1в	Розмітка місць установки крокв і виготовлення сполучень з мауерлатом. Установка лежнів, стійок, прогонів, розкосів, підкосів, крокв, ригелів	100 м ²	8,91	32,5	36,20
ЄНіР 6-1-7, т.2 п.1г	Розмітка і поперечне перепилування матеріалів, укладання, вивірка і прибивка обрешітки. Влаштування розжелобків, звисів	100 м ²	8,91	13,5	15,035
ЄНіР 6-1-7, т.2 п.1д	Вирізка обрешітки у даху, врубки ригелів і крокв, збірка каркаса слухових вікон	100 м ²	8,91	1,3	1,45
ЄНіР 4-1-9 №3б	Подача вантажів краном вантажопідйомністю до 5 т	100 т	0,049	19,4	0,12
	Всього:				54,365

3.5 Графік виконання робіт

N п/п	Найменування процесів	Один. виміру	Об'єм робіт	Трудоємкість на один. вим. чел.-год.	Трудоємкість на весь об'єм чол.-дн.	Склад ланки	Тривалість в днях	Графік робіт													
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	Укладання маурпата з поперечним перепилованням, нанесенням антисептичних складів, обгортанням толем і постановкою кріплень	100 м ²	8,91	1,4	1,56	тесляр 4 розряд-1 3 розряд-1 2 розряд-2 підс. роб.-1	1	5													
2	Встановлення на місце прогонів, розкосів, затяжок, кров, ригелів з підгонкою сполучень та кріплення їх цвяхами	100 м ²	8,91	32,5	36,2	тесляр 4 розряд-1 3 розряд-1 2 розряд-2 підс. роб.-1	8					5									
3	Встановлення, звірка та прибірка обрешітки. Пристрій разжелобків, звісів та постановка ребрових та конькових дошок.	100 м ²	8,91	13,5	15,035	тесляр 4 розряд-1 3 розряд-1 2 розряд-2 підс. роб.-1	3								5						
4	Врубка ригелів і кров, збірка всього каркаса слухових вікон, обшивка бічних стінок і оброблення віконного отвору слухових вікон	100 м ²	8,91	1,3	1,45	тесляр 4 розряд-1 3 розряд-1 2 розряд-2 підс. роб.-1	1													5	
5	Подача вантажів гусеничним краном	100 т	0,049	19,4	0,12	машиніст 5 розряд-1 такелажник 2 розряд-2	1					3									

Рисунок 3.6. Графік виконання робіт на влаштування крокв'яної системи.

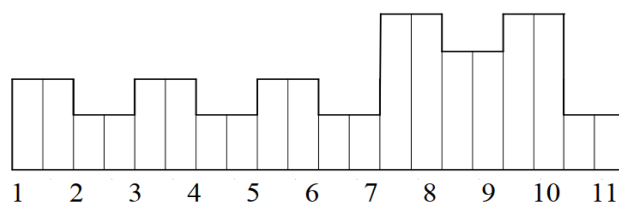


Рисунок 3.7. Графік руху робітників за період виконання робіт.

Технологічна послідовність виконання робіт відображена у графіку (таблиця 3.2). Тривалість кожної операції визначена з огляду на склад ланки (5 теслярів) і нормативні трудовитрати з таблиці 3.1.

Тривалість виконання всього комплексу робіт з влаштування крокв'яної системи становить 10 робочих днів.

3.6 Вимоги до якості і приймання робіт

У процесі влаштування крокв'яної системи з дерев'яних елементів організовується виробничий контроль якості, який охоплює: вхідний контроль конструкцій, матеріалів і напівфабрикатів; операційний контроль виконання будівельно-монтажних робіт; приймальний контроль. На всіх етапах робіт здійснюється інспекційний контроль представниками технічного нагляду замовника.

Виробник зобов'язаний супроводжувати кожну партію пиломатеріалів і елементів кріплення документом про якість, у якому

повинні зазначатися найменування і адреса підприємства-виробника, номер і дата видачі документа, номер партії, найменування і марки матеріалів та конструкцій, кількість постачання, основні фізико-механічні показники. Документ про якість має бути підписаний працівником, відповідальним за технічний контроль на підприємстві-виробнику.

Таблиця 3.2. Графік виконання робіт на влаштування крокв'яної системи.

Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг	Трудомісткість, люд.-дн.	Склад ланки	Тривалість, дн.
Укладання маурлата	100 м ²	8,91	1,56	тесляр 4 р., 1; 3 р., 1; 2 р., 2; підс. 1 р., 1	1
Розмітка і встановлення крокв'яних ніг, лежнів, стійок, прогонів	100 м ²	8,91	36,20	тесляр 4 р., 1; 3 р., 1; 2 р., 2; підс. 1 р., 1	8
Розмітка і прибивка обрешітки, влаштування звисів і конькових дощок	100 м ²	8,91	15,035	тесляр 4 р., 1; 3 р., 1; 2 р., 2; підс. 1 р., 1	3
Вирізка обрешітки під слухові вікна, монтаж вікон	100 м ²	8,91	1,45	тесляр 4 р., 1; 3 р., 1; 2 р., 2; підс. 1 р., 1	1
Подача вантажів краном	100 т	0,049	0,12	машиніст 5 р., 1; такелажники 2 р., 2	1
Всього:			54,365		10

Вхідний контроль матеріалів передбачає перевірку зовнішнім оглядом відповідності продукції чинним стандартам, технічним умовам, вимогам проєкту, паспортам і сертифікатам якості. Вхідний контроль виконує лінійний інженерно-технічний персонал при надходженні матеріалів та виробів на будівельний майданчик. Розміри і геометрична форма перевіряються вибірково одноступінчастим контролем.

Влаштування крокв'яної системи дозволяється виконувати тільки після приймання опорних конструкцій за актом прихованих робіт. Схема операційного контролю якості наведена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Схема операційного контролю якості.

Контрольовані операції	Склад контролю	Засоби контролю	Хто і коли контролює	Документація
Встановлення мауерлатів і лежнів	Відповідність матеріалів проекту і нормативним вимогам	Візуально	Виконроб до початку робіт	Документи про якість
	Антисептування і вогнезахист	Візуально	Виконроб до початку робіт	Акти прихованих робіт
	Влаштування гідроізоляції	Візуально	Виконроб до початку робіт	Акти прихованих робіт
	Відповідність місць установки проекту	Візуально	Виконроб після встановлення	Загальний журнал робіт
Встановлення елементів крокв'яної системи	Відповідність матеріалів проекту і нормативним вимогам	Візуально	Виконроб до початку робіт	Документи про якість
	Антисептування і вогнезахист	Візуально	Виконроб до початку робіт	Акти прихованих робіт
	Відповідність проекту	Візуально	Виконроб після встановлення	Загальний журнал робіт
Влаштування обрешітки	Якість деревини, відповідність ДБН	Візуально	Виконроб після укладання	Паспорти і сертифікати

Таблиця 3.4. Технічні вимоги при прийманні крокв'яної системи.

Технічні вимоги	Граничні відхилення	Контроль (метод, обсяг)
Відхилення глибини врубок від проектної	2 мм	Вимірювальний, кожен елемент
Відхилення відстані між центрами робочих болтів: вхідні / вихідні отвори	2 мм / 5 мм	Вимірювальний, вибіркового
Відхилення відстаней між центрами цвяхів у з'єднаннях	0,5d поперек волокон, 1,0d вздовж волокон	Вимірювальний, вибіркового

3.7 Матеріально-технічні ресурси

Таблиця 3.5. Потреба у конструктивних елементах крокв'яної системи.

№	Призначення	Переріз Н × В, мм	Довжина, м	Кількість, шт.	Об'єм, м ³
1	Мауерлат	100 × 100	118,3	-	0,113
2	Прогон	200 × 80	22,3	1	0,127
2А	Прогон	200 × 80	3,4	4	0,218
2Б	Прогон	200 × 80	5,6	1	0,090
3	Прогон	350 × 80	19,0	1	0,550
4	Накосна крокв'яна нога	200 × 50	6,6	4	0,260
5	Накосна крокв'яна нога	200 × 50	8,95	8	0,715
6	Накосна крокв'яна нога	200 × 50	4,55	2	0,091
7	Крокв'яна нога	200 × 50	10,1	34	3,430
8	Затяжки	150 × 50	5,53	54	2,189
9	Крокв'яна нога	200 × 50	4,2	10	0,420
10	Затяжки	150 × 50	2,67	40	0,801
11	Крокв'яна нога	200 × 50	5,72	8	0,448

Таблиця 3.6. Потреба в інструменті і пристосуваннях.

Найменування	Марка / стандарт	Од. вим.	Кількість
Дискова електропила по дереву 1,6 кВт	СЮІТ.298251.001-02	шт.	1
Машина електрична свердлильна 0,45 кВт	МЕМ-450 ЕР	шт.	1
Таль ручна шестернева вантажопідйомністю 0,5 т	ДСТУ EN 13157:2014	шт.	3
Пила поперечна	ТУ виробника	шт.	2
Пила-ножівка	ТУ виробника	шт.	2
Рівень будівельний	ТУ виробника	шт.	2
Схил будівельний	ТУ виробника	шт.	2
Молоток	ТУ виробника	шт.	4
Сокира	ДСТУ ГОСТ 1399:2008	шт.	3
Рулетка металева	ДСТУ ГОСТ 7502:2008	шт.	2
Нівелір з рейками	НВ-1	шт.	1
Інвентарні підмостки на козелках	ДБН А.3.2-2	шт.	4

3.8 Заходи з охорони праці і техніки безпеки

Виконання робіт з влаштування мансардної кроквяної системи має ґрунтуватися на дотриманні приписів ДБН А.3.2-2-2009 [10], а також загальних положень Закону України «Про охорону праці» [3]. На цей комплекс робіт оформлюється наряд-допуск як на роботи підвищеної небезпеки.

До переліку виробничих ризиків, що супроводжують зведення покрівлі, належать: перебування у радіусі обертання стріли монтажного крана; робота на висоті у тому числі поблизу необгородженого периметра; ймовірність випадкового падіння монтованих елементів або інструменту з рівня даху; порушення послідовності технологічних операцій; загоряння деревини та матеріалів просочення.

Перед початком зміни стропальник зобов'язаний:

- оглянути вантажозахоплювальні засоби, переконатися у наявності клейм або бирок із зазначенням інвентарного номера, дати останнього випробування та граничної маси вантажу;
- перевірити комплектність допоміжного інвентарю;
- підібрати стропи відповідної конфігурації до маси та геометрії елементів; геометрія повинна забезпечувати кут між гілками строп не вище 90 градусів;
- оцінити рівень освітленості робочої зони з використанням люкметра.

Зона дії крана позначається сигнальною стрічкою або щитами; перебувати у цій зоні стороннім особам та виконувати паралельні роботи не дозволяється. Перед стартом монтажу між бригадиром та машиністом крана узгоджується система знакової сигналізації. Будь-які команди подає виключно одна особа, проте сигнал «Стоп» має право подати кожен працівник, який зафіксував небезпечну ситуацію.

При відмітках понад 1 метр над поверхнею землі або міжповерховим перекриттям робочі майданчики оснащуються типовими огороженнями.

У разі неможливості влаштувати огорожу монтажникам видаються запобіжні пояси, точки кріплення карабінів попередньо вказує майстер. Тимчасове закріплення змонтованих елементів є умовою їх розстропування.

Монтаж на висоті у відкритих місцях припиняється у випадках, передбачених ДБН А.3.2-2-2009 [10]: швидкість вітру 15 м/с і вище, ожеледь, гроза, густий туман з обмеженням видимості в межах фронту робіт.

Перед заступанням на роботу тесля зобов'язаний:

- отримати від бригадира або керівника робіт чіткий перелік завдань та пройти інструктаж на робочому місці;
- одягти каску, спецодяг та спецвзуття згідно із затвердженими нормами видачі;
- перевірити безпечність робочого місця та підходів до нього;
- підготувати інструмент, технологічне оснащення, переконатися у їх справності;
- оцінити стійкість раніше встановлених конструкцій.

Для переміщення до робочих місць використовуються штатні комунікації: маршові сходи, трапи, інвентарні драбини, перехідні містки. Підмостки, з яких ведеться монтаж дерев'яних конструкцій, не можна опирати на самі ці конструкції до моменту їх остаточного закріплення. Розбирання штабелів пиломатеріалів проводиться зверху вниз з формуванням уступів і збереженням стійкості залишкової частини штабеля. При установленні крокв, стійок та інших елементів робота не переривається до моменту їх надійного закріплення в проєктному положенні.

Заготовлення деталей покрівлі (різання, теска, обробка) виконується у спеціально обладнаних робочих зонах, не на даху. Готові деталі подаються на рівень покрівлі у контейнерах вантажопідйомним краном.

Прийом матеріалів виконується на огорожених приймальних майданчиках; наводити вантаж на майданчик руками заборонено.

Під час експлуатації електроінструменту теслі не повинні: натягувати та перегинати живильні шланги і кабелі; допускати їх перетин із силовими кабелями під напругою та зі шлангами горючих газів; передавати інструмент іншим особам; працювати з приставних драбин; обробляти зледенілу або мокру деревину; залишати без нагляду увімкнений інструмент.

Антисептування деревини відбувається у спеціально виділених приміщеннях. На цей час паралельні роботи, паління і прийом їжі у цьому приміщенні припиняються. Засоби індивідуального захисту: шланговий протигаз або респіратор, окуляри для очей, захисні пасти для шкіри. При завантаженні складів вживаються заходи проти їх розпорошення та розбризкування.

3.9 Техніко-економічні показники

Таблиця 3.7. Техніко-економічні показники технологічної карти.

№	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	Трудомісткість на весь обсяг робіт	люд.-дн.	54,365
2	Питома трудомісткість 1 м ² покрівлі	люд.-дн./м ²	0,06
3	Площа покрівлі	м ²	891
4	Сума заробітної плати на весь обсяг робіт	грн.	29 737
5	Тривалість виконання робіт	дні	10

Висновки до розділу 3

У межах третього розділу опрацьовано такі питання.

1. Розроблено технологічну карту на влаштування мансардної кров'яної системи з брусів проєктованого житлового будинку відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [9] і ДБН А.3.2-2-2009 [10]. Карта охоплює

мауерлати, лежні, стійки, конькові прогони, крокв'яні ноги, затяжки, обрешітку, з визначенням послідовності операцій і техніки виконання.

2. Підібрано монтажний гусеничний кран МКГ-25БР зі стрілою 18,5-5 м з вантажопідйомністю на найбільшому вильоті 5,0 т, вильотом 14 м і висотою підйому гака 18,0 м. Параметри крана узгоджуються з вимогами щодо подачі матеріалів і встановлення крокв'яних ніг на висоті 14,55 м від рівня денної поверхні.

3. Складено калькуляцію трудовитрат за чинними виробничими нормами ЄНіР 6-1-7 і ЄНіР 4-1-9, локальна трудомісткість влаштування крокв'яної системи становить 54,365 люд.-дн., тривалість, 10 робочих днів при ланці з 5 теслярів і 1 кранової ланки.

4. Сформульовано вимоги до якості і приймання робіт за схемою операційного контролю якості (вхідний, операційний, приймальний контроль). Граничні відхилення при прийманні: глибина врубок 2 мм, відстань між центрами болтів 2-5 мм, відстань між цвяхами 0,5-1,0d.

5. Описано заходи з охорони праці і техніки безпеки при влаштуванні крокв'яної системи з посиланнями на ДБН А.3.2-2-2009 [10] і Закон України «Про охорону праці» [3]. Заходи охоплюють роботи на висоті, обмеження зони дії крана, експлуатацію електроінструменту і антисептування.

6. Розраховано техніко-економічні показники технологічної карти: питома трудомісткість 0,06 люд.-дн./м² покрівлі, сума заробітної плати 29 737 грн., тривалість 10 днів. Отримані показники узгоджуються з типовими значеннями для малоповерхового житлового будівництва.

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

4.1 Загальні положення

Організація будівництва становить взаємопов'язану систему підготовки до будівництва, встановлення та забезпечення загального порядку, черговості й термінів виконання робіт, постачання необхідних ресурсів (матеріалів, конструкцій, машин, обладнання, кадрів) та забезпечення ефективного використання капіталовкладень при високій якості зведення об'єкта. Головне завдання, забезпечення введення будинку в експлуатацію в оптимальні терміни за умов якісного виконання робіт і мінімальних витрат трудових, матеріальних і фінансових ресурсів. Загальні принципи організації будівельного виробництва опрацьовано у роботі Кирноса В. М., Залуніна В. Ф., Дадіверіної Л. М. [46] та Ушацького С. А. [58]; сучасні підходи до управління будівництвом, у виданні за редакцією Тугая О. А. [50].

Проект виконання робіт (ППР) розробляється на основі робочих креслень з метою визначення найбільш ефективних методів виконання будівельно-монтажних робіт, що сприяють зниженню собівартості та трудомісткості, скороченню тривалості будівництва, забезпеченню вимог техніки безпеки й охорони праці згідно з ДБН А.3.1-5:2016 [9]. ППР розробляється генеральним підрядником або спеціалізованою організацією за договором і затверджується керівником будівельної організації. Затверджений ППР передається на будівельний майданчик не пізніше ніж за два місяці до початку виконання робіт.

Послідовність зведення об'єкта визначається технологією виробництва та забезпеченням безперервності робочих процесів. Взаємозв'язок робіт відображається через мережеві моделі, які дають змогу візуалізувати критичний шлях, оцінити резерви часу окремих робіт та

оптимізувати тривалість будівництва. У сучасній практиці організації будівництва широко застосовуються програмні засоби планування (MS Project, Primavera P6), які формують календарні графіки у вигляді діаграми Ганта і дозволяють оперативно реагувати на відхилення від запланованого ходу робіт. Календарний і мережевий графіки у цій роботі побудовано на основі моделі у MS Project з ресурсним балансуванням.

4.2 Характеристика об'єкта

У межах розділу розроблено комплекс організаційно-технологічних рішень для зведення 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардними пентхаузами у м. Кам'янське.

Основні характеристики об'єкта:

- розміри у плані: 17,8 × 28,1 м;
- поверховість: 3 наземні поверхи з мансардним рівнем;
- висота поверху: 3,3 м;
- загальна висота від рівня денної поверхні: 16,35 м;
- конструктивна схема: з несучими цегляними стінами товщиною 380 і 510 мм;
- фундамент: монолітний стрічковий залізобетонний на ґрунтовій подушці;
- перекриття: збірні залізобетонні багатопорожнисті плити завтовшки 220 мм;
- дах: мансардний скатний з дерев'яної крокв'яної системи з брусів;
- покрівля: рулонна штучна черепиця по фанерному настилу;
- загальна кількість квартир: 12, з них 4 дворівневих пентхауза;
- загальна площа квартир: 1185,3 м²; будівельний об'єм: 6998,1 м³.

4.3 Вибір методів виконання робіт

Технологічну послідовність зведення будинку прийнято з урахуванням технологічних залежностей між видами робіт і вимог техніки безпеки. Основні цикли робіт:

- підготовчі роботи: огорожа майданчика, тимчасові комунікації, влаштування побутового містечка;
- земляні роботи: виймання котловану під підвальну частину будинку, влаштування ґрунтової подушки;
- фундаменти: монтаж арматурних каркасів, бетонування стрічкового монолітного фундаменту, перекриття над підвалом;
- надземна частина: цегляне мурування стін, монтаж плит перекриттів, монолітні ділянки поверхово;
- дах: монтаж дерев'яної кроквяної системи (розділ 3), влаштування покрівельного пирога;
- оздоблювальні роботи: внутрішнє оздоблення, влаштування підлог, фасадне облицювання;
- монтаж інженерних мереж: опалення, водопостачання, каналізації, електропостачання, слабкоstromових;
- благоустрій території та здача об'єкта в експлуатацію.

Для виконання вертикального транспортування матеріалів і конструкцій передбачено гусеничний кран МКГ-25БР зі стрілою 18,5-5 м (підбір виконано у підрозділі 3.3). Для бетонних робіт використовується автобетонозмішувач з прийманням бетонної суміші у бункер з подальшою подачею краном до місця укладання. Цегляне мурування виконується ланками по 4 особи з застосуванням пакетного оснащення і пересувних риштувань. Розрахунок мережевого графіка побудовано з розбивкою об'єкта на 2 технологічні захватки (рисунок 4.1) для скорочення термінів за рахунок паралельного ведення робіт.

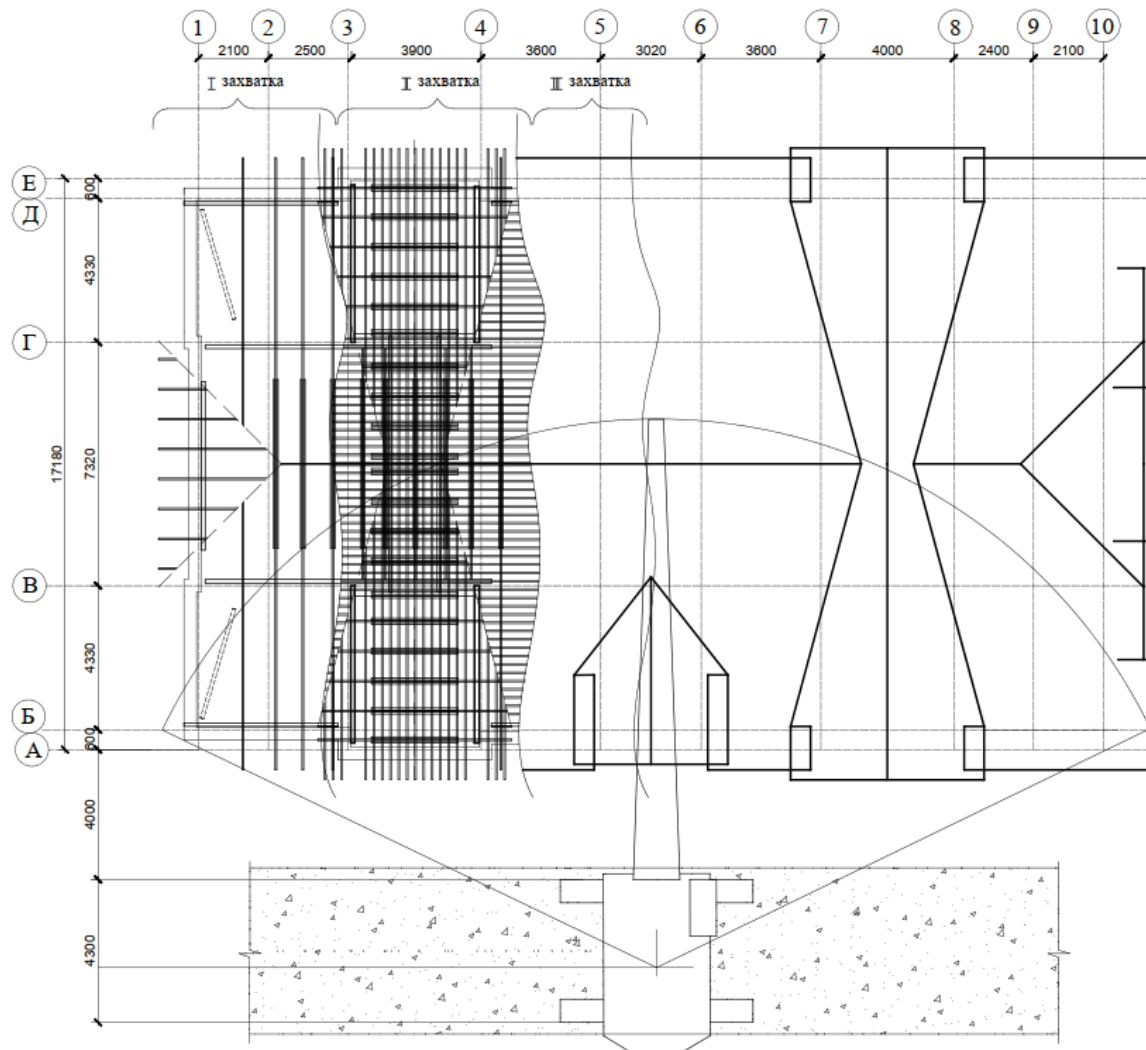


Рисунок 4.1. План будівлі з розбивкою на технологічні захватки.

4.4 Калькуляція трудових витрат на будівництво

Калькуляція трудових витрат і заробітної плати на повний комплекс будівельно-монтажних робіт зведена у таблиці 4.1. Калькуляція складена за чинними виробничими нормами Єдиних норм і розцінок (ЄНіР) для основних видів робіт надземної частини будинку, фундаментів і оздоблювальних робіт. Норми часу включають витрати праці робітників основних і допоміжних професій.

Таблиця 4.1. Калькуляція трудових витрат на будівництво.

№	Найменування робіт	Обґрунтування ЄНіР	Од. вим.	Обсяг	Норма часу, люд.-год	Трудоємність, люд.-дн.
1	Розробка ґрунту в котловані механізованим способом	Е2-1-11	1000 м ³	1,28	1,7	0,27
2	Ущільнення ґрунтової подушки важкими трамбівками	Е2-1-31	100 м ²	5,00	2,3	1,44
3	Опалубочні роботи по фундаментах	Е4-1-34	100 м ²	1,80	13,5	3,04
4	Армування стрічкового фундаменту	Е4-1-46	т	8,75	13,0	14,21
5	Бетонування стрічкового фундаменту	Е4-1-49	100 м ³	0,98	27,0	3,31
6	Гідроізоляція фундаменту обмазувальна	Е11-37	100 м ²	2,40	5,2	1,56
7	Зворотна засипка пазах котловану	Е2-1-30	100 м ³	1,98	4,8	1,19
8	Мурування зовнішніх цегляних стін t=380 мм	Е3-3,А	м ³	228,1	2,9	82,68
9	Мурування зовнішніх стін лицьового шару t=120 мм	Е3-3,А	м ³	72,0	3,2	28,80
10	Мурування внутрішніх несучих стін t=510 мм	Е3-3,А	м ³	184,6	3,7	85,38
11	Мурування внутрішніх стін і перегородок t=120 мм	Е3-3,А	м ³	97,3	3,7	45,00
12	Утеплення фасаду мінераловатними плитами d=120 мм	Е11-29	100 м ²	8,80	9,8	10,78
13	Монтаж збірних з/б плит перекриттів	Е4-1-7	100 шт.	0,82	65,0	6,66

№	Найменування робіт	Обґрунтування ЄНіР	Од. вим.	Обсяг	Норма часу, люд.-год	Трудомісткість, люд.-дн.
14	Влаштування монолітних ділянок перекриттів	E4-1-49	100 м ³	0,29	27,0	0,98
15	Монтаж сходових маршів і площадок	E4-1-10	100 шт.	0,12	78,0	1,17
16	Монтаж віконних і дверних блоків	E10-39	100 шт.	1,80	32,0	7,20
17	Влаштування дерев'яної крокв'яної системи	E6-1-7	100 м ²	8,91	48,7	54,37
18	Влаштування покрівлі з рулонної черепиці	E7-15	100 м ²	8,91	10,3	11,48
19	Влаштування цементно-піщаних стяжок	E11-11-1	100 м ²	10,80	85,55	115,49
20	Влаштування підлог з ламінат-паркету	E11-34-1	100 м ²	8,90	94,15	104,77
21	Облицювання підлоги керамічною плиткою	E8-1-1	100 м ²	2,10	47,0	12,34
22	Штукатурні роботи внутрішні	E8-1-2	100 м ²	28,4	63,0	223,65
23	Шпаклювання і фарбування поверхонь	E8-1-15	100 м ²	28,4	32,5	115,30
24	Монтаж внутрішніх інженерних мереж	E9, E10	м ²	1245,9	0,12	18,69
25	Благоустрій території і озеленення	E17-22	100 м ²	121,0	8,5	128,56
	Всього:					1077,32

Загальна трудомісткість будівельно-монтажних робіт за надземною і підземною частинами становить близько 1077 люд.-дн. Середня чисельність працюючих за календарним графіком, 15 осіб, максимальна 24 особи (див. розділ 4.5).

4.5 Календарний графік виконання робіт

Календарний графік виконання будівельно-монтажних робіт побудовано за стрічковою формою (діаграма Ганта) на основі калькуляції трудовитрат і прийнятої технологічної послідовності у середовищі MS Project. Тривалість виконання кожного виду робіт визначена діленням трудомісткості на розмір ланки виконавців з округленням до цілого числа робочих днів. Послідовність відображає обмеження «фініш-старт» (наступна робота починається після завершення попередньої) для більшості процесів і «старт-старт із затримкою» для робіт, що можуть виконуватися паралельно (мурування і монтаж перекриттів поверхами; роботи на двох технологічних захватках). Поділ фронту робіт на дві захватки дає змогу суміщати суміжні процеси в часі і скоротити загальну тривалість зведення без перевантаження окремих бригад. Тривалість і змінність робіт прийнято з урахуванням однозмінного режиму для основних процесів та можливого переходу на двозмінний режим на критичних операціях у разі відставання від графіка.

Початок робіт прийнято на 01.06.2026 (початок літнього періоду), що дозволяє виконати «мокрі» процеси (бетонування фундаменту, цегляне мурування) у сприятливих погодних умовах і виключити застосування протиморозних добавок за ДБН А.3.1-5:2016 [9]. Закінчення робіт, 12.04.2027. У зимовий період графіком передбачено переважно внутрішні та опоряджувальні роботи, що не залежать від температури зовнішнього повітря і не потребують додаткових заходів із прогрівання конструкцій. Для скорочення тривалості будівництва підготовчі та земляні роботи частково суміщено з постачанням матеріалів і виготовленням арматурних каркасів, що зменшує тривалість підготовчого періоду.

Сумарна тривалість критичного шляху, 226 робочих днів (близько 10-11 календарних місяців з урахуванням вихідних і державних свят). До критичного шляху увійшло 25 робіт, від підготовчого періоду і влаштування основи до завершальних опоряджувальних робіт.

Календарний графік виконання робіт (діаграма Ганта)
Загальна тривалість, 226 робочих днів, з 01.06.2026 по 12.04.2027

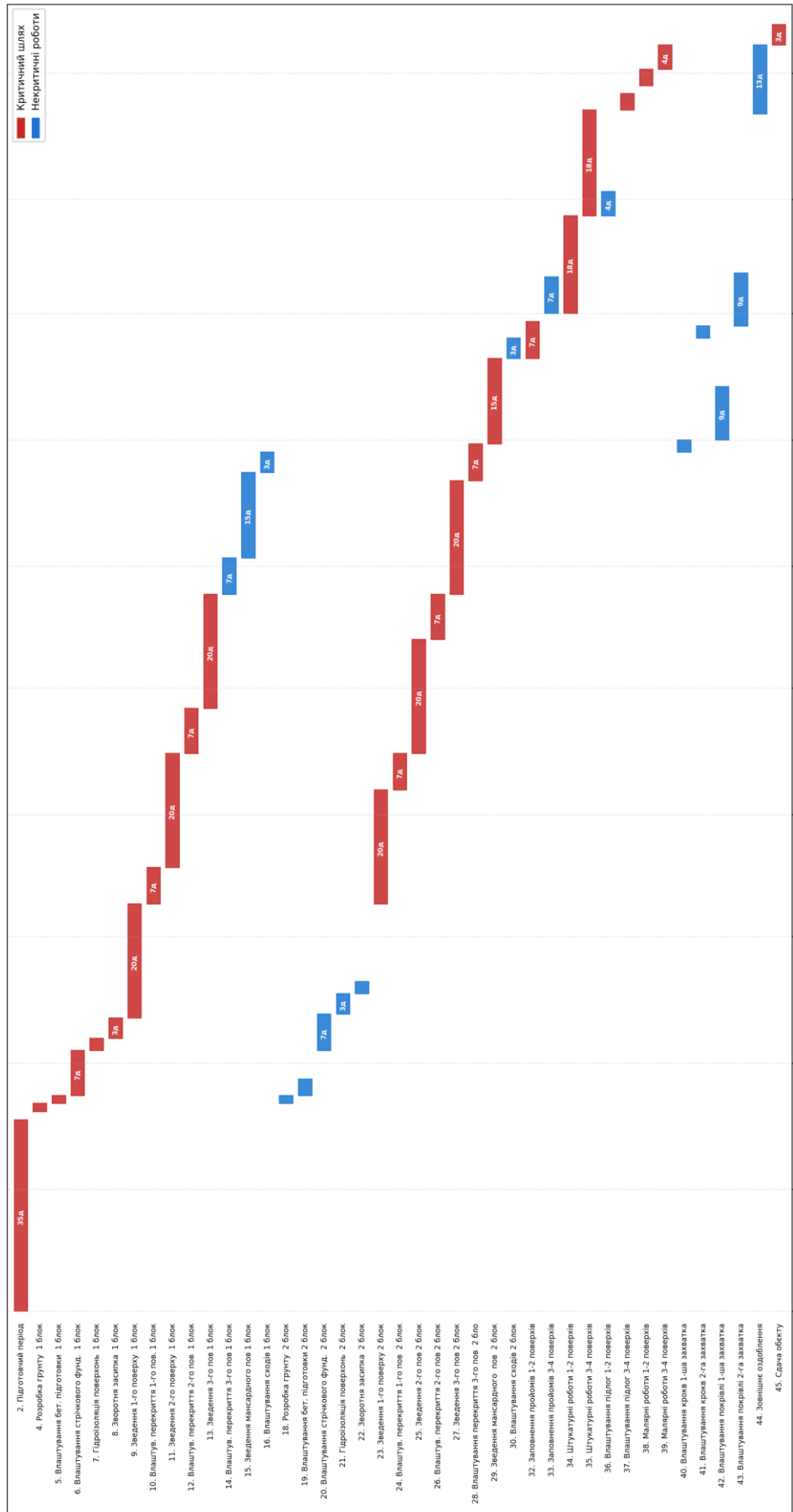


Рисунок 4.2. Календарний графік виконання робіт (діаграма Ганта).
Загальна тривалість 226 робочих днів.

Таким чином, саме ці процеси визначають загальний строк і потребують першочергового контролю за дотриманням строків. За результатами побудови графіка руху робітників коефіцієнт нерівномірності використання трудових ресурсів становить $k_n = 1,58$, що відповідає нормативним показникам для малоповерхового житлового будівництва і свідчить про прийнятну рівномірність завантаження виконавців. Контроль за виконанням календарного плану передбачено здійснювати шляхом порівняння фактичних і планових обсягів робіт на контрольних датах із коригуванням послідовності у разі відхилень. Послідовність циклів робіт за календарним графіком зведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Календарний графік будівництва (укрупнено).

Цикл робіт	Тривалість, р. дн.	Початок	Закінчення
Підготовчий період	35	01.06.2026	20.07.2026
Земляні роботи (котлован, ґрунтова подушка)	2	21.07.2026	22.07.2026
Фундаменти і підвал (бетон. підготовка, стрічка, гідроізол., засипка)	20	23.07.2026	19.08.2026
Зведення цегляних стін і перекриттів 3 поверхів	85	20.08.2026	16.12.2026
Влаштування мансардного перекриття і сходів	18	17.12.2026	12.01.2027
Влаштування мансардного даху (крокви, покрівля)	12	13.01.2027	28.01.2027
Заповнення прорізів (вікна, двері)	14	29.01.2027	17.02.2027
Внутрішні штукатурні роботи	18	18.02.2027	15.03.2027
Малярні і опоряджувальні роботи	8	16.03.2027	25.03.2027
Зовнішнє опорядження і благоустрій	13	26.03.2027	12.04.2027
Всього	226 р.дн.	01.06.2026	12.04.2027

Мережевий графік виконання робіт (precedence diagram). Критичний шлях T = 226 р.дн.

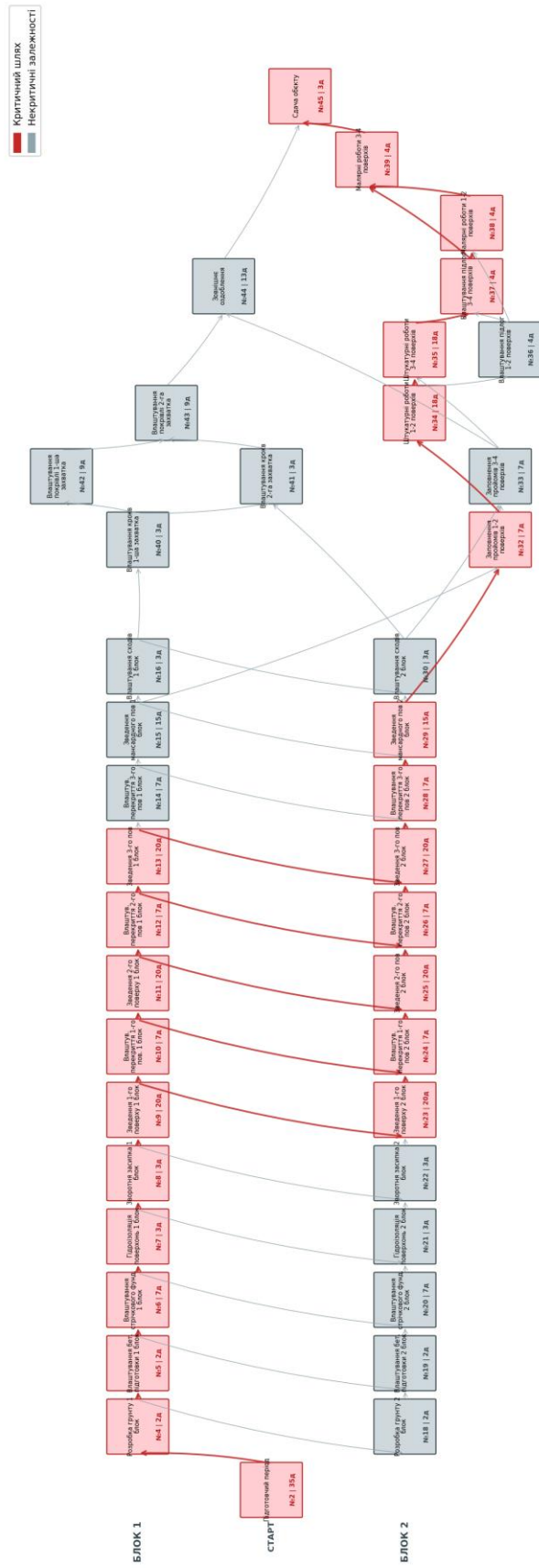


Рисунок 4.3. Мережевий графік виконання робіт (precedence diagram). Червоним виділено критичний шлях.

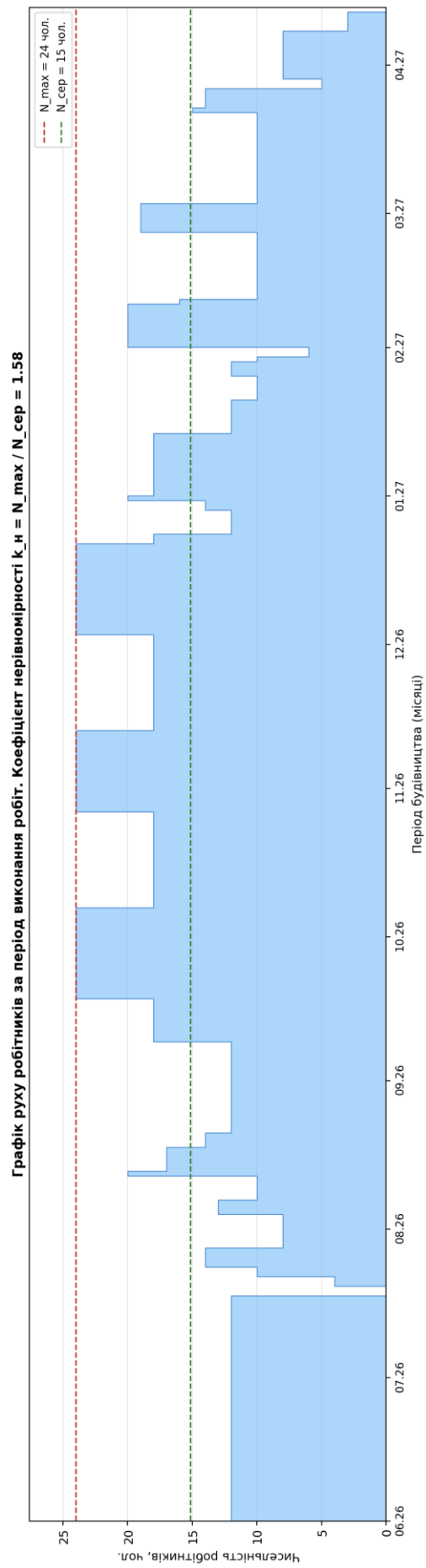


Рисунок 4.4. Графік руху робітників за період виконання робіт.

4.6 Мережевий графік і критичний шлях

Для аналізу резервів часу і оптимізації строків будівництва побудовано мережевий графік виконання робіт у формі «вершина-робота» (precedence diagram) з 41 ідентифікатором робіт за калькуляцією таблиці 4.1. Розрахунок виконано методом критичного шляху (CPM) з визначенням ранніх ES і EF , пізніх LS і LF термінів, повного Tf і вільного Ff резерву часу для кожної роботи. Графік (рисунок 4.3) і параметри ресурсного балансування узгоджено в моделі MS Project з ресурсним вирівнюванням.

За результатами розрахунку критичний шлях проходить через 25 робіт двох технологічних захваток і завершальних оздоблювальних процесів: підготовчий період, зведення цегляних стін поверхів обох захваток з монтажем перекриттів, заповнення прорізів, штукатурні і малярні роботи, здача об'єкта. Сумарна тривалість критичного шляху $T_{кр} = 226$ робочих днів. Резерви часу мають роботи з влаштування дахових конструкцій на захватках і часткове виконання шпаклювання-фарбування поверхонь у локальних зонах.

Коефіцієнт нерівномірності використання трудових ресурсів обчислюється за виразом:

$$k_n = N_{max} / N_{сер} = 24 / 15,1 = 1,58. \quad (4.1)$$

Отримане значення $k_n = 1,58$ відповідає нормативним показникам $k_n = 1,5...1,8$ для малоповерхового житлового будівництва із застосуванням змішаних технологій. Графік руху робітників за період виконання робіт (рисунок 4.4) показує розподіл чисельності працівників у часі.

4.7 Будівельний генеральний план

Будівельний генеральний план (будгенплан) характеризує повноту і якість організації будівельного виробництва на конкретному об'єкті. На

будгенплані наносяться: проєктована будівля, наявні постійні споруди в межах будмайданчика, шляхи переміщення монтажних механізмів, тимчасові автодороги, тимчасові будівлі і споруди, склади матеріалів і конструкцій, мережі тимчасового водопостачання, каналізації, електропостачання, освітлення території і небезпечні зони роботи кранів за ДБН А.3.2-2-2009 [10].

Транспортування конструкцій і матеріалів передбачено постійними (проєктними) автомобільними дорогами; тимчасові дороги влаштовуються одночасно з постійними і з'єднують робочі зони і склади з основними транспортними магістралями міста. Мінімальні відстані: між дорогою і складським майданчиком, 0,5-1,0 м; між дорогою і огорожею майданчика, не менше 1,5 м. Ширина проїзної частини тимчасових доріг прийнята 3,5 м для односмугового руху.

Радіус закруглення внутрішньомайданчикових доріг, 12 м (для роботи автотранспорту з причепом). Дороги влаштовано з твердим покриттям (збірні залізобетонні плити аеродромного типу або щебеневе покриття по ущільненому піщано-гравійному підстиланню), що забезпечує проїзд великовагового транспорту незалежно від погодних умов.

Місця встановлення монтажного гусеничного крана МКГ-25БР визначені відповідно до прийнятої технологічної карти (підрозділ 3.3). Розташування будівельного господарства на майданчику забезпечує найкоротші шляхи переміщення матеріалів за мінімальної кількості перевантажень, безпечні умови праці та можливість оперативного управління процесом будівництва.

Побутові будівлі розташовано на відстані не менше 50 м від об'єктів, що виділяють пил і газ. Відстань від робочих місць до санітарно-побутових приміщень не перевищує 200 м. Тимчасові будівлі розміщуються поза небезпечною зоною крана. До них передбачено підведення необхідних інженерних комунікацій.

Будмайданчик огорожується по периметру на відстані 2 м від краю проїзної частини дороги, тимчасових складів і будівель. Огорожа тимчасова, з гофрованого профнастилу заввишки 2 м, з суцільним козирком 0,5 м над пішохідною зоною. По периметру передбачена повітряна низьковольтна мережа для освітлення території прожекторними вежами.

Радіус небезпечної зони під час підймання вантажів краном МКГ-25БР визначається за формулою:

$$R_{o.z} = R_{стр} + 0,5 \cdot L + \Delta R, \quad (4.2)$$

де $R_{стр}$, радіус повороту стріли при максимальному вильоті, $R_{стр} = 14$ м;

L , довжина елемента, що піднімається, для збірної плити перекриття $L = 6$ м;

ΔR , відстань відльоту вантажу за ДБН А.3.2-2-2009 [10], $\Delta R = 7$ м (для висоти підйому до 20 м).

$$R_{o.z} = 14 + 0,5 \cdot 6 + 7 = 24 \text{ м}. \quad (4.3)$$

Знаки заборони входу в небезпечну зону встановлено по периметру огороження через 30 м. На в'їзних воротах майданчика встановлено пропускний пункт і інформаційний щит з планом будмайданчика.

4.8 Розрахунок потреби у тимчасових будівлях і спорудах

Тимчасовими називають надземні підсобно-допоміжні та обслуговуючі об'єкти, необхідні для виконання будівельно-монтажних робіт. За призначенням поділяють на: виробничі (майстерні, об'єкти енергогосподарства), складські, адміністративні (контора, диспетчерська), санітарно-побутові (гардеробні, душові, туалети, кімната для прийому їжі).

Максимальна кількість працюючих за календарним графіком обчислюється з прив'язкою до даних рисунка 4.4:

$$N_{заг} = (N_{роб} + N_{имр} + N_{служ} + N_{мон}) \cdot k_o, \quad (4.4)$$

де $N_{роб}$, кількість робітників у максимальну зміну, $N_{роб} = 18$ осіб (83,7 %);

$N_{ітп}$, інженерно-технічні працівники, 11 %, $N_{ітп} = 2$ особи;

$N_{служ}$, службовці, 3,6 %, $N_{служ} = 1$ особа;

$N_{моп}$, молодший обслуговуючий персонал та охорона, 1,5 %, $N_{моп} = 1$ особа;

k_o , коефіцієнт, що враховує відпустки та хвороби, $k_o = 1,05$.

$$N_{заг} = (18 + 2 + 1 + 1) \cdot 1,05 = 23 \text{ особи.} \quad (4.5)$$

Розподіл за статтю: чоловіків 17, жінок 6.

Таблиця 4.3. Розрахунок тимчасових будівель і споруд.

№	Будівля / приміщення	Чисельність, чол.	Норма, м ² /чол.	Площа, м ²	Розмір блоку, м	К-сть
1	Контора начальника ділянки	3	4,0	12,0	6 × 2,7	1
2	Гардеробна (Ч)	17	0,6	10,2	6 × 2,7	1
3	Гардеробна (Ж)	6	0,6	3,6	3 × 2,7	1
4	Душова (Ч/Ж)	23	0,43	9,9	6 × 2,7	1
5	Сушильня для одягу	18	0,2	3,6	3 × 2,7	1
6	Кімната для прийому їжі (буфет)	23	0,3	6,9	6 × 2,7	1
7	Медпункт	23	0,1	2,3	3 × 2,7	1
8	Туалет (Ч)	17	0,07	1,2	3 × 2,7	1
9	Туалет (Ж)	6	0,09	0,5	3 × 2,7	1
10	Сторожова будка	1	2,5	2,5	3 × 2,7	1
	Всього блоків					10

Усі тимчасові побутові приміщення прийнято контейнерного або пересувного типу заводського виготовлення. Розташування забезпечує відстань від найвіддаленішого робочого місця до туалету не більше 100 м. Питна вода забезпечується установкою сатуратора, відстань до якого від найвіддаленішого робочого місця не перевищує 75 м.

4.9 Розрахунок складів

Для розрахунку площ складів складено перелік основних будівельних матеріалів, які підлягають складуванню на території майданчика. Для кожного матеріалу визначено тип складу залежно від його характеру і вимог до умов зберігання:

- відкриті склади, для збірних залізобетонних виробів, металопрокату, керамічної цегли;
- навіси, для лісоматеріалів, рулонних покрівельних матеріалів, столярних виробів;
- закриті утеплені склади, для гіпсокартонних виробів, цементу, сухих сумішей, оздоблювальних матеріалів;
- спеціалізовані склади, для зберігання небезпечних і легкозаймистих матеріалів (фарб, лаків).

Обсяг матеріалів, що підлягають зберігання на складі:

$$P_{скл} = (P_{заг} / T) \cdot T_n \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (4.6)$$

де $P_{заг}$, загальна кількість матеріалів за період будівництва;

T , тривалість розрахункового періоду, дн.;

T_n , норма запасу матеріалів, дн.;

k_1 , коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів ($k_1 = 1,1 \dots 1,4$);

k_2 , коефіцієнт нерівномірності виробничого споживання ($k_2 = 1,3$).

Розрахункова корисна площа складу:

$$S_{mp} = P_{скл} / q, \quad (4.7)$$

де q , норма складування на 1 м^2 підлоги з урахуванням проходів, т/м² або шт./м².

Підсумкова площа складських майданчиків з урахуванням коефіцієнта корисного використання:

$$S_{\text{факт}} = S_{\text{тр}} / \alpha, \quad (4.8)$$

де α , коефіцієнт використання площі складу (0,5...0,7 для відкритих, 0,4...0,6 для закритих).

Таблиця 4.4. Розрахунок площ складів за основними матеріалами.

Матеріал	Т, дн.	Рзаг	Рдоб	Тн, дн.	Рскл	q	Стр, м ²	Сфакт, м ²	Тип складу
Цегла керамічна	60	320 тис.шт.	5,33 тис.шт.	3	22,9	0,7	32,7	54,5	Відкритий
Збірні з/б плити перекрыттів	30	82 шт.	2,73 шт.	5	19,5	1,2	16,3	27,1	Відкритий
Утеплювач плитний	45	880 м ²	19,6 м ²	5	140	100	1,4	2,3	Навіс
Цемент М400	120	120 т	1,0 т	5	7,2	1,3	5,5	10,0	Закритий
Деревина (брус, дошка)	20	9,75 м ³	0,49 м ³	5	3,5	1,5	2,3	3,3	Навіс
Покрівельна черепиця рулонна	15	920 м ²	61,3 м ²	3	263	200	1,3	2,2	Закритий
Скло і склопакети	30	180 м ²	6,0 м ²	5	43	32	1,3	2,2	Закритий
Сипкі матеріали (пісок, щебінь)	30	650 м ³	21,7 м ³	3	93	1,5	62,0	88,6	Відкритий
						Всього:		190,2	

Загальна площа складських майданчиків, орієнтовно 190 м². Усі склади розташовані у зоні дії крана з можливістю безперевантажувальної подачі матеріалів до робочих місць.

4.10 Розрахунок потужності трансформатора

Електропостачання будівельного майданчика забезпечує живлення будівельних машин і механізмів, ручного електроінструменту, технологічного обладнання (зварювальні апарати, бетононасоси,

вібратори), а також систем зовнішнього і внутрішнього освітлення тимчасових будівель і споруд за вимогами ДБН В.2.5-28:2018 [29].

Таблиця 4.5. Розрахунок потреби у потужності електроенергії.

Споживач	Од.	К-сть	Норма, кВт	Загальна, кВт	кс	cosφ	P, кВт·А
А. Виробничі потреби							
Зварювальний апарат СТЕ-24	шт.	1	54,0	54,0	0,35	0,4	47,3
Гусеничний кран МКГ-25БР	шт.	1	44,0	44,0	0,3	0,5	26,4
Розчинонасос СО-49Б	шт.	1	4,0	4,0	0,5	0,65	3,08
Віброрейка СО-47	шт.	1	0,6	0,6	0,1	0,4	0,15
Штукатурно-затирочна машина	шт.	1	5,25	5,25	0,1	0,4	1,31
Компресорна установка	шт.	1	4,0	4,0	0,7	0,8	2,00
Дискова електропила, дрилі	шт.	4	1,6	6,4	0,3	0,8	1,92
Разом за розділом А							82,16
Б. Внутрішнє освітлення							
Побутові приміщення	100 м ²	1,15	0,6	0,69	0,8	1,00	0,55
Склади закриті	100 м ²	0,15	0,3	0,045	0,35	1,00	0,02
Разом за розділом Б							0,57
В. Зовнішнє освітлення							
Охоронне освітлення території	1000 м ²	12,1	1,0	12,1	1,00	1,00	12,10
Робоче освітлення монтажної зони	1000 м ²	0,5	2,4	1,2	1,00	1,00	1,20
Разом за розділом В							13,30
Усього: P _а + P _б + P _в = P ₁							96,03
Розрахункова потужність P = 1,1·P ₁							105,6

$$P_m = 1,1 \cdot ((K_1 \cdot P_n / \cos\varphi) + (K_2 \cdot P_{tex} / \cos\varphi) + K_3 \cdot P_{o.v} + K_4 \cdot P_{o.n}), \quad (4.9)$$

де 1,1, коефіцієнт втрат у мережі;

P_n , силова потужність будівельних машин, кВт·А;

P_{tex} , потужність на технологічні потреби, кВт·А;

$\cos\varphi$, коефіцієнт потужності (0,75 для електродвигунів, 0,4 для зварювання);

$P_{o.v}$, потужність на внутрішнє освітлення;

$P_{o.n}$, потужність на зовнішнє освітлення;

$K1...K4$, коефіцієнти попиту.

Розрахункова потужність трансформатора $P \approx 105,6$ кВ·А. Вибираємо комплектну трансформаторну підстанцію КТП-160/6-0,4 потужністю 160 кВ·А, встановлену у зоні в'їзду на будмайданчик. Повітряні лінії електропередач прокладаємо вздовж проїзду. Тимчасові кабельні лінії 0,4 кВ виконуємо кабелем АВВГ перерізом 4×25 мм² на дерев'яних опорах висотою 6 м. Облік електроенергії, через лічильник у вступному щиті КТП.

4.11 Визначення потреби у воді

Водопостачання будмайданчика покриває виробничі, господарсько-побутові і санітарні потреби, а також формує протипожежний запас. Сумарна розрахункова витрата обчислюється з прив'язкою до календарного плану, з прийняттям за розрахунковий період найбільш напруженої за водоспоживанням зміни.

Діаметр труби зовнішнього тимчасового водопроводу:

$$D = \sqrt{(4 \cdot Q / (\pi \cdot v))}, \quad (4.10)$$

де v , швидкість руху води у трубопроводі, прийнята 1,5 м/с.

Приймаємо діаметр зовнішнього тимчасового водопроводу 100 мм. Труби прокладаємо на глибині 0,30 м у траншеї з утепленням мінераловатою. Підключення до постійного міського водопроводу здійснюється через оглядовий колодязь з установкою лічильника. Гідранти зовнішнього пожежного водопроводу встановлюються через 100 м на постійному (тимчасовому) водопроводі; до них передбачено вільні проїзди шириною не менше 3,5 м.

Таблиця 4.6. Розрахунок потреби у воді.

Споживач	Од.	К-сть	Питома витрата, л	кг	Потреба, м ³
А. Виробничі потреби					
Будівельні машини (охолодження)	маш.	1	200	1,5	0,038
Будівельний транспорт	маш.	2	500	1,5	0,188
Технологічні процеси (бетонування, мурування)	м ³	6	180	1,5	0,202
Разом за розділом А: Q _{пр}					0,428
Б. Господарсько-побутові потреби					
Питна вода і умивання	чол.	18	25	2,0	0,115
Душові	чол.	18	30	1,0	0,115
Буфет (приготування їжі, миття посуду)	чол.	23	10	1,5	0,460
Разом за розділом Б: Q _{госп}					0,690
В. Витрата на гасіння пожежі					
Зовнішнє гасіння пожежі (10 л/с, 1 год)	шт.	1	10 л/с	1,0	36,000
Разом за розділом В: Q _{пож}					36,000
Заг. розрахункова: Q _{заг} = 0,5(Q _{пр} +Q _{госп}) + Q _{пож}					36,56

4.12 Техніко-економічні показники організації будівництва

Таблиця 4.7. Підсумкові техніко-економічні показники організаційно-технологічних рішень.

№	Найменування показника	Од. вим.	Значення
1	Загальні трудовитрати на будівництво	люд.-дн.	1077
2	Трудовитрати на 1 м ³ будівельного об'єму	люд.-дн./м ³	0,154
3	Трудовитрати на 1 м ² загальної площі	люд.-дн./м ²	0,86
4	Тривалість будівництва	р. дн. / місяці	226 / 10-11
5	Дати: початок / завершення	дата	01.06.2026 / 12.04.2027
6	Максимальна кількість працюючих у зміну	чол.	24
7	Середня чисельність працюючих	чол.	15
8	Коефіцієнт нерівномірності трудових ресурсів		1,58

№	Найменування показника	Од. вим.	Значення
9	Площа будівельного майданчика	м ²	12 100
10	Площа забудови	м ²	428,01
11	Коефіцієнт використання території	%	3,5
12	Потужність трансформатора (прийнята КТП)	кВ·А	160
13	Загальна витрата води	м ³ /зміну	36,56
14	Загальна площа складських майданчиків	м ²	190
15	Кількість тимчасових побутових блоків	шт.	10

4.13 Заходи з охорони праці на будівельному майданчику

Заходи з охорони праці на будівельному майданчику організовуються згідно з Законом України «Про охорону праці» [3] і ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» [10]. Загальна відповідальність за стан охорони праці на майданчику покладається на керівника будівельної організації, оперативна відповідальність на виконроба і майстра ділянки.

На період зведення об'єкта передбачено такий комплекс заходів з охорони праці:

- огорожа будмайданчика по периметру суцільним парканом висотою 2 м з козирком 0,5 м; пропускний режим через в'їзні ворота з пунктом охорони;

- позначення і огорожа небезпечних зон, зони дії крана МКГ-25БР радіусом 24 м (підрозділ 4.7), котлованів, проміжних майданчиків з перепадом висот понад 1,3 м;

- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту: каски, спецодяг, спецвзуття, рукавиці, захисні окуляри, страхувальні пояси для робіт на висоті;

- проведення вступного і первинного інструктажу з охорони праці на робочому місці, повторного інструктажу кожні 6 місяців, цільового перед роботами підвищеної небезпеки;

- оформлення нарядів-допусків на роботи з підвищеною небезпекою (роботи на висоті, у замкнених просторах, поблизу діючих електромереж);
- організація санітарно-побутового обслуговування: гардеробні, душові, кімната для прийому їжі, медпункт відповідно до табл. 4.3;
- забезпечення робіт на висоті інвентарними риштуваннями, помостами, драбинами з кутом нахилу до 75°, страхувальними поясами з кріпленням до жорстких ліній;
- обмеження допуску працівників до робочих місць поза робочою зміною; забезпечення освітленості не менше 30 лк на робочих місцях і 5 лк по проходах за ДБН В.2.5-28:2018 [29];
- навчання працівників прийомам безпечного виконання робіт, регулярна перевірка справності інструменту і обладнання, своєчасне виведення з експлуатації несправного обладнання.

Виконроб щодня перед початком зміни проводить огляд робочих місць, перевіряє забезпеченість ЗІЗ, цілісність огорож небезпечних зон, наявність попереджувальних знаків. У разі виявлення порушень роботи припиняються до усунення.

4.14 Заходи з пожежної безпеки

Пожежна безпека на будівельному майданчику забезпечується відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 [10] і ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [14]. Загальне керівництво пожежною безпекою здійснює відповідальний інженер з охорони праці і пожежної безпеки, призначений наказом по підприємству.

Комплекс заходів з пожежної безпеки на майданчику:

- розміщення на майданчику пожежного щита з первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники ОП-5 кількістю 4 шт., відро, лопата, лом, сокира, повсть або азбестова тканина 1,5 × 2 м);

- встановлення зовнішніх пожежних гідрантів на постійному (тимчасовому) водопроводі через 100 м у зоні дії від проїзних доріг шириною не менше 3,5 м;
- забезпечення нормативної витрати води на зовнішнє пожежогасіння 10 л/с протягом 1 години ($Q_{\text{пож}} = 36 \text{ м}^3$, підрозділ 4.11);
- виділення спеціально обладнаних місць для виконання робіт з відкритим вогнем (зварювання, газове різання) на відстані не менше 5 м від легкозаймистих матеріалів; оформлення нарядів-допусків на ці роботи;
- організація зберігання легкозаймистих і горючих рідин (фарби, лаки, розчинники) у спеціалізованому складі з вогнестійкими стінами, окремою вентиляцією і первинними засобами пожежогасіння;
- заборона зберігання на майданчику відходів пакувальних матеріалів, ганчір'я, просочених олифою тригерів; організація централізованого видалення відходів за межі майданчика щодоби;
- проведення інструктажів з пожежної безпеки і навчання працівників способам користування первинними засобами пожежогасіння; розробка і затвердження плану евакуації людей з майданчика при пожежі;
- забезпечення доступу пожежних автомобілів до будь-якої точки майданчика проїзними дорогами шириною не менше 3,5 м з твердим покриттям;
- забезпечення зв'язку (телефон, радіо) між майданчиком і пожежною охороною міста; розміщення таблички з телефоном пожежної охорони на видному місці.

4.15 Перспективи застосування BIM-технологій

Сучасне будівельне виробництво інтенсивно інтегрує інформаційне моделювання будівель (Building Information Modeling, BIM) на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, від концептуального проектування до експлуатації і демонтажу. Принципи інформаційного моделювання у будівництві опрацьовано у виданні Цюпина [59], де акцент зроблено на

металевих конструкціях, проте загальна методологія однаково застосовна до залізобетонних, дерев'яних і комбінованих систем.

Для проєктованого 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардними пентхаузами впровадження BIM-технологій може забезпечити такі ефекти:

- створення єдиної інформаційної моделі (LOD 300 на стадії робочого проєкту, LOD 400 на стадії виконавчої документації), яка інтегрує архітектурний, конструктивний, інженерний і організаційно-технологічний розділи;

- автоматизовану перевірку колізій між підсистемами (clash detection), що зменшує кількість змін на майданчику і скорочує строки будівництва;

- точну калькуляцію матеріальних ресурсів (відомості обсягів робіт автоматично формуються з геометрії моделі), що мінімізує перевитрати і відходи;

- динамічне моделювання процесу зведення (4D BIM, прив'язка моделі до часу) з можливістю візуальної демонстрації послідовності робіт і виявлення вузьких місць календарного графіка;

- ресурсне планування і вартісну оцінку (5D BIM) з прив'язкою до календарного графіка і поетапним розрахунком вартості робіт у часі;

- експлуатацію будівлі за принципами BIM FM (facility management): паспорт об'єкта зберігається у цифровій формі, що спрощує планування ремонтів, заміни обладнання, енергоменеджмент.

Для подальшої роботи з проєктом рекомендується створення BIM-моделі у програмному середовищі Autodesk Revit з інтеграцією до MS Project (календарне планування), Allplan Bimplus або Solibri Model Checker (перевірка колізій), AVK-5 або АВК-7 (кошторисні розрахунки). Модель LOD 300 розробленого у цій роботі будинку може стати базою для повноцінного 4D і 5D моделювання у подальших етапах проєктування.

Висновки до розділу 4

У межах четвертого розділу опрацьовано такі питання.

1. Розроблено комплекс організаційно-технологічних рішень для зведення 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардними пентхаузами у м. Кам'янське. Складено калькуляцію трудовитрат на 25 видів будівельно-монтажних робіт з посиланнями на чинні параграфи ЄНіР; загальна трудомісткість, 1077 люд.-дн.

2. Побудовано календарний графік виконання робіт стрічкового типу у вигляді діаграми Ганта; розрахункова тривалість будівництва $T = 226$ робочих днів (близько 10-11 календарних місяців), з 01.06.2026 по 12.04.2027.

3. Опрацьовано мережевий графік (precedence diagram) з визначенням критичного шляху методом СРМ. Критичний шлях охоплює 25 робіт з циклів підготовчого періоду, зведення цегляних стін з монтажем перекриттів обох захваток, заповнення прорізів і завершальних оздоблювальних робіт. Коефіцієнт нерівномірності використання трудових ресурсів $k_n = N_{max} / N_{сер} = 24 / 15 = 1,58$ відповідає нормативним показникам $k_n = 1,5...1,8$ для малоповерхового житлового будівництва.

4. Запроектовано будівельний генеральний план з обґрунтуванням розміщення тимчасових будівель і споруд (10 блоків контейнерного типу), доріг з твердим покриттям, складських майданчиків (190 м²), мереж тимчасового водо- і електропостачання, системи зовнішнього освітлення. Радіус небезпечної зони крана МКГ-25БР, 24 м. Опрацьовано розміщення кранових шляхів, складів, побутового містечка, проїздів. Графічна подача будгенплану виконана з посиланням на лист К-07 графічної частини.

5. Розраховано потребу будмайданчика у воді ($Q_{заг} = 36,56$ м³/зміну, з них 36 м³ протипожежного запасу) та потужність трансформатора ($P = 105,6$ кВ·А; обрано КТП-160 потужністю 160 кВ·А). Прокладено тимчасові мережі водо- і електропостачання за умов забезпечення безпеки і надійності.

6. Опрацьовано заходи з охорони праці і пожежної безпеки на будмайданчику з посиланнями на Закон України «Про охорону праці» [3], ДБН А.3.2-2-2009 [10] і ДБН В.1.1-7:2016 [14]. Запропоновано перспективні напрями застосування BIM-технологій (Building Information Modeling, [59]) для підвищення ефективності проєктування і управління будівництвом.

ВИСНОВКИ

За результатами виконання кваліфікаційної роботи бакалавра на тему «Будівництво 3-поверхового односекційного житлового будинку з мансардними пентхаузами у м. Кам'янське» опрацьовано комплекс архітектурно-планувальних, конструктивних, технологічних і організаційних рішень. Зроблено такі загальні висновки.

1. У межах архітектурно-будівельного розділу опрацьовано об'ємно-планувальне рішення житлового будинку з габаритами у плані $17,8 \times 28,1$ м і загальною висотою 16,35 м. Будинок розміщує 12 квартир, з яких 2 однокімнатні, 6 дво- і трикімнатних квартир типових поверхів та 4 дворівневі мансардні пентхаузи з виходом на тераси. Загальна площа квартир, 1185,3 м², загальна площа будинку, 1245,9 м², площа забудови, 428,01 м². Рішення відповідає вимогам ДБН В.2.2-15:2019 [26] до житлових будинків та ДБН В.2.2-40:2018 [27] щодо інклюзивності.

2. Виконано теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій (зовнішньої стіни, покрівлі, перекриття над підвалом) для кліматичних умов м. Кам'янське відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 [30]. Прийняті конструкції забезпечують опір теплопередачі: зовнішня стіна $R_0 = 3,54 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; покрівля $R_0 = 6,82 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; перекриття над підвалом $R_0 = 3,82 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Усі величини перевищують нормативні значення для III температурної зони України.

3. Виконано перевірку тривалості інсоляції житлових кімнат графоаналітичним методом за ДБН В.2.2-15:2019 [26]. Для найбільш несприятливо орієнтованих кімнат тривалість інсоляції 22 березня перевищує нормативне значення 2,5 години, що підтверджує прийнятність двосторонньої орієнтації усіх квартир.

4. У розрахунково-конструктивному розділі визначено постійні і тимчасові навантаження на покриття та перекриття будівлі за ДБН В.1.2-2:2006 [16]. Виконано розрахунок дерев'яної кроквяної системи

мансардного даху у ПК ЛПА-САПР, підбірано переріз крокв'яних ніг 50×200 мм з деревини хвойних порід марки С22 з умови міцності ($\sigma = 13$ МПа $\leq R_u = 13$ МПа) і деформативності ($f = 14,2$ мм $\leq f_{\text{гран}} = 21$ мм). Опрацьовано вузли спирання крокв на мауерлат і коньковий прогон.

5. Проаналізовано інженерно-геологічні умови майданчика, що характеризується наявністю просадних лесових ґрунтів другого типу за просадністю (просадка від власної ваги при замочуванні $S_{s1} = 23,2$ см). Прийнято комплексне рішення з підготовки основи: ґрунтова подушка з ущільненого суглинку завтовшки 2,0 м у поєднанні з монолітним стрічковим залізобетонним фундаментом перехресної системи балок шириною підосви 2,4 м відповідно до ДБН В.2.1-10:2018 [24]. Розрахункова сумарна величина осідання фундаменту з урахуванням просадки складає 6,0 см, що не перевищує граничнодопустимого значення 12,5 см.

6. Виконано розрахунок робочої арматури фундаментної стрічки для максимального згинального моменту $M_{\text{max}} = 2628,3$ кН·м методом перехресних стрічок на пружній основі. Прийнято армування 9 стрижнями $\varnothing 14$ мм арматурної сталі класу А III з кроком 320 мм; фактична площа арматури $A_s = 13,85$ см² перевищує необхідну $A_{s, \text{тр}} = 11,56$ см², що задовольняє умовам міцності за ДБН В.2.6-98:2009 [31].

7. У третьому розділі розроблено технологічну карту на влаштування дерев'яної крокв'яної системи мансардного даху з брусів. Підбірано монтажний гусеничний кран МКГ-25БР з вильотом стріли 14 м, вантажопідйомністю 5 т і висотою підйому гака 18,0 м. Складено калькуляцію трудовитрат за чинними виробничими нормами ЄНіР 6-1-7 та 4-1-9, локальна трудомісткість влаштування крокв'яної системи становить 54,365 люд.-дн., тривалість, 10 робочих днів. Сформульовано вимоги до якості і приймання робіт, заходи з охорони праці і техніки безпеки на основі ДБН А.3.2-2-2009 [10] і Закону України «Про охорону праці» [3].

8. У четвертому розділі (організація будівництва) опрацьовано комплекс організаційно-технологічних рішень для зведення повного об'єму будівлі. Складено калькуляцію трудовитрат на 25 видів будівельно-монтажних робіт за нормами ЄНіР; загальна трудомісткість, 1077 люд.-дн. Побудовано календарний графік виконання робіт стрічкового типу (діаграма Ганта) у середовищі MS Project. Загальна тривалість будівництва, 226 робочих днів (близько 10-11 календарних місяців), з 01.06.2026 по 12.04.2027.

9. Опрацьовано мережевий графік (precedence diagram) з визначенням критичного шляху методом СРМ. Критичний шлях охоплює 25 робіт з циклів підготовчого періоду, зведення цегляних стін з монтажем перекриттів обох технологічних захваток, заповнення прорізів, штукатурних, малярних робіт та задачі об'єкта. Коефіцієнт нерівномірності використання трудових ресурсів $k_n = N_{max} / N_{сер} = 24 / 15 = 1,58$ відповідає нормативним показникам.

10. Запроектовано будівельний генеральний план з обґрунтуванням розміщення тимчасових будівель і споруд (10 блоків контейнерного типу), доріг з твердим покриттям, складських майданчиків (190 м²), мереж тимчасового водо- і електропостачання, систем освітлення території. Радіус небезпечної зони крана МКГ-25БР, 24 м. Розраховано потребу у воді ($Q_{заг} = 36,56$ м³/зміну) та потужність трансформатора ($P = 105,6$ кВ·А; обрано КТП-160 потужністю 160 кВ·А). Опрацьовано заходи з охорони праці і пожежної безпеки на будмайданчику.

11. Запропоновано перспективні напрями застосування BIM-технологій (Building Information Modeling, [59]) для підвищення ефективності проектування і управління будівництвом. Створена у роботі модель LOD 300 може стати базою для подальшого 4D і 5D моделювання процесу зведення і експлуатації об'єкта.

12. Запропоновані у роботі комплексні проєктні рішення мають практичну цінність і можуть бути використані під час реального

проектування та будівництва малоповерхових житлових об'єктів з мансардними поверхами у м. Кам'янське та інших населених пунктах Придніпров'я і подібних за кліматичними та інженерно-геологічними умовами регіонів України. Цінність роботи полягає саме у комплексності: архітектурно-планувальна, конструктивна, фундаментна та організаційно-технологічна частини опрацьовані як єдиний узгоджений пакет для одного майданчика, тому результати можуть слугувати готовим проєктним аналогом, що скорочує тривалість передпроектної та проєктної стадій для типових ділянок зі складними ґрунтовими умовами, а не лише як окремі розрахункові приклади.

Безпосередніми користувачами результатів можуть бути проєктні організації, що працюють у Дніпропетровській та суміжних областях, замовники малоповерхової забудови у сформованих міських кварталах, а також студенти будівельних спеціальностей як методичний приклад наскрізного проєктування. Прийняті підходи орієнтовані на вітчизняну нормативну базу (ДБН, ДСТУ) і чинні виробничі норми, що дозволяє впроваджувати їх без додаткової адаптації до іноземних стандартів.

Окрему актуальність результати мають у контексті післявоєнної відбудови житлового фонду України, де пріоритет надається саме малоповерховому житлу помірної вартості з прискореними строками зведення. Поєднання помірної собівартості будівництва з високими споживчими характеристиками робить запропонований тип будинку придатним для масового відтворення під час відновлення пошкодженої забудови, а орієнтація рішень на типові інженерно-геологічні умови регіону створює передумови для розроблення на їх основі повторно застосовних (типових) проєктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про будівельні норми : Закон України від 05.11.2009 № 1704-VI.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1704-17> (дата звернення: 11.05.2026).
2. Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України від 17.02.2011 № 3038-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> (дата звернення: 11.05.2026).
3. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 11.05.2026).
4. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 2016-07-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.
5. ДСТУ 8855:2019. Будівлі і споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). Чинний від 2020-01-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 17 с.
6. ДБН А.2.1-1:2014. Інженерні вишукування для будівництва. Київ : Мінрегіон України, 2014. 47 с.
7. ДБН А.2.2-1:2021. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). Київ : Мінрегіон України, 2021.
8. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво (зі Змінами № 1, № 2 та Поправкою до Зміни № 2). Київ : Мінрегіон України, 2014.
9. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіон України, 2016. 50 с.
10. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 116 с.

11. ДБН Б.1.1-14:2021. Склад та зміст містобудівної документації на місцевому рівні. Київ : Мінрегіон України, 2021.
12. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій (зі Змінами № 1, № 2, № 3). Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 61 с.
13. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіон України, 2019.
14. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 47 с.
15. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. 110 с.
16. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування (зі Змінами № 1, № 2). Київ : Мінбуд України, 2006. 75 с.
17. ДБН В.1.2-6:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. Київ : Мінрегіон України, 2021.
18. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ : Мінрегіон України, 2021.
19. ДБН В.1.2-8:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля. Київ : Мінрегіон України, 2021.
20. ДБН В.1.2-9:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації. Київ : Мінрегіон України, 2021.
21. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ : Мінрегіон України, 2021.
22. ДБН В.1.2-11:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність. Київ : Мінрегіон України, 2021.
23. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с.

24. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 42 с.
25. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіон України, 2018. 49 с.
26. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіон України, 2019.
27. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення (зі Змінами № 1, № 2). Київ : Мінрегіон України, 2018.
28. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2019.
29. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіон України, 2018.
30. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ : Мінрегіон України, 2021.
31. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.
32. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
33. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Київ : Мінрегіон України, 2014. 199 с.
34. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Київ : Мінрегіон України, 2011. 43 с.
35. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва. Київ : Мінрегіон України, 2013. 88 с.
36. Бабич Є. М., Караван В. В., Бабич В. Є. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд : підручник. Рівне : Волинські обереги, 2018. 176 с.

37. Білик С. І., Шимановський О. В., Нілов О. О., Лавріненко Л. І., Володимирський В. О. Металеві конструкції. Том 2. Конструкції металевих каркасів промислових будівель : підручник для вищих навчальних закладів / за ред. О. В. Шимановського, С. І. Білика, О. О. Нілова. Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня «Рута»», 2021. 448 с.

38. Білик С. І., Шимановський О. В., Лавріненко Л. І., Нілов О. О. Сталеві конструкції. Том 1. Основи розрахунку. Елементи конструкцій : підручник для вищих навчальних закладів. Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня «Рута»», 2024. 384 с.

39. Габрель М. М. Просторова організація містобудівних систем : монографія. Київ : А.С.С., 2004. 399 с.

40. Гетун Г. В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування : підручник. 2-ге вид., перероб. і допов. Київ : Кондор, 2012. 380 с.

41. Губар Л. С. Економіка будівництва : навчальний посібник. Київ : Аграрна освіта, 2014. 560 с.

42. Гуденко В. М. Технологія будівельного виробництва : навчальний посібник. Київ : Аграрна освіта, 2010. 481 с.

43. Дьомін М. М., Сингаївська О. І. Містобудівні інформаційні системи. Містобудівний кадастр. Первинні елементи містобудівних об'єктів : монографія / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. Київ : Фенікс, 2015. 216 с.

44. Жидкова Т. В., Апатенко Т. А. Будівельна фізика : підручник для студентів спеціальності 191 «Архітектура та містобудування». Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 386 с.

45. Нечитайло В. А., Москвічова О. О. Архітектурні конструкції житлових та громадських будівель : навч. посіб. Київ : Видавництво «Ліра-К», 2019. 320 с.

46. Кирнос В. М., Залунін В. Ф., Дадіверіна Л. М. Організація будівництва : навчальний посібник. Дніпропетровськ : Пороги, 2005. 310 с.

47. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л. І. Металеві конструкції : підручник. Львів : Світ, 2002. 312 с.

48. Тонкачєєв Г. М., Шилов С. С., Чернишев Д. О. Архітектурні конструкції цивільних будівель : підручник. Київ : КНУБА, 2018. 412 с.

49. Менейлюк О. І., Дорофєєв В. С., Лукашенко Л. Е., Олійник Н. В., Москаленко В. І., Петровський А. Ф., Соха В. Г. Сучасні технології в будівництві : підручник для вузів / Одеська держ. академія будівництва та архітектури. Київ : Освіта України, 2011. 534 с.

50. Організація та управління будівництвом : підручник / [О. А. Тугай та ін.]. Київ : Ліра-К, 2024. 400 с.

51. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч. 1 / за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»).

52. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч. 2 / В. М. Бабаєв, Т. Д. Рищенко, О. В. Завальний, І. Е. Линник, Т. О. Черноносова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 544 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»).

53. Реконструкція міських територій : підручник / Т. В. Жидкова, Г. О. Татарченко, Н. І. Білошицька, Л. Р. Гнатюк, В. А. Ліпянін, Т. О. Мілаш, Л. В. Золотар, С. М. Чепурна, В. Ю. Глеба ; за ред. Т. В. Жидкової, О. В. Завального ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 353 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»).

54. Реконструкція цивільних та промислових будівель і споруд : підручник / В. М. Бабаєв, Т. Д. Рищенко, О. В. Завальний, С. М. Чепурна, Т. В. Жидкова, Е. А. Шишкін, В. Я. Керш, Ю. І. Гайко, К. І. Вяткін ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 404 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»).

55. Русанова І. В., Шульга Г. М. Інженерний благоустрій територій : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 260 с.
56. Склярів І. О., Тонкачєєв В. Г., Склярєва Т. С. Конструкції будівель і споруд. Металеві конструкції : навчальний посібник. Київ : Каравєла, 2024. 174 с.
57. Сорєкіна Л. В. Модєлі і технології управлїння ринковою вартїстю будівельних пїдприємств : монографїя. Київ : Лазурит-Полїграф, 2011. 541 с.
58. Ушацький С. А., Шєйко Ю. П., Тригер Г. М. та їн. Органїзація будївництва : пїдручник / за ред. С. А. Ушацького. Київ : Кондор, 2007. 521 с.
59. Цюпин Є. І. ВІМ-технології металєвих конструкцій : навчальний посїбник / Київ. нац. ун-т буд-ва і архїт. Київ : Лїра-К, 2024. 200 с.
60. Черненко В. К., Ярмоленко М. Г. Технологїя будївельного виробництва : пїдручник. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.
61. Шїлов Е. Ё., Гойко А. Ф., Ёзмайлова К. В., Закорко П. П., Гриценко О. С. Складання кошторисної докумєнтації за допомогою укрупнєних показників : навчальний посїбник. Київ : КНУБА, 2003. 138 с.