

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

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

Кафедра геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

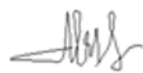
Міні-готель з експлуатованою покрівлею у м. Херсон

Розробив: студент IV курсу, групи БтаЦІ 2022-2

спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

освітня програма «Промислове та цивільне будівництво»

Телушко Євгенія Миколаївна



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



Рецензент ст. викл. Гаврилюк О.В.

Харків

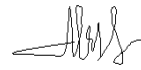
2026

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва



Вадим АЛЕКСАНДРОВИЧ

« 01 » червня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Тєлушко Євгеній Миколаївни

Спеціальність: *192 – Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Міні-готель з експлуатованою покрівлею у м. Херсон*
затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова № 447-03 від «26»
травня 2026 року

Термін подання завершеної роботи на кафедру 17.06.2026 року

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

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

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

- архітектурно-будівельна частина: *фасади, поздовжній і поперечний розрізи, план на відмітці 0.000;*

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

- розділ технології будівельного виробництва: *технологічна карта виконання будівельних робіт.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Керівник кваліфікаційної роботи  к.т.н., доц. Александрович В.А.
 Завдання прийняв до виконання  Телушко Є.М.
 Дата видачі завдання «01» червня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина	6
1.1 Загальна характеристика майданчика будівництва	6
1.2 Ситуаційний план.....	9
1.3 Об'ємно-планувальні рішення проектуємої будівлі	12
1.4 Конструктивні рішення будинку	15
1.5 Теплотехнічний розрахунок огорожуючої конструкції	18
1.6 Підлоги	22
1.7 Інженерне обладнання	27
1.8 Заходи щодо протипожежної та спеціальної безпеки	28
2. Розрахунково - конструктивна частина	30
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту	30
2.1.1 Збір навантажень	30
2.1.2 Розрахунок фундаменту	44
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту	51
2.2.1 Результати розрахунків арматури колон	51
2.2.2 Результати розрахунків арматури ригелів.....	53
Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва.....	60
3.1 Технологічна ката та область її застосування	60
3.2 Технологія зведення монолітних залізобетонних конструкцій.....	61
3.2.1 Організація робіт під час улаштування колон, ригелів і монолітного перекриття.....	63
3.3 Підбір комплекту машин і механізмів	65
3.4 Контроль якості робіт	71
3.5 Заходи з охорони праці під час виконання будівельно-монтажних робіт	73
3.6 Визначення техніко-економічних показників технологічної карти	76
Розділ 4. Охорона праці	78
4.1 Аналіз умов праці на будівництві міні-готелю	78
4.2 Розрахунок небезпечних зон при виконанні робіт при будівництві міні-готелю	80

4.3 Організація безпечних умов праці під час виконання окремих видів будівельно-монтажних робіт.....	85
4.4 Вимоги пожежної безпеки.....	89
Список використаних джерел	93

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика майданчика будівництва

Місцем розташування об'єкта будівництва є вул. 49-ї Гвардійської Дивізії в місті Херсон, де запроєктовано міні-готель з експлуатованою покрівлею.

Клімат району помірковано теплий, помірковано-континентальний, характеризується помірковано м'якими зимами. Сніжний покрив тримається менше місяця, а випадання снігу супроводжується його швидким таненням. Календарний зимовий період вологий з підвищеною вітровою діяльністю. Весна досить суха, а осінь і зима волога з підвищеною кількістю дощів. Літо спекотне. Середньорічна температура повітря по даним Центру гідрометеорології становить 12,2 °C [1].

Аналіз повторюваності напрямків вітру показує, що в зимовий період переважають північно-східні вітри, а в літній — східні, західні та північно-західні. Це слід урахувати при прийнятті архітектурно-планувальних і конструктивних рішень будівлі.

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», для даного району будівництва приймаються такі нормативні кліматичні навантаження: снігове — 770 Па, вітрове — 460 Па, товщина стінки ожеледі — 16 мм, вітрове навантаження при ожеледі — 250 Па. Вітровий режим території характеризується переважанням вітрів північно-східного напрямку. Найбільша середня швидкість вітру спостерігається у січні і становить 6,4 м/с, а у липні — 2,3 м/с [2].

Відповідно до ДБН В.1.1-12:2006 «Будівництво в сейсмічних районах України» сейсмічність майданчика становить 6 балів з вірогідністю 5% на протязі 50 років [3].

Абсолютні відмітки поверхні в межах досліджуваної ділянки змінюються в інтервалі 44,70–45,70 м. Рельєф майданчика загалом рівнинний, із незначним ухилом у південно-східному напрямку.

Згідно з матеріалами інженерно-геологічних вишукувань, у межах основи фундаментів залягають вапняки середньої міцності з глинистим заповнювачем. Під час бурових робіт ґрунтові води до глибини 10,0 м не зафіксовані.

Інженерно-геологічна будова ділянки представлена інженерно-геологічними елементами. Характеристика ІГЕ наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика інженерно-геологічних елементів

Назва ІГЕ	Характеристика ІГЕ
ІГЕ-1	насипні ґрунти, сформовані суглинком жовтуватого-бурого кольору грудкуватої структури з включеннями щебеню, дресви, уламків вапняку та будівельного сміття. У верхній частині товщі, до глибини близько 0,3 м, поширений ґрунтово-рослинний шар із кореневими залишками. Насипні ґрунти характеризуються значною неоднорідністю як за глибиною, так і в плані. Середня потужність шару становить близько 0,5 м. Використання цього шару як природної основи не рекомендується.
ІГЕ-2	глини зеленувато-сірого, темно-сірого, місцями коричнювато-зеленого забарвлення, переважно напівтвердої, рідше тугопластичної консистенції, щільного складання. В окремих інтервалах глини є карбонатними та містять включення щебеню і дресви вапняку в кількості до 20–25 %. Середня потужність шару становить 0,6 м.
ІГЕ-3	вапняки органогенно-хемогенного, рідше оолітового походження, сірого та жовтуватого-сірого кольору, слабковивітрілі, середньої міцності, з прошарками маломіцних вапняків. Середня потужність шару дорівнює 3,6 м
ІГЕ-4	слабковивітрілий міцний вапняк із прошарками середньоміцного. Середня потужність шару становить 5,5 м.

Фізико-механічні характеристики ІГЕ наведено в таблиці 1.2. Фізико-механічні характеристики для ІГЕ-1 не визначалися.

Таблиця 1.2. – Фізико-механічні характеристики ІГЕ

ІГЕ	γ , Н/м ³	ρ , кг/м ³	φ , °	c , кПа	E , МПа	R_0 , т/м ²	$R_{c,сух}$ МПа	$R_{c,вод}$ МПа
ІГЕ-2	1,72		19	48	22	31	-	-
ІГЕ-3	-	2400	-	-	250	-	15	10
ІГЕ-4	-	2800	-	-	280	-	26	20

Примітка: γ – питома вага, ρ – щільність, φ – кут внутрішнього тертя, c – зчеплення, R_0 – розрахунковий опір, E – модуль деформації, $R_{c,сух}$ – межа міцності на одноосьовий стиск у повітряно-сухому стані, $R_{c,вод}$ – межа міцності на одноосьовий стиск у водонасиченому стані

У межах досліджуваної ділянки відсутні передумови для формування сталого горизонту підземних вод, що насамперед зумовлено поширенням вапняків із високими фільтраційними властивостями. Разом із тим на покрівлі глинистих прошарків, залягаючих у товщі вапнякових порід, не виключається утворення локальних скупчень вод типу верховодки. Їх формування може бути пов'язане з інфільтрацією атмосферних опадів, а також із можливими витокami з водонесучих інженерних мереж [11].

Серед небезпечних інженерно-геологічних процесів і несприятливих чинників, здатних впливати на умови будівництва та подальшу експлуатацію проєктованих споруд, слід виокремити набухаючі властивості глин, наявність карстових процесів у вапнякових породах, а також імовірний прояв сейсмічних впливів у межах ділянки.

Отже, за сукупністю інженерно-геологічних ознак майданчик проєктованого будівництва належить до ділянок із середньою категорією складності. Визначальними чинниками такої оцінки є поширення глин, схильних до набухання, наявність карстуючихся вапняків, а також урахування можливої сейсмічності території [11].

1.2 Ситуаційний план

В адміністративному відношенні громадська будівля міні-готелю з експлуатованою покрівлею запроєктована по вул. 49-ї Гвардійської Дивізії, 22 в м. Херсон. Площа земельної ділянки становить 3175 м². Рішення генерального плану розроблено з урахуванням сформованої містобудівної ситуації, існуючого планувального оточення та наявних інженерних комунікацій.



Рисунок 1.1 – Ситуаційний план

Як підоснову для розроблення проєкту використано топографічний план. Система висот – Балтійська.

Функціональне використання ділянки – територія для будівництва громадської будівлі спортивного комплексу. Територія виділеної земельної ділянки вільна від забудови. Біля території земельної ділянки присутні капітальні будинки. Із заходу й зі сходу до ділянки розташовано 10-ти поверхові житлові корпуси. Асфальтобетонні й інші тверді покриття знаходяться вздовж будівлі.

Розташування будівель і споруд на генеральному плані прийнято з дотриманням нормативних протипожежних і санітарних розривів. Зовнішнє

пожежогасіння передбачено від пожежного гідранта, розташованого поблизу проїзду. Під'їзд пожежної техніки до будівлі та споруд забезпечується по проїздах завширшки 6,0 м, при ширині проїзної частини 10,0 м.

Транспортний доступ на територію міні-готелю організовано з вул. 49-ї Гвардійської Дивізії через внутрішньодворовий проїзд. Для зручності відвідувачів передбачено відкриту автостоянку на 12 машино-місць, з яких 2 машино-місця призначено для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення.

Компонувальне вирішення генерального плану громадської будівлі спортивного комплексу наведено на аркуші 1, а експлікацію будівель і споруд – у таблиці 1.3.

Таблиця 1. 3 – Експлікація будинків і споруд на генплані

№	Найменування	Примітка
1.	Проектована громадська будівля	
2.	Існуюча забудова	
3.	Спортивний майданчик для занять фізичною культурою	
4.	Тенісний корт	
5.	Дитячий ігровий майданчик	
6.	Майданчик для відпочинку дорослого населення	
7.	Автостоянка для легкових автомобілів	
8.	Майданчик для збирання великогабаритних відходів	
9.	Майданчик для відпочинку дорослого населення	
10.	Майданчик для сушіння білизни	

Межі земельної ділянки визначаються таким чином:

- з північного боку вона прилягає до території ТРЦ Променад Плаза;
- зі східного боку ділянка примикає до вулиці 49-ї Гвардійської Дивізії;
- з західного боку примикає до території парку Таврійський;
- з південного боку територія примикає до перехрестя з круговим рухом.

Оскільки в межах ділянки проектування небезпечні геологічні процеси не виявлені, улаштування спеціальних заходів інженерного захисту території та об'єктів будівництва не передбачається.

Вертикальне планування території виконано насипом із середньою висотою 0,2 м. Підготовчі роботи до початку будівництва включають зняття рослинного шару ґрунту товщиною 0,5 м.

Організація водовідведення з проїздів вирішена відкритим способом із відведенням поверхневого стоку вздовж бортового каменю в колодязі, що влаштовані до прийняття дощових вод та подальшим підключенням до мережі дощової каналізації.

Проектною відміткою рівня підлоги першого поверху прийнято абсолютну позначку 46,00.

Благоустрій території охоплює улаштування дорожніх і пішохідних покриттів, встановлення огорожувальних елементів та виконання озеленення.

Проїзди розташовані внутрішньо майданчиків запроєктовано шириною 6,0 м із улаштуванням бортового каменю БР.100.30.15.

Для проїздів прийнято конструкцію дорожнього покриття, що складається з шару дрібнозернистого асфальтобетону товщиною 4 см, шару грубозернистого асфальтобетону товщиною 6 см, шару щебеневої основи, обробленої бітумом БНД 90/130, товщиною 15 см, а також піщаного підстильного шару товщиною 10 см.

Пішохідний доступ до будівель і споруд організовано по доріжках шириною 1,5 м з улаштуванням бортового каменю БР.100.20.8. Покриття доріжок запроєктовано з тротуарної плитки товщиною 6 см, укладеної по монтажному шару зі щебня фракції 2–5 мм товщиною 5 см та щебеневої основи з фракції 5–20 мм товщиною 10 см.

Вільні від забудови ділянки території підлягають озелененню. Проектом передбачено улаштування шару рослинного ґрунту товщиною 0,15 м з подальшим посівом багаторічних трав, а також посадкою дерев і чагарників. Прийняте рішення сприяє покращенню санітарно-гігієнічного стану території, зменшенню запиленості, підвищенню декоративних якостей ділянки та формуванню

сприятливого середовища для перебування відвідувачів.

На спортивному майданчику передбачено покриття з кам'яного відсіву товщиною 10 см, яке влаштовується по шару геотекстилю. Така конструкція забезпечує належні експлуатаційні характеристики покриття, сприяє підвищенню його довговічності та покращує умови відведення поверхневих вод.

Для забезпечення комфортного користування територією проєктом передбачено встановлення переносних лав і урн. Зазначені елементи благоустрою створюють необхідні умови для відпочинку відвідувачів та підтримання належного санітарного стану території.

Зовнішнє освітлення території передбачено від світильників, установлених на опорах. Це забезпечує необхідний рівень освітленості території у вечірній та нічний час, підвищує безпеку пересування та створює належні умови для експлуатації об'єкта.

Основні техніко-економічні показники ділянки проєктування наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. – Техніко-економічні показники ділянки проєктування

№	Найменування показника, одиниця виміру	Значення
1	Площа земельної ділянки, м ²	3210
2	Площа забудови, м ²	359
3	Щільність забудови, %	11,8
4	Площа покриттів, м ²	2454
5	Площа озеленення, м ²	362
6	Рівень озеленення території, %	15
7	Коефіцієнт використання території	0,87

1.3 Об'ємно-планувальні рішення проєктуємої будівлі

Громадська будівля спортивного комплексу торцевими фасадами примикає до десятиповерхових житлових корпусів. Дворовий фасад орієнтований у бік

спортивного майданчика та тенісного корту, а головний – у бік вул. 49-ї Гвардійської Дивізії.

Будівля запроєктована триповерховою, у плані має габаритні розміри 30,0 × 13 м. Висота першого поверху становить 4,5 м, другого та третього поверхів – по 3,5 м. За умовну відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 46,00. Загальна висота будівлі до верху покриття експлуатованої покрівлі становить 11,550 м, а відмітка даху над сходовою кліткою – 14,45 м.

Функціональне призначення приміщень будівлі прийнято з урахуванням її експлуатаційного призначення. На першому поверсі, на відмітці 0,000, передбачено розміщення кафе та підсобних приміщень для тенісистів. На другому поверсі, на відмітці 4,500, і третьому поверсі, на відмітці 7,800, запроєктовано приміщення фітнес-клубу. Експлікацію приміщень наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Експлікація приміщень проєктованої будівлі

№	Найменування приміщення	Площа, м ²	№	Найменування приміщення	Площа, м ²
101	Вестибюль із гардеробом для відвідувачів	14,86	207	Кімната адміністрації	12,42
102	Санітарний вузол для відвідувачів	3,72	208	Тренажерний зал	51,13
103	Фітнес-кафе на 24 місця	36,86	209	Санітарні вузли для відвідувачів	8,83
104	Коридор	19,69	210	Комора прибирального інвентарю	1,24
105	Гардеробна для тенісистів із душовою	13,29	211	Дитяча ігрова кімната	6,68
106	Санітарний вузол для	3,02	212	Коридор	33,93

	тенісистів				
107	Санітарний вузол персоналу	3,02	213	Сходова клітка	16,85
108	Кухня	15,54	214	Сходова клітка	16,85
109	Мийна столового посуду	4,50	301	Дитячий зал	39,52
110	Мийна оборотної тари	2,93	302	Зал для танців	3

На покрівлі будівлі, на відмітці 11,445, у теплу пору року передбачається влаштування солярію та фітнес-кафе. Таке функціональне рішення дає змогу розширити експлуатаційні можливості будівлі, підвищити рівень її комфортності та забезпечити більш ефективне використання покрівельного простору.

Вертикальне сполучення між поверхами організовано за допомогою двох внутрішніх сходових кліток, кожна з яких має безпосередній вихід назовні. Вхід до приміщень кафе передбачено окремим, з зовнішнього боку будівлі. Головний вхід запроєктовано з ганком, обладнаним пандусом, що забезпечує безперешкодний доступ до будівлі для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення.

Техніко-економічні показники проєктованої будівлі – у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Техніко-економічні показники проєктованої будівлі

№	Найменування показника, одиниця виміру	Значення
1	Площа забудови, м ²	374,34
2	Будівельний об'єм, м ³	3428,22
3	Загальна площа, м ²	1285,20
4	Корисна площа, м ²	985,32
5	Показник доцільності планувального рішення	0,79
6	Показник ефективності використання будівельного об'єму	2,72

1.4 Конструктивні рішення будинку

Конструктивну схему будівлі прийнято відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [2]. За конструктивним рішенням будівля являє собою монолітний залізобетонний каркас із ригельною системою.

Міжповерхові перекриття запроєктовано монолітними залізобетонними. Зовнішні огорожувальні стіни передбачено з газобетонних блоків щільністю 600 кг/м^3 завтовшки 400 мм. Внутрішні стіни сходових кліток також прийнято з газобетонних блоків щільністю 600 кг/м^3 , але завтовшки 200 мм.

Просторова жорсткість, загальна стійкість і сейсмостійкість будівлі забезпечуються спільною роботою монолітних залізобетонних поясів і замоноліченого диска перекриття. Таке конструктивне рішення створює єдину жорстку просторову систему, здатну ефективно сприймати вертикальні та горизонтальні навантаження і впливи.

Фундаменти під несучі стіни запроєктовано у вигляді монолітних залізобетонних стрічок із бетону класу C12/15 з армуванням арматурою класів A240C та A400C. Фундамент під крайні торцеві колони ФМ-1 прийнято монолітним, окремо розташованим, під колони.

Відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2006 «Будівництво в сейсмічних районах України» [3], фундамент під крайні торцеві колони з'єднано з основним монолітним фундаментом за допомогою монолітної армованої стрічки перерізом $200 \times 200 \text{ мм}$, виконаної з бетону класу C20/25 та арматури класу A400C. Таке рішення сприяє забезпеченню спільної роботи фундаментних елементів і підвищенню надійності конструкції в умовах можливих сейсмічних впливів.

Улаштування фундаментів передбачено по бетонній підготовці з бетону класу C8/10 товщиною 100 мм, що забезпечує вирівнювання основи, зручність виконання монтажних-бетонних робіт та належні умови для влаштування основних фундаментних конструкцій.

Стіни фундаменту запроєктовано з бетонних блоків товщиною 400 мм, які укладаються на цементному розчині марки M100 відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-108:2010 [4].

Ділянки замонолічування за місцем, а також вертикальні шви між блоками передбачено заповнювати бетоном класу C12/15, тоді як для заповнення окремих вертикальних швів застосовується бетон класу C8/10 на дрібному заповнювачі.

Горизонтальну гідроізоляцію фундаментних стін передбачено виконувати з цементно-піщаного розчину складу 1:2 з додаванням рідкого скла в кількості 1:10 від об'єму води замішування. Товщина гідроізоляційного шару приймається 30 мм.

Вертикальну гідроізоляцію стін, що контактують із ґрунтом, запроєктовано у вигляді двошарової обмазки гарячим бітумом по попередньо нанесеному шару праймера.

Вимощення навколо будівлі передбачено асфальтобетонним, шириною 0,75 м, із розташуванням на рівні планувальної відмітки території. Його влаштування спрямоване на захист фундаментів від поверхневих вод та зменшення зволоження ґрунту поблизу зовнішніх стін будівлі.

Монолітний залізобетонний каркас

Основу несівної системи будівлі становить монолітний залізобетонний каркас. Вертикальні несівні елементи запроєктовано у вигляді колон перерізом 400×400 мм, які виконуються з бетону класу C20/25 та армуються арматурою класів A240C і A400C. Горизонтальні елементи каркаса — ригелі — також прийнято перерізом 400×400 мм із бетону класу C20/25 з армуванням арматурою тих самих класів.

Арматурні каркаси конструкцій передбачено в'язаними, що забезпечує необхідну просторову фіксацію робочої арматури під час бетонування. У місцях стикування окремих стрижнів поздовжньої арматури їх з'єднання здійснюється ручним дуговим зварюванням із застосуванням електродів марки Э50А.

Міжповерхові перекриття запроєктовано монолітними залізобетонними плитами товщиною 150 мм. Таке рішення забезпечує достатню жорсткість дисків перекриття, сприяє спільній роботі всіх елементів каркаса та підвищує просторову стійкість будівлі.

Сходові марші передбачено на металевих косоурах зі швелерів зі збірними сходами, які з'єднуються зварюванням. Внутрішні сходи обладнуються

перильним огороженням висотою 0,9 м, що виконується за спеціальним замовленням.

Заповнення каркаса та стінові конструкції

Заповнення зовнішнього контуру залізобетонного каркаса передбачено газобетонними блоками. Кладка зовнішніх і внутрішніх стін із газобетону виконується відповідно до прийнятої технології з армуванням пластиковою сіткою типу SSA-1111-SM через кожні два ряди по всій висоті стіни, а також у трьох верхніх рядах. Таке конструктивне рішення спрямоване на зменшення ризику утворення тріщин, підвищення тріщиностійкості кладки та забезпечення її надійної роботи в складі всієї будівлі.

Перегородки

У санітарних вузлах та приміщеннях із вологим режимом експлуатації перегородки запроєктовано з цегли марки М75 на цементно-піщаному розчині марки М50 товщиною 120 мм. Для забезпечення достатньої жорсткості та стійкості до утворення тріщин їх армування виконується по всій довжині через 700 мм по висоті каркасами з арматури Ø4 Вр-1.

Внутрішні перегородки між залами прийнято з газобетонних блоків густиною 500 кг/м³ товщиною 100 мм. Використання таких блоків дає змогу зменшити навантаження на несівні конструкції та водночас забезпечити необхідні експлуатаційні характеристики внутрішніх огорожень.

Покрівля

Покрівлю будівлі передбачено плоскою експлуатованою. Верхній експлуатаційний шар виконують із керамічної плитки, що дає змогу використовувати покрівельний простір у теплий період року. Над сходовою кліткою запроєктовано окрему плоску неексплуатовану покрівлю.

Конструкція експлуатованої покрівлі включає багатошарову систему, що складається з фінішного покриття з крупнорозмірної керамічної плитки за ДСТУ Б В.2.7-60-97 [5] товщиною 10 мм, укладеної на цементно-піщаний розчин М100 товщиною 15 мм; цементно-піщаної стяжки М100 товщиною 30 мм; двох шарів наплавленого руберойду, один із яких виконано на основі тканого поліестеру в

комбінації зі скловолокном із застосуванням дистильованого бітуму; захисної прокладки зі склотканини конструкційної за ДСТУ ГОСТ 19170-2003 [6]; шару ґрунтування розчином тугоплавкого бітуму в гасі; уклоноутворюючого шару з керамзитобетону густиною 1200 кг/м^3 змінної товщини від 20 до 100 мм; ще однієї цементно-піщаної стяжки М100 товщиною 30 мм; шару теплоізоляції з твердих мінераловатних плит ROCKWOOL товщиною 120 мм; пароізоляційної плівки та залізобетонного перекриття.

Прийнята конструкція покрівлі забезпечує необхідні умови водонепроникності, теплозахисту, довговічності та надійності роботи покриття в процесі експлуатації.

Вікна і двері

Світлопрозорі конструкції будівлі передбачено індивідуального виготовлення у вигляді металопластикових віконних блоків зі склопакетами з потрійним заскленням. Таке рішення сприяє підвищенню енергоефективності будівлі, поліпшенню звукоізоляції та створенню комфортного мікроклімату у приміщеннях.

Зовнішні двері сходової клітки запроєктовано сертифікованими протипожежними з межею вогнестійкості EI 45. Внутрішні двері сходової клітки, що відчиняються у напрямку евакуації, також прийнято протипожежними, з ущільнювальними прокладками у притворах. Це забезпечує дотримання вимог пожежної безпеки та підвищує надійність евакуаційних шляхів.

1.5 Теплотехнічний розрахунок огорожуючої конструкції

Зовнішні огорожувальні стіни будівлі запроєктовано з газобетонних блоків середньою щільністю 600 кг/м^3 товщиною 400 мм. Об'єкт будівництва розташований у місті Херсон.

На першому етапі розглядається варіант зовнішньої стіни без додаткового теплоізоляційного шару, із загальною товщиною основної конструкції 0,40 м. Конструктивне рішення стіни передбачає наявність двох фактурних шарів –

внутрішнього та зовнішнього, виконаних із піщано-вапняного розчину товщиною по 0,02 м кожний.

Зовнішня стіна є тришаровою огорожувальною конструкцією загальною товщиною 0,44 м (рис. 1.1). Основний несівний шар виконано з газобетонних блоків густиною 600 кг/м³ товщиною 0,40 м. З внутрішнього та зовнішнього боків передбачено фактурні шари з піщано-вапняного розчину товщиною по 0,02 м. Розрахункова температура внутрішнього повітря прийнята $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$, зовнішнього – $t_{\text{н}} = -12^{\circ}\text{C}$. На схемі позначено термічні опори: $R_{\text{н}}$ – зовнішньої поверхні, R_1 – основного шару стіни, $R_{\text{в}}$ – внутрішньої поверхні.

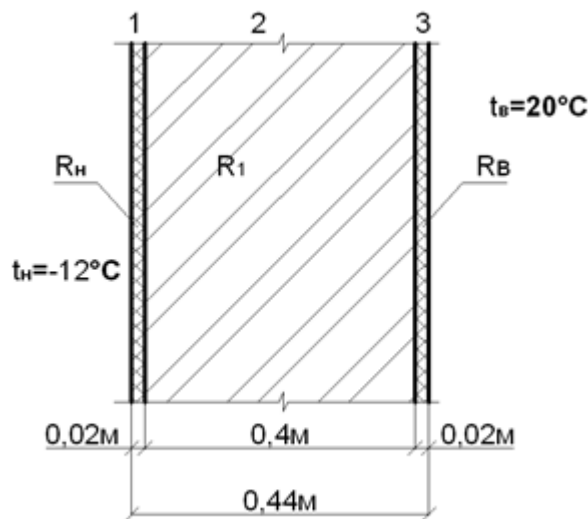


Рисунок 1.2 – Зовнішня стіна

Визначення сумарного опору теплопередачі огорожувальної конструкції.

Загальний опір теплопередачі огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$R_{\Sigma} = R_{\text{в}} + R_3 + R_2 + R_1 + R_{\text{н}}, \quad (1.1)$$

де $R_{\text{в}} = \frac{0,136 \text{ м}^2\text{C}}{\text{Вт}}$, $R_{\text{н}} = \frac{0,051 \text{ м}^2\text{C}}{\text{Вт}}$ – опори тепловіддачі та теплосприйняття;

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1}, R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2}, R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3}, \quad (1.2)$$

де $\delta_1 = 0,0204 \text{ м}$, $\delta_2 = 0,408 \text{ м}$, $\delta_3 = 0,0204 \text{ м}$ – товщина шарів конструкції;

$\lambda_1 = 0,8262 \text{ Вт/мх}^{\circ}\text{C}$, $\lambda_2 = 0,1836 \text{ Вт/мх}^{\circ}\text{C}$, $\lambda_3 = 0,8262 \text{ Вт/мх}^{\circ}\text{C}$ – коефіцієнти

теплопровідності матеріалів.

Тоді:

$$R_1 = \frac{0,0204}{0,8262} = 0,0247 \text{ м}^2\text{хС/Вт},$$

$$R_2 = \frac{0,408}{0,1836} = 2,2222 \text{ м}^2\text{хС/Вт},$$

$$R_3 = \frac{0,0204}{0,8262} = 0,0247 \text{ м}^2\text{хС/Вт}.$$

Отже, сумарний опір теплопередачі становить:

$$R_{\Sigma} = 0,136 + 0,0247 + 2,2222 + 0,0247 + 0,051 = 2,4586 \text{ м}^2\text{хС/Вт}.$$

Приймаємо:

$$R_{\Sigma} = 2,459 \text{ м}^2\text{хС/Вт}.$$

Визначення мінімально допустимого значення опору теплопередачі

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішніх стін, що забезпечує санітарно-гігієнічні та комфортні умови в приміщенні, визначається за нормативною формулою.

Для розрахунку прийнято:

$t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря;

$t_{\text{н}} = -12^{\circ}\text{C}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря;

$\Delta t_{\text{сг}} = 4,59^{\circ}\text{C}$ – допустимий температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції;

$\alpha_{\text{в}} = 8,874 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні.

За результатами розрахунку отримано:

$$R_{q \min} = 0,80 \text{ м}^2 \text{ C/Вт} \cdot ^{\circ}$$

Порівняння отриманих значень

$$R_{\Sigma} = 2,459 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт} > R_{q \min} = 0,80 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт},$$

$$R_{\Sigma} = 2,459 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт} > R_{q \text{норм}} = 2,0 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт}.$$

Таким чином, огорожувальна конструкція зовнішньої стіни з газобетону

відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 [7] за теплозахисними показниками. Отримане значення сумарного опору теплопередачі перевищує як мінімально допустиме, так і нормативне значення, що свідчить про забезпечення належного мікроклімату у приміщенні. Додаткове утеплення стін у даному випадку не є обов'язковим.

Визначення точки роси

На рис. 1.3 наведено лінії розподілу температур.

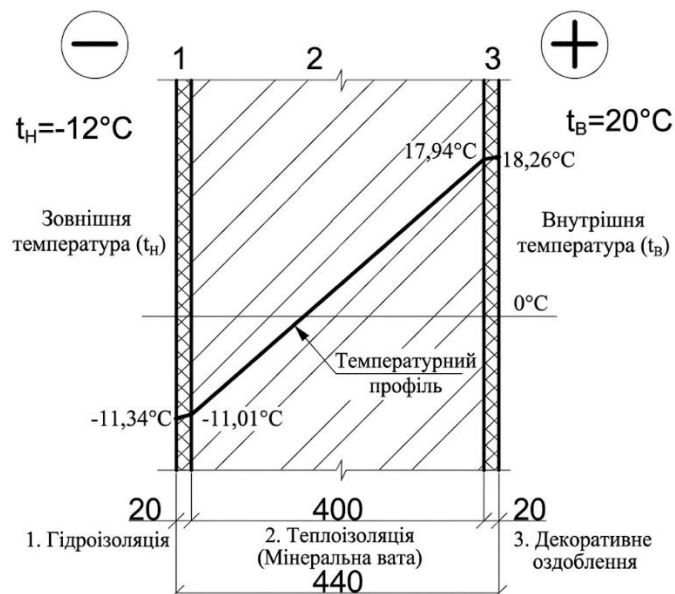


Рисунок 1.3 – Схема температурної лінії

Ось акуратно оформлений і уточнений варіант.

Визначення температур на межах шарів огорожувальної конструкції

Розподіл температур по товщині стіни визначається за формулою:

$$t_i = t_b - \frac{(t_b - t_n) \cdot \sum R_i}{R_\Sigma}, \quad (1.3)$$

де $t_b = 20^\circ\text{C}$, $t_n = -12^\circ\text{C}$, $R_\Sigma = 2,459 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Тоді температура на внутрішній поверхні стіни становить:

$$t_b = t_b - \frac{(t_b - t_n) \cdot R_b}{R_\Sigma} = 20 - \frac{(20 - (-12)) \cdot 0,133}{2,459} = 18,26. \quad (1.4)$$

Температура після внутрішнього фактурного шару:

$$\tau_3 = t_B - \frac{(t_B - t_H) \cdot (R_B + R_3)}{R_\Sigma} = 20 - \frac{(20 - (-12)) \cdot (0.133 + 0.0247)}{2.459} = 17.94.$$

Температура на межі газобетонного шару:

$$\tau_2 = t_B - \frac{(t_B - t_H) \cdot (R_B + R_3 + R_2)}{R_\Sigma} = 20 - \frac{(20 - (-12)) \cdot (0.133 + 0.0247 + 2.22)}{2.459} = -11.03. \quad (1.5)$$

Температура після зовнішнього фактурного шару:

$$\tau_1 = t_B - \frac{(t_B - t_H) \cdot (R_B + R_3 + R_2 + R_1)}{R_\Sigma} = 20 - \frac{(20 - (-12)) \cdot (0.133 + 0.0247 + 2.22 + 0.0247)}{2.459} = -11.35. \quad (1.6)$$

Отже, розраховані температури в характерних перерізах конструкції дорівнюють:

$$\tau_B = 18,26^\circ\text{C},$$

$$\tau_3 = 17,94^\circ\text{C},$$

$$\tau_2 = -11,03^\circ\text{C},$$

$$\tau_1 = -11,35^\circ\text{C}.$$

Є одна важлива уточнювальна деталь: у наведеному розрахунку визначається не сама точка роси, а температура на межах шарів конструкції. Для перевірки можливості конденсації ці температури далі потрібно порівняти з температурою точки роси внутрішнього повітря.

1.6 Підлоги

Зовнішнє оздоблення

Зовнішнє опорядження фасадів передбачено у вигляді декоративної цементно-піщаної штукатурки з подальшим фарбуванням фасадною акриловою фарбою білого кольору. Таке рішення забезпечує належні архітектурно-естетичні показники будівлі, а також сприяє підвищенню довговічності фасадних поверхонь в умовах експлуатації.

Архітектурно-декоративні елементи фасадів, зокрема рустування стін першого поверху, карнизи, валики та інші профільні деталі, передбачено виконувати індивідуальними виробами з пінополістиролу. Кріплення зазначених

елементів здійснюється приклеюванням до основи з подальшим нанесенням клейового вирівнювального шару та фарбуванням фасадною акриловою фарбою. Прийняте рішення дає змогу сформувати виразний архітектурний образ будівлі без істотного збільшення навантаження на огорожувальні конструкції.

Оздоблення цокольної частини будівлі передбачено керамічною плиткою з фактурою «під рваний камінь», що підвищує стійкість поверхні до механічних впливів, атмосферних чинників та забруднення у зоні найбільш інтенсивної експлуатації.

Внутрішнє оздоблення

Внутрішнє опорядження приміщень прийнято з урахуванням їх функціонального призначення, санітарно-гігієнічних вимог та умов експлуатації.

У приміщеннях загального користування, сходових клітках і коридорах передбачено штукатурення поверхонь, їх затірку та подальше фарбування водоемульсійними складами. Для цегляних перегородок прийнято штукатурне опорядження із затіркою та фарбуванням водоемульсійною фарбою. Для перегородок і стін із газобетону передбачено штукатурення та фарбування водоемульсійними фарбами, призначеними для внутрішніх робіт.

У залах і приміщеннях для персоналу внутрішнє оздоблення виконується шляхом фарбування поверхонь водоемульсійною фарбою для внутрішнього застосування, що забезпечує належний санітарний стан приміщень і простоту їх експлуатаційного утримання.

У санітарних вузлах, душових, а також у приміщеннях для зберігання прибирального інвентарю стіни облицовуються керамічною плиткою на висоту 2,1 м. Вище рівня облицювання, а також для верхніх частин перегородок і стель передбачено вапняну побілку. Таке рішення відповідає вимогам до приміщень із підвищеним вологим режимом і забезпечує зручність догляду за поверхнями.

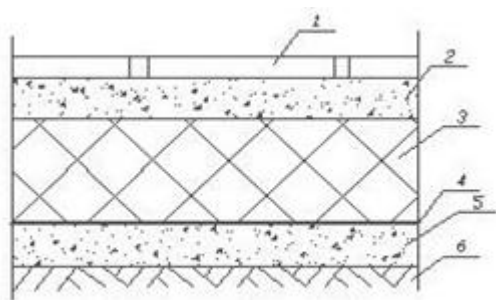
Для технічних і підсобних приміщень оздоблення прийнято залежно від умов їх експлуатації. В електрощитовій передбачено вапняну побілку, тоді як у тамбурі та завантажувальному коридорі — водоемульсійне фарбування. Підлогу в

електрощитовій запроектовано бетонною з безіскровим покриттям, що відповідає вимогам безпеки для приміщень такого призначення.

Підлоги у приміщеннях загального користування, коридорах, холах, санітарних вузлах, а також на сходових маршах і майданчиках передбачено з керамічної плитки з шорсткою поверхнею. Використання такого покриття забезпечує зносостійкість, довговічність та безпечні умови пересування. У залах і приміщеннях для працюючого персоналу підлогове покриття прийнято з лінолеуму на теплоізоляційній основі, що сприяє підвищенню комфортності експлуатації приміщень.

Конструктивні рішення підлог у будівлі прийнято диференційовано, залежно від функціонального призначення приміщень, умов їх експлуатації та санітарно-гігієнічних вимог. Усього передбачено чотири типи підлогових конструкцій.

Для приміщень № 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116 і 117 прийнято підлогу типу 1 загальною площею 174,6 м². Конструкція такої підлоги включає покриття з керамічної плитки товщиною 10 мм, прошарок із заповненням швів товщиною 20 мм, теплоізолюючий шар із керамзиту товщиною 50 мм, гідроізоляційний шар товщиною 2 мм, цементно-піщану стяжку товщиною 20 мм та ущільнену ґрунтову основу зі щебневим ущільненням (рис. 1.4).

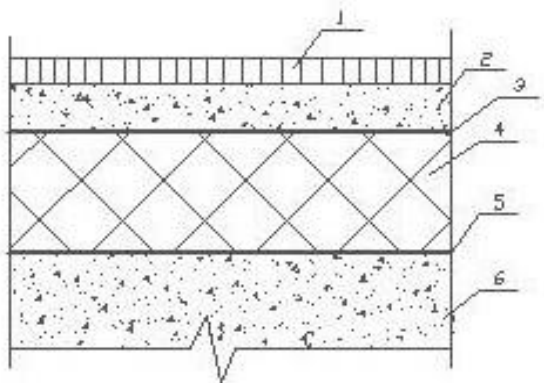


1. керамічна плитка
2. прошарок із заповненням швів
3. теплоізолюючий шар із керамзиту
4. гідроізоляційний шар
5. цементно-піщана стяжка
6. щербінь

Рисунок 1.4 – Ескіз підлоги типу 1

У приміщеннях № 201, 202, 207, 208, 211, 301, 302, 303, 304, 305, 306 і 307 запроектовано підлогу типу 2 загальною площею 379,1 м². Конструкція підлоги

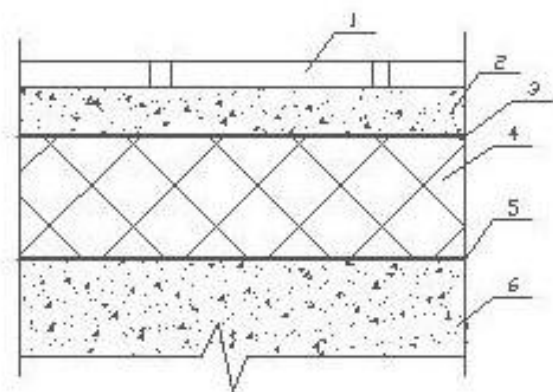
включає верхнє покриття з лінолеуму товщиною 10 мм, укладеного по цементно-піщаній стяжці товщиною 20 мм. Під стяжкою передбачено гідроізоляційний шар товщиною 2 мм та теплоізоляційний шар із керамзиту товщиною 50 мм, що забезпечує необхідні експлуатаційні та теплоізоляційні характеристики підлоги. Нижні шари конструкції представлені пароізоляцією та залізобетонною плитою перекриття товщиною 150 мм (рис. 1.5).



1. лінолеум
2. цементно-піщана стяжка
3. гідроізоляційний шар
4. теплоізолюючий шар
5. пароізоляція
6. залізобетонна плита перекриття

Рисунок 1.5 – Ескіз підлоги типу 2

Для приміщень № 203, 204, 205, 206, 209, 210, 212, 213, 214, 308, 309, 310, 311, 312, 313 і 314 прийнято підлогу типу 3 загальною площею 215,3 м². За конструктивним рішенням вона складається з покриття з керамічної плитки товщиною 10 мм, прошарку та заповнення швів товщиною 20 мм, гідроізоляції товщиною 2 мм, теплоізолюючого шару з керамзиту товщиною 50 мм, пароізоляції та залізобетонної плити перекриття товщиною 150 мм (рис. 1.6).



1. керамічна плитка
2. прошарок
3. гідроізоляційний шар
4. теплоізолюючий шар
5. пароізоляція
6. залізобетонна плита перекриття

Рисунок 1.6 – Ескіз підлоги типу 3

Для приміщення № 115 передбачено підлогу типу 4 площею 3,53 м². Вона включає бетонне покриття товщиною 30 мм, бетонний підстильний шар товщиною 50 мм та ущільнену щебнем ґрунтову основу (рис. 1.7).

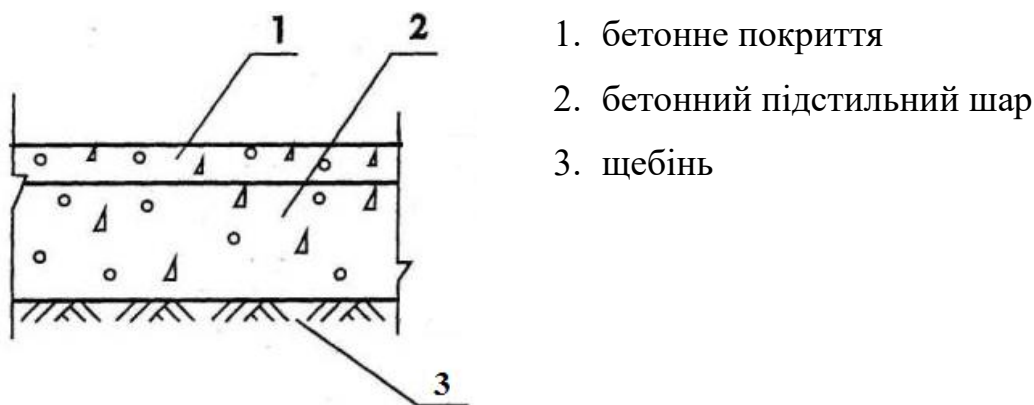


Рисунок 1.7 – Ескіз підлоги типу 4

Отже, прийняті конструкції підлог забезпечують необхідні експлуатаційні, санітарно-гігієнічні та конструктивні вимоги для приміщень різного призначення, а також відповідають умовам їх функціонування в складі запроектованої будівлі.

Антикорозійний захист

Для забезпечення довговічності металевих елементів і запобігання їх корозійному пошкодженню в проєкті передбачено виконання комплексу антикорозійних заходів відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-193:2013 [8]. Усі зварені з'єднання та металеві деталі, що мають вихід на поверхню залізобетонних конструкцій, необхідно захищати обетонюванням дрібнозернистим бетоном або покриттям цементним розчином марки М100 товщиною 20 мм.

Антикорозійний захист закладних і сполучних деталей передбачається здійснювати нанесенням двошарового лакофарбового покриття з емалі ПФ-115 по шару ґрунтовки ГФ-021. Перед улаштуванням захисного покриття всі металеві поверхні мають бути очищені від іржі та окалини до металевого блиску. Прийнята система захисту забезпечує належний рівень стійкості металевих елементів до

корозії та відповідає вимогам нормативних документів.

1.7 Інженерне обладнання

Проектований об'єкт забезпечується повним комплексом необхідних інженерних систем і комунікацій, що гарантують його безперебійну та безпечну експлуатацію відповідно до функціонального призначення будівлі.

Електропостачання будівлі передбачено від розташованої поблизу трансформаторної підстанції потужністю 100 кВА. Прийняте рішення забезпечує надійне електроживлення всіх споживачів об'єкта, включаючи освітлення, інженерне обладнання та допоміжні системи.

Система опалення запроєктована як центральна водяна з підключенням до зовнішнього джерела теплопостачання. Таке рішення дає змогу підтримувати нормативні параметри мікроклімату в приміщеннях у холодний період року.

Підготовка гарячої води передбачена за допомогою електричних бойлерів. Для спортивних залів і санітарних вузлів запроєктовано природну вентиляцію, яка здійснюється через вентиляційні канали. Застосована система вентиляції забезпечує необхідний повітрообмін і сприяє підтриманню належних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях.

Система водопостачання, а також господарсько-побутова каналізація передбачені з підключенням до існуючих міських мереж. Це забезпечує безперервне постачання води та організоване відведення побутових стоків.

Будівлю запроєктовано з урахуванням улаштування систем кондиціонування повітря та пожежної сигналізації, що підвищує рівень комфортності експлуатації об'єкта та його пожежної безпеки.

Відведення атмосферних опадів з покрівлі передбачено зовнішніми водостоками із застосуванням системи Storm (Hunter).

1.8 Заходи щодо протипожежної та спеціальної безпеки

Протипожежна безпека проєктованого об'єкта забезпечується комплексом об'ємно-планувальних, конструктивних та інженерно-технічних заходів, прийнятих відповідно до чинних нормативних вимог.

За характеристиками несучих і огорожувальних конструкцій будівлю віднесено до II ступеня вогнестійкості. Межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій прийнято відповідно до вимог ДБН В.1.1-7-2002 «Протипожежні норми проєктування будинків і споруд». Усі основні конструктивні елементи будівлі запроектовано з неспалимих матеріалів, що підвищує загальний рівень пожежної безпеки об'єкта.

Евакуація людей з будівлі передбачена по внутрішніх сходах типу СК1. Сходові клітки запроектовано з відкритими вікнами, що забезпечують можливість природної вентиляції та димовидалення у разі виникнення пожежі. Внутрішні та зовнішні двері, розташовані на шляхах евакуації, а також двері сходових кліток, що відчиняються у напрямку виходу, передбачено протипожежними, з ущільнювальними прокладками у притворах. Для електрощитової також прийнято протипожежні двері, при цьому вхід до цього приміщення передбачено окремо, безпосередньо ззовні.

З метою підвищення межі вогнестійкості окремих конструктивних елементів проєктом передбачено додаткові заходи вогнезахисту. Металеві елементи покриття та даху обробляються універсальним вогнезахисним складом «Укртерм-М», а дерев'яні елементи — складом ДСА-1. Крім того, на металеві конструкції наноситься вогнезахисне покриття, що спучується, КСВ, яке забезпечує підвищення їх вогнестійкості в умовах дії високих температур.

Спеціальні заходи безпеки прийнято з урахуванням сейсмічності майданчика 6 балів. Просторову жорсткість і здатність будівлі сприймати сейсмічні навантаження забезпечує просторовий каркас із жорсткими рамними вузлами, що об'єднують колони та ригелі в єдину конструктивну систему. Таке рішення сприяє надійній роботі будівлі при можливих сейсмічних впливах.

Сходові клітки запроєктовано з природним освітленням на кожному поверсі. Двері, що ведуть до сходових кліток, на кожному поверсі передбачено протипожежними, з армованим склом. Ширина дверних прорізів у чистоті прийнята 1,3 м, що забезпечує належні умови евакуації. Сходові клітки мають безпосередній вихід назовні, що підвищує безпечність евакуаційних шляхів.

Конструктивне рішення основних сходових кліток передбачає їх виконання як елементів, пов'язаних із несучими конструкціями будівлі, зокрема з плитами перекриття. Перекриття в будівлі розташовано в одному рівні. Перекриття та покриття запроєктовано у вигляді жорстких горизонтальних дисків, які надійно з'єднані з вертикальними несучими конструкціями та забезпечують їх спільну роботу при дії сейсмічних навантажень.

До будівлі передбачено зручний під'їзд пожежної техніки, прибиральних машин і автомобілів швидкої медичної допомоги, що є важливою умовою забезпечення належного рівня як пожежної, так і експлуатаційної безпеки об'єкта.

2. РОЗРАХУНКОВО - КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту

2.1.1 Збір навантажень

До постійних навантажень відносять навантаження від покрівлі й стін, власна вага конструкцій. До тимчасових навантажень відносять снігове, вітрове й корисне навантаження [9].

Розрахунок виконано за допомогою програмного комплексу SCAD.

Під час розрахунку несучих конструкцій будівлі одним із основних етапів є визначення навантажень, що діють на покриття. До складу постійних навантажень у цьому випадку належать власна вага всіх шарів покрівельної конструкції, включаючи оздоблювальні, вирівнювальні, гідроізоляційні, теплоізоляційні та несучі елементи. Визначення нормативних і розрахункових навантажень виконано на підставі щільності матеріалів, товщини окремих шарів та відповідних коефіцієнтів надійності за навантаженням [10].

Конструкція покриття включає керамічну плитку, цементно-піщаний розчин, цементно-піщану стяжку, два шари наплавлюваного рубероїду, конструкційну склотканину, ухилоутворюючий шар з керамзитобетону, теплоізоляційний шар із мінераловатних плит ROCKWOOL, а також монолітну залізобетонну плиту перекриття (табл. 2.1). Найбільше навантаження у складі покриття створює залізобетонна монолітна плита товщиною 150 мм, нормативна вага якої становить 375 кг/м^2 , а розрахункова — $412,5 \text{ кг/м}^2$. Значний внесок у загальне навантаження також дає ухилоутворюючий шар з керамзитобетону товщиною 100 мм, для якого нормативне навантаження становить 120 кг/м^2 , а розрахункове — 156 кг/м^2 .

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на покриття

Склад покриття	Нормативне навантаження, кг/м ²	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження, кг/м ²
Плитка керамічна, $\gamma = 1600 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 10 \text{ мм}$	16,0	1,2	19,2
Стяжка цементно-піщана, $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 30 \text{ мм}$	48,0	1,3	62,4
Цементно-піщаний розчин, $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 15 \text{ мм}$	27,0	1,3	35,1
Склотканина конструкційна	0,1	1,2	0,12
Шар рубероїду, 2 шари, $\gamma = 3 \text{ кг/м}^2$	6,0	1,3	7,8
Шар з керамзитобетону, $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 100 \text{ мм}$	120,0	1,3	156,0
Мінераловатні плити ROCKWOOL, $\gamma = 125 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 120 \text{ мм}$	15,0	1,3	19,5
Стяжка цементно-піщана, $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 30 \text{ мм}$	54,0	1,3	70,2
Залізобетонна монолітна плита, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 150 \text{ мм}$	375,0	1,1	412,5
Разом на покриття	661,1		782,82

Визначення лінійного навантаження від газобетонних стін на ригелі

Для визначення навантаження від зовнішніх газобетонних стін на ригелі обчислюється вага 1 погонного метра стіни з урахуванням її товщини, висоти, об'ємної ваги матеріалу та коефіцієнта надійності за навантаженням.

Отримані значення лінійних навантажень від стін надалі враховуються при розподілі навантаження на несучі елементи каркаса. Розподіл навантажень, визначених за результатами таблиці збору навантажень (табл. 2.1), виконується за допомогою вантажних площ між ригелями та колонами, що дає змогу встановити розрахункові зусилля в окремих елементах конструктивної системи будівлі.

Для стін першого поверху лінійне навантаження становить:

$$P_{\text{ст. 1 поверху}} = 0,4 \cdot 4,5 \cdot 600 \cdot 1,2 \approx 1300 \text{ кг/м.}$$

Для парапету:

$$P_{\text{парапету}} = 0,4 \cdot 0,9 \cdot 600 \cdot 1,2 \approx 260 \text{ кг/м.}$$

Для стін другого і третього поверхів:

$$P_{\text{ст. 2,3 поверхів}} = 0,4 \cdot 3,3 \cdot 600 \cdot 1,2 \approx 950 \text{ кг/м.}$$

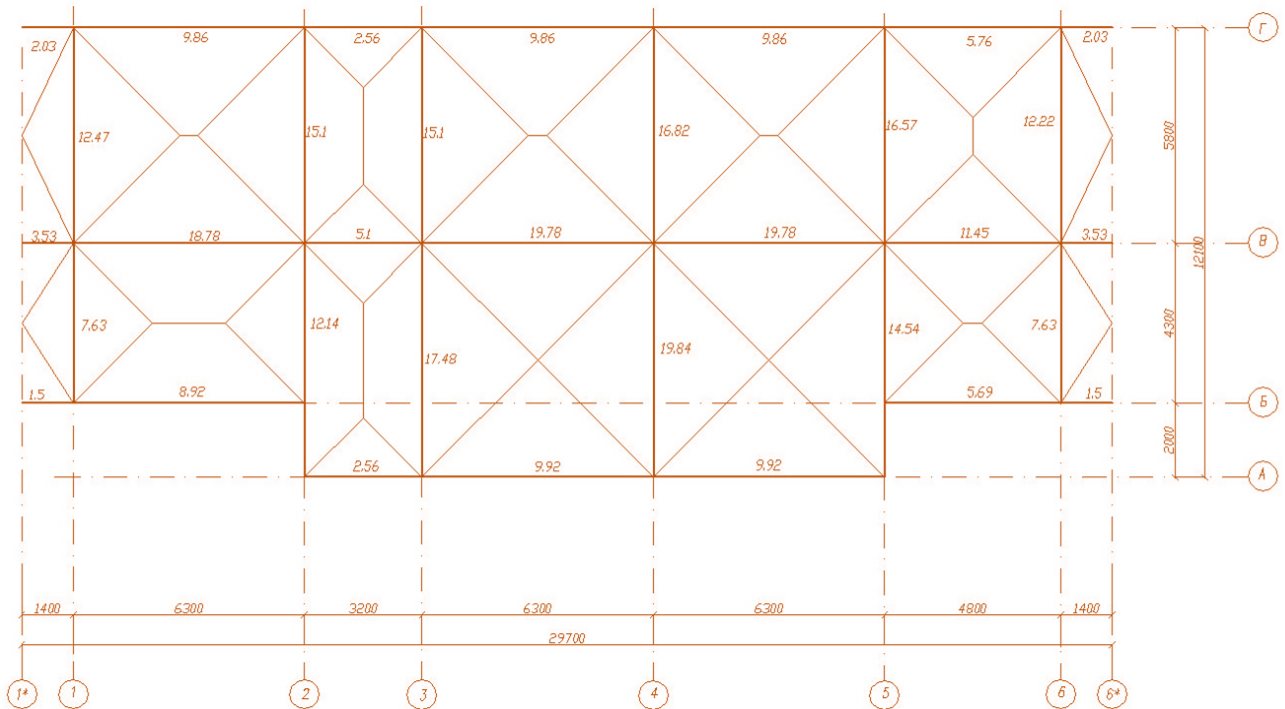


Рисунок 2.1 – Схема вантажних площ, що передають навантаження на ригелі

Під час визначення навантажень, що передаються на ригелі, було розглянуто вантажні площі в межах від 1,50 до 19,84 м² при довжині ригелів від 1,4 до 6,3 м. Для розрахунку прийнято питомі навантаження: від покриття – 0,79 т/м², від перекриття – 0,56 т/м², корисне навантаження – 0,24 т/м², снігове – 0,088 т/м². Лінійні навантаження на ригелі визначалися з урахуванням відповідної вантажної площі та довжини ригеля (табл. 2.2).

Табл. 2.2 Таблиця навантажень на ригелі

Вантажна площа, м ²	Довжина ригеля, м	Навантаження від покриття, т/м	Навантаження від перекриття, т/м	Корисне навантаження, т/м	Снігове навантаження, т/м
1,50	1,4	0,8	0,6	0,3	0,09
2,03	1,4	1,1	0,8	0,3	0,13
2,56	3,2	0,6	0,4	0,2	0,07
3,53	1,4	2,0	1,4	0,6	0,22
5,10	3,2	1,3	0,9	0,4	0,14
5,69	4,8	0,9	0,7	0,3	0,10
5,76	4,8	0,9	0,7	0,3	0,11
7,63	4,3	1,4	1,0	0,4	0,16
8,92	6,3	1,1	0,8	0,3	0,12
9,86	6,3	1,2	0,9	0,4	0,14
9,92	6,3	1,2	0,9	0,4	0,14
11,45	4,8	1,9	1,3	0,6	0,21
12,14	6,3	1,5	1,1	0,5	0,17
12,22	5,8	1,7	1,2	0,5	0,18
12,47	5,8	1,7	1,2	0,5	0,19
14,54	6,3	1,8	1,3	0,6	0,20
15,10	5,8	2,1	1,5	0,6	0,23
16,57	5,8	2,3	1,6	0,7	0,25
16,82	5,8	2,3	1,6	0,7	0,25
17,48	6,3	2,2	1,6	0,7	0,24
18,78	6,3	2,4	1,7	0,7	0,26
19,78	6,3	2,5	1,8	0,8	0,28
19,84	6,3	2,5	1,8	0,8	0,28

У таблиці 2.3 наведено значення активного вітрового навантаження залежно від висоти прикладання та розрахункової вантажної площі. Аналіз наведених даних показує, що зі збільшенням висоти будівлі інтенсивність вітрового навантаження зростає, що відповідає загальним закономірностям дії вітру на вертикальні огорожувальні конструкції.

На відмітках 0,0 м та 4,5 м нормативне значення активного вітрового навантаження становить 0,026 т/м². На висоті 7,8 м величина активного вітрового навантаження збільшується до 0,035 т/м². На максимальній розглянутій висоті 11,1 м активне вітрове навантаження становить 0,045 т/м².

Таблиця 2.3 – Вітрове навантаження

Висота прикладання навантаження	Розрахункова вантажна площа, м ²							
	1,6	2,4	3,15	3,8	4,55	4,75	5,55	6,3
0, м	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,12	0,14	0,16
4,5, м	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,12	0,14	0,16
7,8, м	0,06	0,08	0,11	0,13	0,16	0,17	0,19	0,22
11,1, м	0,07	0,11	0,14	0,17	0,20	0,21	0,25	0,28

Таким чином, результати розрахунку свідчать, що активний вітровий тиск зростає як із підвищенням відмітки розташування елемента, так і зі збільшенням вантажної площі, що сприймає навантаження. Отримані значення використовуються надалі при визначенні зусиль у вертикальних і горизонтальних несучих елементах каркаса будівлі.

У таблиці 2.4 наведено значення пасивного вітрового навантаження залежно від висоти розташування елемента та величини розрахункової площі. Аналіз отриманих результатів показує, що, як і у випадку активного вітрового тиску, зі збільшенням висоти будівлі значення пасивного вітрового навантаження зростають [10]. Водночас їх величини є меншими порівняно з активним вітровим навантаженням, що відповідає характеру дії вітрового потоку на підвітряну сторону будівлі. На відмітках 0,0 м та 4,5 м значення пасивного вітрового навантаження становить 0,019 т/м². На висоті 7,8 м пасивне вітрове навантаження збільшується до 0,026 т/м². На максимальній розглянутій висоті 11,1 м пасивне вітрове навантаження досягає 0,033 т/м².

Таблиця 2.4 – Пасивне вітрове навантаження

Висота розташування елементу	Розрахункова вантажна площа, м ²							
	1,6	2,4	3,15	3,8	4,55	4,75	5,55	6,3
0, м	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	0,09	0,11	0,12
4,5, м	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	0,09	0,11	0,12
7,8, м	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,12	0,14	0,16
11,1, м	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,16	0,18	0,21

Таким чином, результати розрахунку свідчать, що величина пасивного вітрового навантаження зростає зі збільшенням як висоти розташування конструктивного елемента, так і площі, на яку поширюється дія вітру. Отримані значення враховуються при подальшому розрахунку несучих конструкцій будівлі та оцінці впливу вітрового навантаження на елементи каркаса.

Методика розрахунку

Розрахунок конструктивної системи виконано із застосуванням методу скінченних елементів, у якому за основні невідомі приймаються вузлові лінійні переміщення та кути повороту. Використання цього підходу дає змогу подати реальну просторову конструкцію у вигляді дискретизованої розрахункової моделі, придатної для чисельного аналізу напружено-деформованого стану [12].

У процесі ідеалізації конструктивна система була представлена сукупністю скінченних елементів стандартного типу, зокрема стрижневих, пластинчастих, оболонкових та інших елементів, які з'єднуються між собою у вузлах. Така дискретизація дозволяє врахувати геометричні, жорсткісні та силові характеристики окремих частин конструкції, а також особливості їх спільної роботи в межах єдиної розрахункової схеми.

Тип скінченного елемента визначається його геометричною формою, прийнятою апроксимацією поля переміщень, співвідношенням між вузовими переміщеннями елемента та переміщеннями системи в цілому, а також фізичним законом деформування, що встановлює залежність між внутрішніми зусиллями та деформаціями. Важливою складовою опису елемента є також сукупність

параметрів, що характеризують його жорсткість і визначають механічну поведінку в складі просторової системи [12].

У межах прийнятого методу вузол розрахункової схеми розглядається як абсолютно тверде тіло нескінченно малих розмірів. Положення вузла при деформуванні конструкції визначається координатами його центра та кутами повороту локальної системи осей, жорстко пов'язаної з вузлом. Відповідно кожний вузол у загальному випадку характеризується шістьма ступенями вільності: трьома поступальними переміщеннями вздовж осей координат і трьома кутовими переміщеннями відносно цих осей.

Для просторової розрахункової моделі в кожному вузлі можуть бути наявні такі компоненти переміщень:

- переміщення вздовж осі X ;
- переміщення вздовж осі Y ;
- переміщення вздовж осі Z ;
- поворот навколо осі X ;
- поворот навколо осі Y ;
- поворот навколо осі Z .

Нумерація вузлів і скінченних елементів у розрахунковій схемі використовується як ідентифікаційна система, необхідна для однозначного задання геометрії моделі, умов закріплення, навантажень і подальшого аналізу результатів розрахунку. Присвоєні номери не мають фізичного змісту, а виконують функцію умовних позначень для формування матриць жорсткості, навантажень і переміщень.

Формування основної системи методу переміщень здійснюється шляхом накладення на кожний вузол зв'язків, які виключають усі можливі вузлові переміщення. Реакції в цих умовно введених зв'язках визначаються з рівнянь рівноваги системи, а відповідні вузлові переміщення розглядаються як основні невідомі задачі. У такій постановці розрахунок зводиться до розв'язання системи алгебраїчних рівнянь, що описує просторову роботу конструкції під дією заданих навантажень і впливів [12].

Надалі в роботі для позначення лінійних переміщень та кутів повороту приймаються відповідно символи X , Y , Z та UX , UY , UZ , а наведена система нумерації ступенів вільності використовується без додаткових пояснень.

Компонування каркаса

Головним конструктивним елементом проєктованого будинку є монолітний залізобетонний каркас, на який передається практично вся сукупність постійних і тимчасових навантажень. Каркас утворений колонами, ригелями та перекриттями, які разом формують єдину просторову систему будівлі.

Розрахункова схема каркаса

У процесі компонування каркаса було сформовано конструктивну схему рами, у межах якої визначено габаритні розміри її основних елементів, встановлено типи окремих стрижневих елементів каркаса та обрано характер вузлових з'єднань. Прийняті конструктивні рішення стали основою для подальшого формування розрахункової схеми будівлі.

Розрахункова схема каркаса формується на основі його конструктивної схеми. При цьому виконується її схематичне подання за геометричними осями стрижневих елементів. За геометричну вісь кожного елемента, як правило, приймають лінію, що проходить через центри ваги його поперечних перерізів. Закріплення колон у фундаментах у розрахунковій моделі прийнято жорстким, тобто таким, що виключає можливість переміщень і поворотів у місцях їх спирання.

Розрахунок каркаса виконано з використанням проєктно-обчислювального комплексу SCAD, який реалізує можливості скінченно-елементного моделювання для аналізу статичних і динамічних розрахункових схем. Застосування цього програмного комплексу дає змогу виконувати визначення напружено-деформованого стану конструкцій, перевірку їх загальної та місцевої стійкості, встановлення найневигідніших комбінацій зусиль, добір арматури для залізобетонних елементів, а також перевірку несучої здатності сталевих

конструкцій.

Тип розрахункової схеми

У розрахунку прийнято схему системи з ознакою 5, що відповідає просторовій системі загального виду. Для такої схеми деформований стан і основні невідомі задаються лінійними переміщеннями вузлових точок уздовж координатних осей X, Y, Z та кутами повороту навколо цих осей. Така постановка задачі дає змогу найбільш повно врахувати просторову роботу каркаса під дією постійних і тимчасових навантажень, а також коректно оцінити розподіл внутрішніх зусиль у його основних елементах.

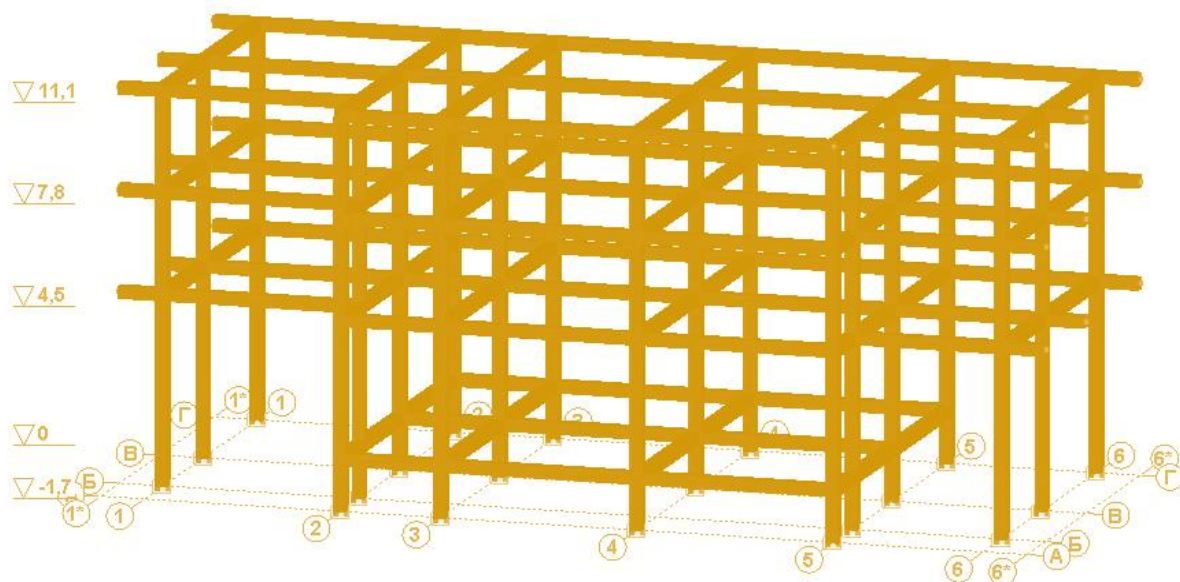


Рисунок 2.2 – Просторова розрахункова схема каркаса будівлі

Завантаження розрахункової схеми

Для виконання розрахунку каркаса в розрахунковій схемі було сформовано систему навантажень, яка охоплює основні постійні, тимчасові та особливі впливи, що можуть діяти на будівлю в процесі її експлуатації. Кожному виду навантаження в програмному комплексі присвоєно окремий номер і назву, що забезпечує зручність подальшого формування розрахункових поєднань.

До переліку прийнятих навантажень включено: власну вагу конструкцій, постійне навантаження від покриття, постійне навантаження від ваги стін, корисне навантаження, навантаження від експлуатованої покрівлі, снігове навантаження, активний і пасивний вітровий вплив, а також сейсмічні дії у напрямках осей X та Y (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Навантаження розрахункової схеми

Номер	Найменування навантаження
1	Власна вага
2	Постійне навантаження від покриття
3	Постійне навантаження від ваги стін
4	Корисне навантаження
5	Навантаження від експлуатованої покрівлі
6	Снігове навантаження
7	Вітрове навантаження спереду
8	Вітрове навантаження ззаду
9	Сейсмічне навантаження вздовж осі X
10	Сейсмічне навантаження вздовж осі Y

Під час формування розрахункових комбінацій навантажень враховано положення ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [2], згідно з якими одночасна поява повних розрахункових значень кількох навантажень має обмежену ймовірність. У зв'язку з цим значення навантажень, що входять до складу комбінації, множаться на коефіцієнт комбінації $\psi \leq 1$.

Для основних комбінацій, до складу яких входять постійні та не менше двох змінних навантажень, змінні навантаження враховуються з урахуванням коефіцієнтів комбінації: $\psi_1 = 0,95$ – для тривалих навантажень; $\psi_2 = 0,90$ – для короткочасних навантажень.

Застосування зазначених коефіцієнтів дає змогу більш коректно врахувати спільну дію різних видів навантажень на конструктивну систему будівлі та

забезпечує достовірність результатів розрахунку [2].

Розрахункові схеми показано на рис. 2.3 – 2.10.

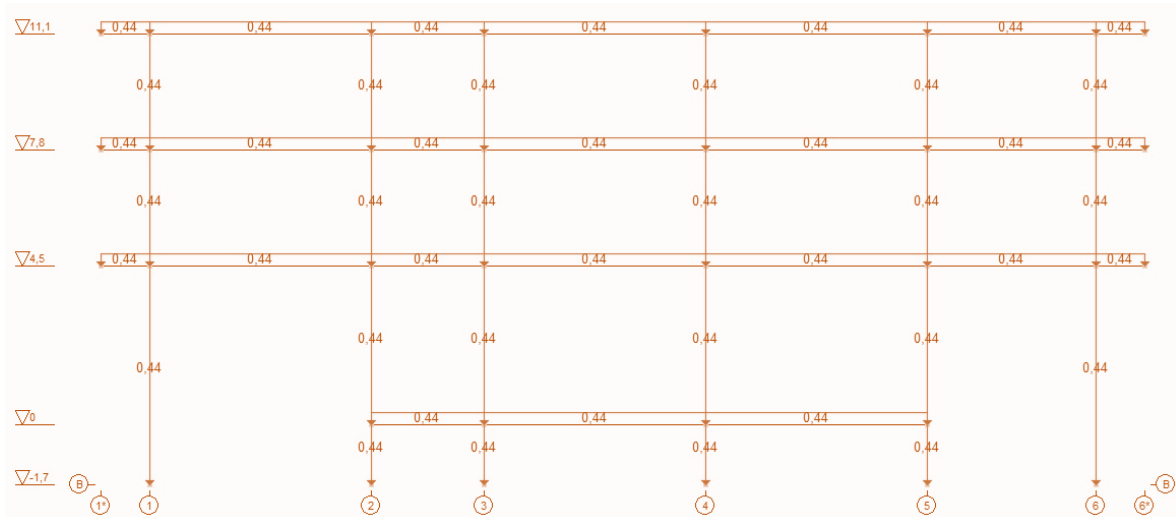


Рисунок 2.3 – Постійне навантаження від власної ваги залізобетонних конструкцій

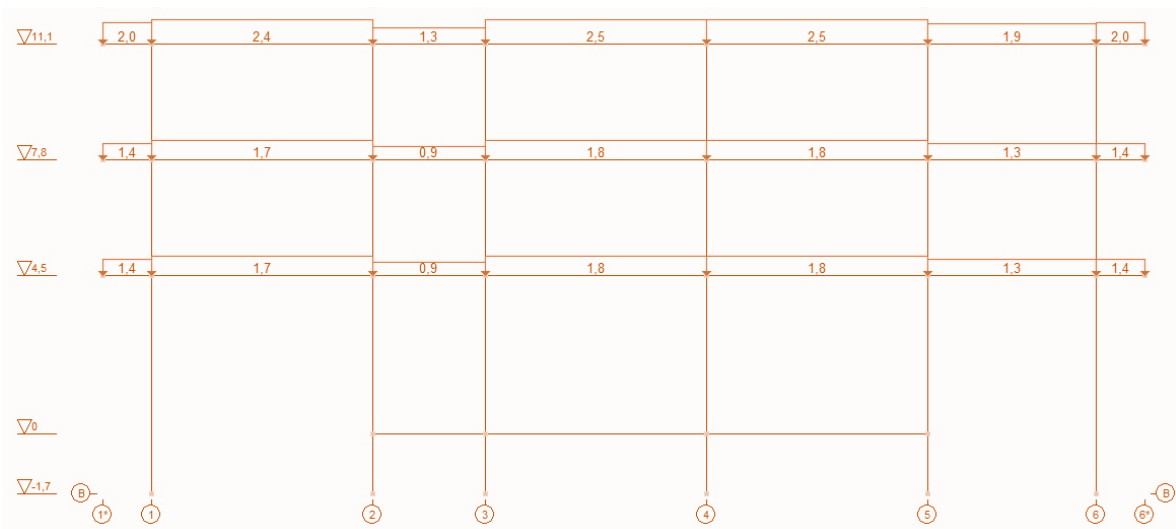


Рисунок 2.4 – Постійні навантаження від покриття та перекриттів

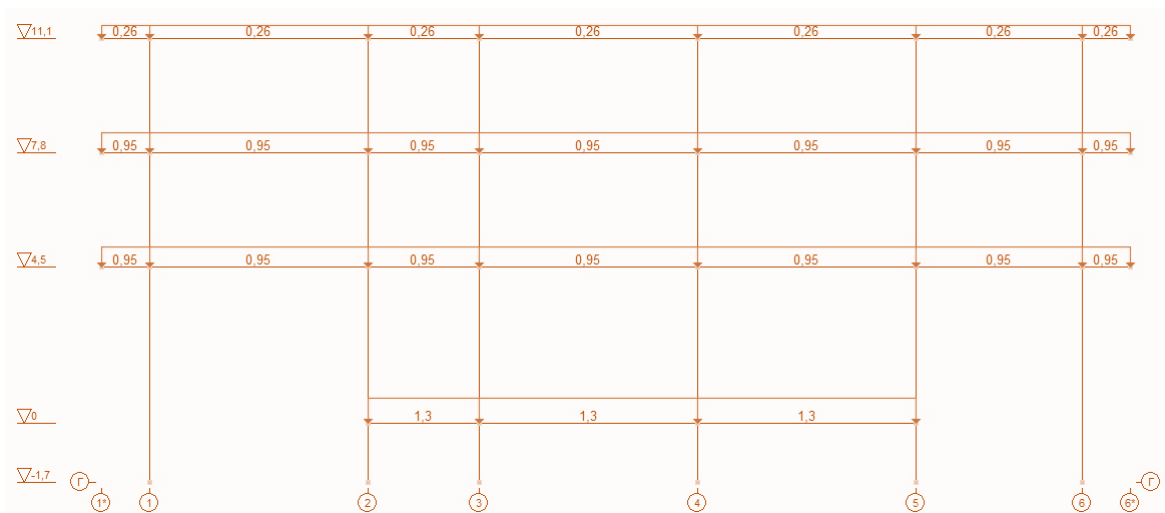


Рисунок 2.5 – Постійне навантаження від стін із газобетонних блоків

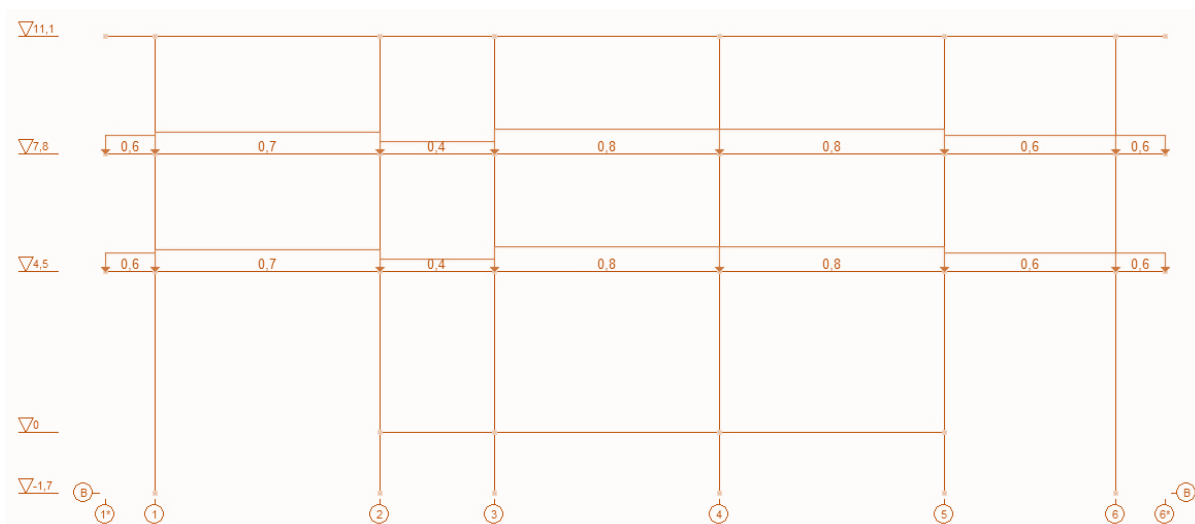


Рисунок 2.6 – Корисне навантаження на перекриття 2-го і 3-го поверхів

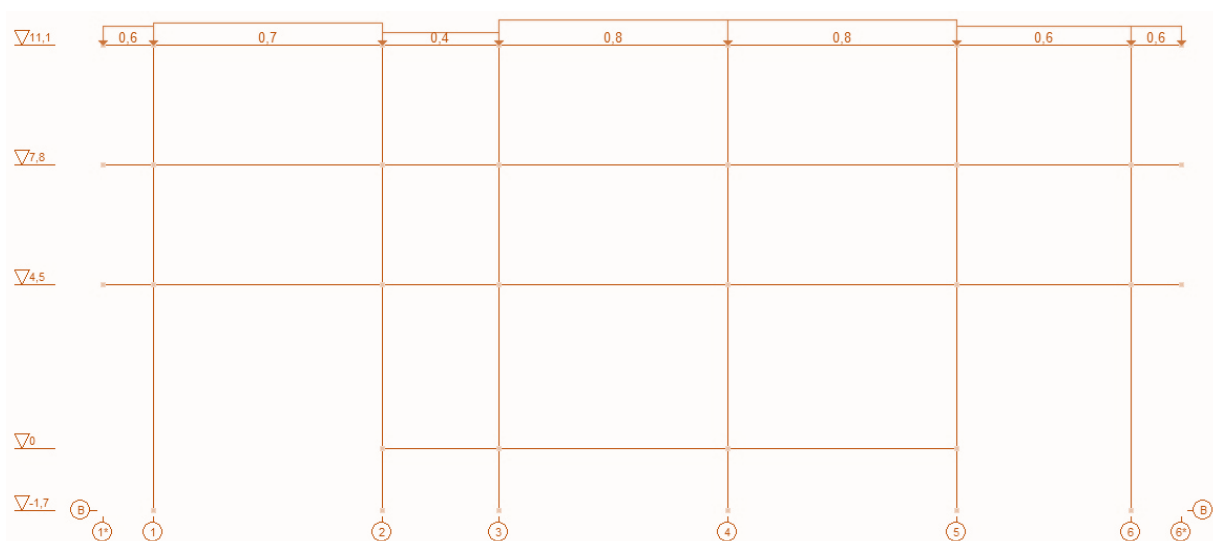


Рисунок 2.7 – Корисне навантаження на експлуатовану покрівлю

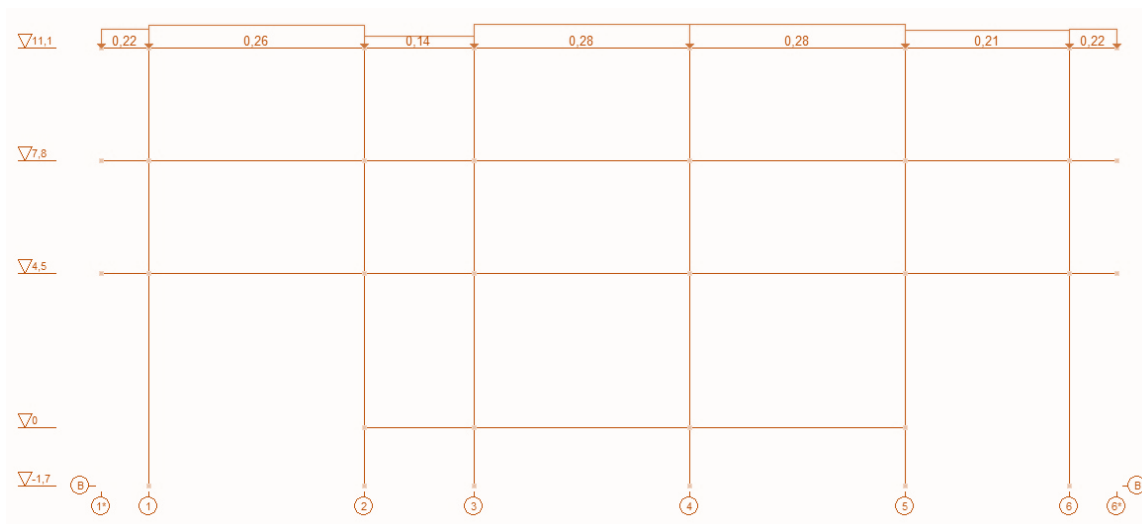


Рисунок 2.8 – Навантаження від снігу

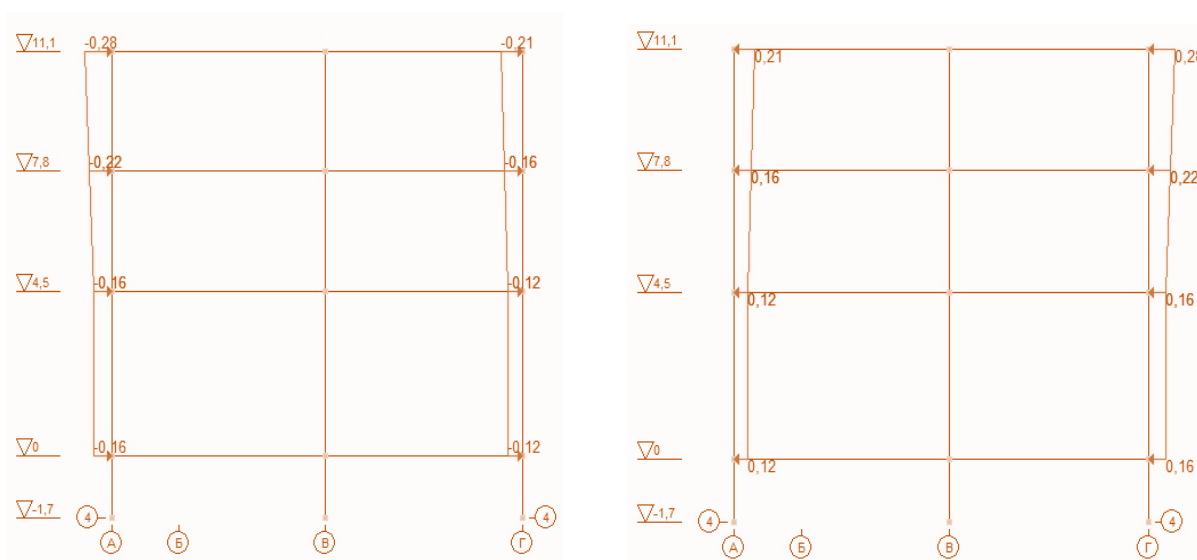


Рисунок 2.10 – Активне та пасивне вітрове навантаження

Результати розрахунку в програмному комплексі

За результатами розрахунку, виконаного в програмному комплексі, було отримано мінімальні та максимальні значення внутрішніх зусиль і напружень у елементах розрахункової схеми. Аналіз результатів здійснювався для всіх вузлів і елементів моделі з урахуванням усіх заданих завантажень, комбінацій навантажень і розрахункових факторів.

Результати подано на рис. 2.11 – 2.14.

Мін і макс зусиль і напруг

Одиниці вимірів: Т, м

Параметри вибірки:

Список вузлів/елементів: усі

Список завантажень/комбінацій: усі

Список факторів: усі

Фактор	Максимальні значення				Мінімальні значення				
	Значення	Елемент	Перетин	Завантаження	Форма	Значення	Елемент	Перетин	Завантаження
N	48,189	17	1	9	SD	-79,574	1	1	9
Mk	2,597	87	1	9	SD	-1,836	27	1	9
My	33,873	51	3	9	SD	-35,276	51	1	9
Qz	27,733	94	1	9	SD	-23,772	87	1	9
Mz	30,263	66	3	9	SD	-35,677	66	1	9
Qy	7,139	42	1	9	SD	-15,338	17	1	9

Рисунок 2.11 – Скріншота з екрана розрахунку – Мах і мін зусиль і напруг

Мін і макс переміщень

Одиниці вимірів: мм.

Параметри вибірки:

Список вузлів/елементів: усі

Список загрузень/комбінацій: усі

Список факторів: усі

Фактор	Максимальні значення				Мінімальні значення			
	Значення	Вузол	Завантаження	Форма	Значення	Вузол	Завантаження	Форма
X	49,020	9	9	SD	-48,838	9	9	1
Y	55,351	3	9	SD	-45,248	3	9	1
Z	5,149	7	9	SD	-5,125	7	9	1
Ux	3,646	7	9	SD	-1,781	7	9	3
Uy	3,664	7	9	SD	-3,650	7	9	1
Uz	3,438	3	9	SD	-2,292	9	9	3

Рисунок 2.12 – Скріншота з екрана розрахунку – Мах і мін переміщень

Мін і макс зусиль і напруг (комбінації)

Одиниці вимірів: Т, м.

Параметри вибірки:

Список вузлів/елементів: усі

Список загрузень/комбінацій: усі

Список факторів: усі

Фактор	Максимальні значення				Мінімальні значення			
	Значення	Елемент	Перетин	Комбінація	Значення	Елемент	Перетин	Комб:
N	1,895	123	1	4	-131,280	42	1	1
Mk	1,248	164	1	2	-1,391	165	1	1
My	7,319	193	2	1	-13,066	193	3	2
Qz	11,858	184	1	2	-12,296	193	3	2
Mz	8,700	13	3	1	-7,299	40	3	2
Qy	3,846	40	1	2	-4,618	13	1	1

Рисунок 2.13 – Скріншота з екрана розрахунку – Мах і мін зусиль і напруг

Мін і макс переміщень (комбінації)					
Одиниці вимірів: мм.					
Параметри вибірки:					
Список вузлів/елементів: усі					
Список загружений/комбінацій: усі					
Список факторів: усі					
Мін і макс переміщень (комбінації)					
Фактор	Максимальні значення			Мінімальні значення	
	Значення	Вузол	Комбінація	Значення	Вузол Комбінація
X	0,132	21	2	-0,189	31 3
Y	3,324	3	2	-3,051	71 4
Z	-0,079	23	3	-2,512	5 2
Ux	0,872	91	1	-1,034	61 2
Uy	1,117	107	3	-0,991	5 1
Uz	0,064	74	4	-0,104	76 2

Рисунок 2.14 – Скріншота з екрана розрахунку – Мах і мін переміщень (комбінації)

2.1.2 Розрахунок фундаменту

Вихідними даними для розрахунку та проєктування фундаменту є інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, конструктивні особливості будівлі, а також величини навантажень, що передаються на основу.

На верхній обріз фундаменту передаються такі розрахункові зусилля: поздовжня сила $N = 90,11\text{т}$, згинальний момент $M_y = 1,72\text{Т}\cdot\text{м}$ та поперечна сила $Q_x = 0,45\text{т}$. Будівля запроєктована без підвалу, при цьому підлога першого поверху влаштовується по ґрунту.

Інженерно-геологічна будова ділянки представлена рядом інженерно-геологічних елементів, що відрізняються за складом, фізико-механічними характеристиками та умовами залягання.

ІГЕ-1 представлений насипними ґрунтами, складеними суглинком жовтувато-бурого кольору грудкуватої структури з включеннями щебеню, дресви, брил вапняку та будівельного сміття. У верхній частині шару, до глибини близько 0,3 м, залягає ґрунтово-рослинний шар із кореневими залишками. Насипні ґрунти характеризуються значною неоднорідністю як за глибиною, так і в плані. Середня потужність шару становить близько 0,5 м. Використання цього шару як природної основи для фундаментів не рекомендується.

ІГЕ-2 складають глини зеленувато-сірого, темно-сірого, місцями буровато-

зеленого кольору, переважно напівтвердої, рідше тугопластичної консистенції. Ґрунт щільний, місцями карбонатний, з включенням щебню та дресви вапняку в кількості до 20–25 %. Середня потужність цього шару становить 0,6 м. Основні фізико-механічні характеристики такі: питома вага $\gamma = 1,72 \text{ т/м}^3$, кут внутрішнього тертя $\varphi = 19^\circ$, питоме зчеплення $c = 48 \text{ кПа}$, модуль деформації $E = 22 \text{ МПа}$, розрахунковий опір $R_0 = 31 \text{ т/м}^2$.

ІГЕ-3 представлений вапняками органогенно-хемогенного, рідше оолітового походження, сірого та жовтуватого-сірого кольору, слабковивітрілими, середньої міцності, з прошарками маломіцних вапняків. Середня потужність шару становить 3,6 м. Для цього інженерно-геологічного елемента прийнято такі характеристики: щільність $\rho = 2,4 \text{ т/м}^3$, межа міцності на одноосовий стиск у повітряно-сухому стані $R_c = 15 \text{ МПа}$, у водонасиченому стані $R_c = 10 \text{ МПа}$, модуль деформації $E = 25 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$.

ІГЕ-4 утворений слабковивітрілими міцними вапняками з прошарками середньоміцних різновидів. Середня потужність шару дорівнює 5,5 м. Його основні характеристики: щільність $\rho = 2,8 \text{ т/м}^3$, межа міцності на одноосовий стиск у повітряно-сухому стані $R_c = 26 \text{ МПа}$, у водонасиченому стані $R_c = 20 \text{ МПа}$, модуль деформації $E = 28 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$.

Розрахунок фізико-механічних характеристик виконано за результатами інженерно-геологічних вишукувань за методичними вказівками [11].

Під час інженерно-геологічних вишукувань ґрунтові води до глибини 10 м не виявлені, що є сприятливим фактором для проєктування та влаштування фундаментів.

Безпосередньою основою для фундаменту приймається ІГЕ-3 – слабковивітріли вапняк середньої міцності з прошарками маломіцних вапняків і глинистим заповнювачем. Вибір саме цього шару як основи зумовлено його достатніми міцністними та деформаційними характеристиками, що дозволяють забезпечити надійну роботу фундаментної конструкції.

Середня нормативна глибина промерзання ґрунту для району будівництва, тобто для м. Херсон, становить $d_{\text{гр}} = 0,7 \text{ м}$ [1]. З урахуванням інженерно-

геологічних умов майданчика, глибини промерзання та необхідності спирання фундаменту на надійний природний шар, відмітку низу підосви фундаменту прийнято на рівні $-2,300$ м.

Виходячи із ґрунтових умов ділянки приймаю відмітку низу підосви фундаменту $-2,300$ м.

Приймаємо для розрахунку стовпчастий фундамент на природній основі. розрахунок проведено в програмному комплексі Мономах–Сапр.

Розрахунок фундаментної конструкції виконується з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика, конструктивної схеми будівлі та величин навантажень, що передаються на основу [9].

Розрахунок виконується з метою підбору оптимальних параметрів фундаменту. При цьому як основний підхід обрано розрахунок за міцністю ґрунтової основи, а характеристики ґрунту приймаються за результатами безпосередніх випробувань.

За конструктивною схемою будівля розглядається як жорстка система при співвідношенні $2,5 < \frac{L}{H} < 4$.

Фундамент у плані прийнято прямокутним. Будівля запроєктована без підвалу.

Для виконання розрахунку прийнято коефіцієнт $k_{ver} = 0,85$.

Стовпчастий фундаменту ФМ-1

До основних вихідних параметрів належать:

- висота фундаменту $H = 1,95$ м;
- межа міцності вапнякового ґрунту на одноосьовий стиск $R_c = 1000$
- усереднений коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,15$.

На фундамент передаються такі розрахункові навантаження:

- вертикальна сила $N = 90,11$ тс;
- згинальний момент $M_y = 1,72$ тс · м;
- горизонтальна сила $Q_x = 0,45$ тс;
- рівномірно розподілене навантаження $q = 0$.

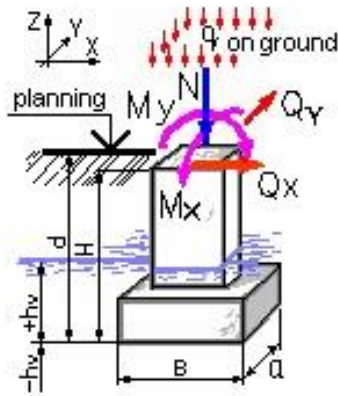


Рисунок 2.15 – Вихідні дані для ФМ –1

Отже, вихідні дані свідчать, що розрахунок виконується для прямокутного стовпчастого фундаменту на природній вапняковій основі за умов відсутності підвалу та при дії вертикального навантаження, згинального моменту і горизонтальної сили. Прийняті характеристики основи та навантажень є базою для подальшого визначення раціональних геометричних параметрів фундаменту й перевірки його роботи за міцністю ґрунтової основи.

За результатами розрахунку за міцністю ґрунтової основи встановлено, що максимальні розміри підшови стовпчастого фундаменту слід приймати $1,0 \times 1,5$ м. Результуюча вертикальна сила, що передається на основу, становить 97,01 тс, а розрахунковий опір основи – 1257,78 тс.

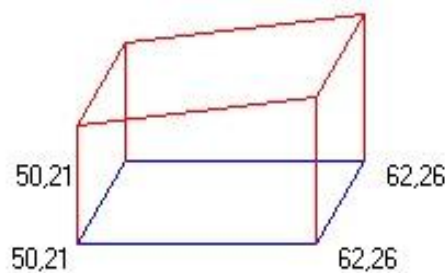


Рисунок 2.16 – Епюра напружень під підшовою фундаменту (Т/м²)

Перевірку фундаменту виконано за I граничним станом відповідно до [9, 10]. Розрахункові моменти на рівні підшови фундаменту становлять: $M_x = 0$ тс·м та

$M_y = 2,6 \text{ тс} \cdot \text{м}$. Отримані результати підтверджують, що прийняті геометричні параметри фундаменту забезпечують його надійну роботу та задовольняють вимоги розрахунку за міцністю основи.

Стрічковий фундамент ФМ-2

Для стрічкового фундаменту ФМ-2 виконано розрахунок з метою визначення його раціональних геометричних параметрів і перевірки роботи основи під дією розрахункових навантажень. На верхній обріз фундаменту передаються вертикальне навантаження $N = 131,3 \text{ т}$, згинальний момент $M_y = 1,85 \text{ тс} \cdot \text{м}$ та поперечна сила $Q_x = 1,41 \text{ т}$.

За конструктивною схемою будівлю віднесено до жорстких систем при співвідношенні $2,5 < \frac{L}{H} < 4$.

Будівля запроєктована без підвалу. Для розрахунку прийнято такі вихідні параметри: коефіцієнт $k_{ver} = 0,85$; висота фундаменту $H = 0,6 \text{ м}$; межа міцності вапнякового ґрунту на одноосьовий стиск $R_c = 1000$; усереднений коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,15$.

Розрахункові навантаження на фундамент у перерахунку на 1 погонний метр становлять: вертикальна сила $N = 131,3 \text{ тс/п.м.}$; згинальний момент $M_y = 1,85 \text{ тс} \cdot \text{м/п.м.}$; поперечна сила $Q_x = 1,41 \text{ тс/п.м.}$; рівномірно розподілене навантаження $q = 0 \text{ тс/м}^2$.

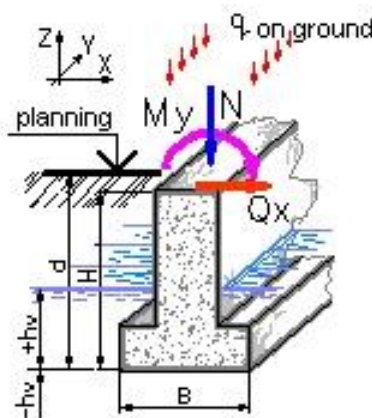


Рисунок 2.17 – Вихідні данні для ФМ – 2

За результатами розрахунку за міцністю ґрунтової основи встановлено, що максимальна ширина підшви стрічкового фундаменту має становити $b = 0,2$ м.

Результуюча вертикальна сила, що передається на основу, дорівнює $N = 131,58$ тс, а розрахунковий опір основи становить $R = 138,28$ тс. Розподіл контактних напружень під підшвою фундаменту характеризується відповідною епюрою напружень, побудованою в одиницях тс/м².

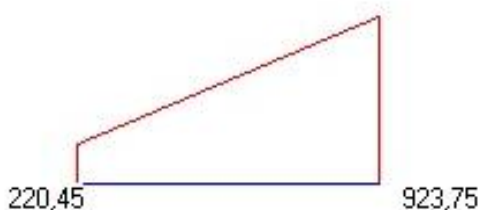


Рисунок 2.18 – Епюра напружень під підшвою фундаменту (Т/м²)

Перевірку фундаменту за I граничним станом виконано відповідно до вимог [9, 10]. У результаті розрахунку встановлено, що розрахункові моменти на рівні підшви фундаменту становлять: $M_x = 0$ тс · м, $M_y = 2,7$ тс · м.

Отримані результати свідчать, що прийняті параметри стрічкового фундаменту ФМ-2 забезпечують сприйняття переданих навантажень і відповідають умовам розрахунку за міцністю ґрунтової основи.

Результати конструювання фундаменту

Геометричні характеристики стовпчастого фундаменту наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Геометричні характеристики стовпчастого фундаменту

Найменування параметра	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Довжина підшви	A	1,0	м
Ширина підшви	B	1,5	м
Ширина перерізу підколонника	b ₀	0,6	м
Довжина перерізу підколонника	L ₀	0,6	м
Висота ступеня фундаменту	h _н	0,3	м

Захисний шар підколонника	z_v	3,5	см
Захисний шар арматури підосви	z_n	3,5	см
Довжина рядового ступеня вздовж осі Y	a_n	0	м
Довжина верхнього ступеня вздовж осі X	b_1	0,45	м
Довжина верхнього ступеня вздовж осі Y	a_1	0,2	м
Кількість ступенів уздовж осі X	n_x	1	шт.
Кількість ступенів уздовж осі Y	n_y	1	шт.
Клас бетону	Rb	B25	—

Результати підбору армування стовпчастого фундаменту наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати підбору армування стовпчастого фундаменту

Конструктивний елемент	Напрямок / зона армування	Прийнята арматура	Висновок
Підосва фундаменту	Робоча арматура вздовж осі X	5Ø14 A400	Армування достатнє
Підосва фундаменту	Робоча арматура вздовж осі Y	8Ø10 A400	Армування достатнє
Підколонник	Вертикальна робоча арматура вздовж осі X	2Ø20 A400	Армування достатнє
Підколонник	Вертикальна робоча арматура вздовж осі Y	2Ø20 A400	Армування достатнє

Підсумкові конструктивні рішення наведено в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Підсумкові конструктивні рішення

Найменування	Прийняте значення
Розміри стовпчастого фундаменту	1,0 × 1,5 м
Робоча арматура підосви фундаменту	7Ø14 A400C та 8Ø10 A400C
Вертикальна арматура підколонника	4Ø20 A400C
Перевірка на продавлювання	Несуча здатність забезпечена

За результатами конструювання до подальшого проєктування прийнято стовпчастий фундамент розмірами $1,0 \times 1,5$ м. Перевіркою встановлено, що несуча здатність підшви за продавлюванням забезпечується, а прийняте армування підшви та підколонника є достатнім за умовами міцності нормальних перерізів.

2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту

Розрахункова схема каркаса

Під час komponування каркаса було розроблено конструктивну схему рами, у межах якої визначено габаритні розміри її елементів, типи окремих стрижневих елементів каркаса, а також прийнято спосіб виконання вузлових з'єднань.

На основі конструктивної схеми формується розрахункова схема каркаса. У ній будують спрощене графічне зображення конструкції за геометричними осями стрижнів. Геометричною віссю елемента, як правило, вважають лінію, що проходить через центри ваги його поперечних перерізів. Закріплення колон у фундаментах у розрахунках приймають жорстким.

Розрахунок каркаса виконано із застосуванням проєктно-обчислювального комплексу SCAD.

Тип схеми

Розрахункову схему прийнято у вигляді системи з ознакою 5, що відповідає просторовій системі загального виду. Для такої системи основними невідомими є лінійні переміщення вузлів уздовж координатних осей X , Y , Z та їх повороти відносно цих осей. Такий підхід дає змогу врахувати просторову роботу конструкції, а також найбільш повно описати її напружено-деформований стан під дією навантажень.

2.2.1 Результати розрахунків арматури колон

Згідно з прийнятими параметрами армування для групи елементів «Колони» (елементи № 1–74), розрахунок виконано для просторових стрижневих елементів із урахуванням вимог міцності.

У розрахунку прийнято відстань до центра ваги арматури 5 см, коефіцієнти розрахункової довжини в обох головних площинах – 0,7, а також випадкові ексцентриситети по осях Y і Z по 1,5 см.

Матеріалом колон прийнято важкий бетон класу B25 природного твердіння та арматуру класів A400C і A240C для поздовжнього і поперечного армування відповідно.

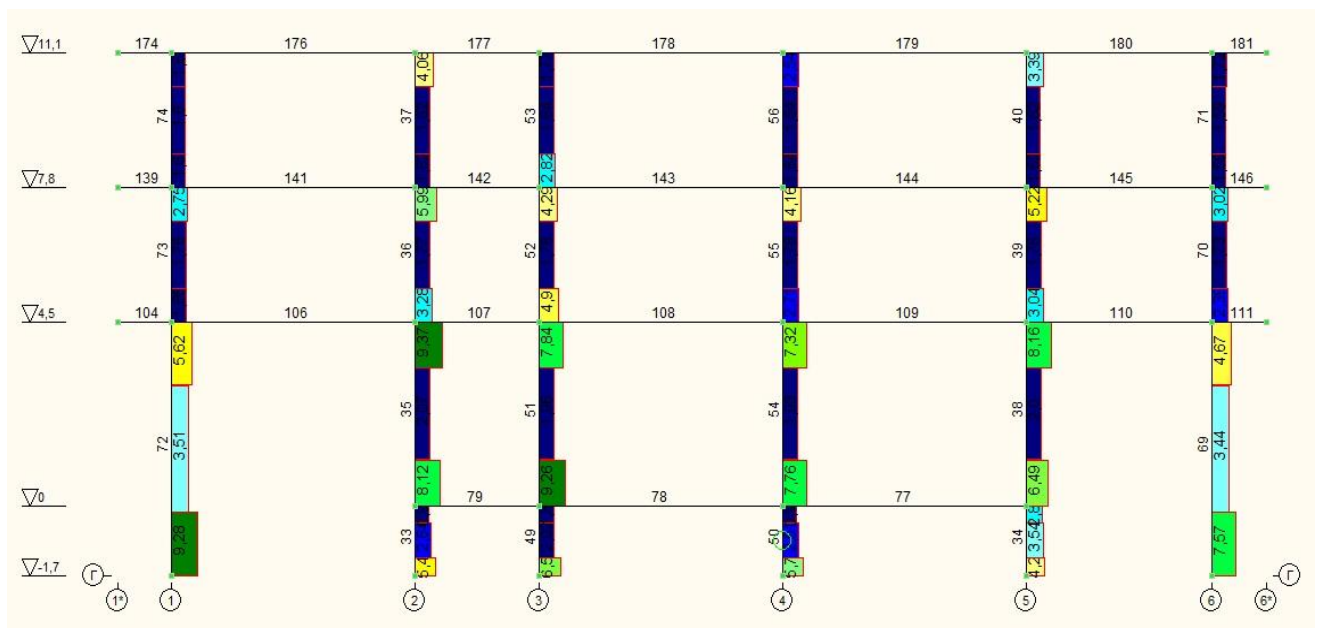


Рисунок 2.19 – Сумарна площа поздовжньої арматури, см²

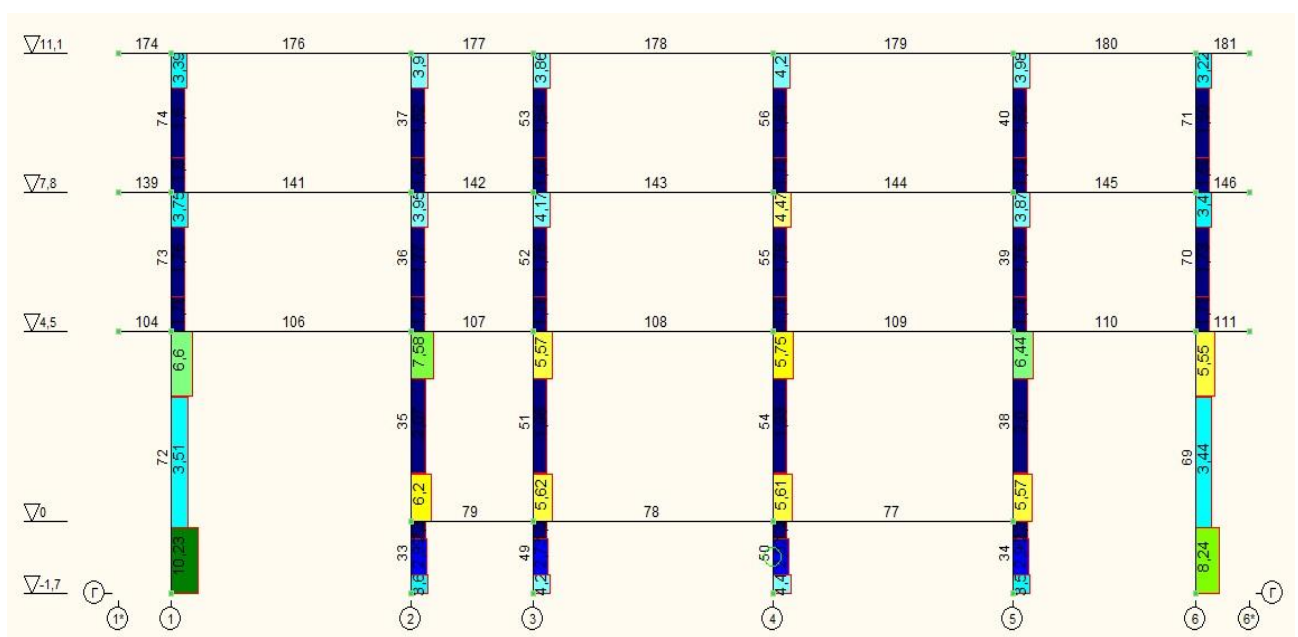


Рисунок 2.20 – Сумарна площа поперечної арматури, см²

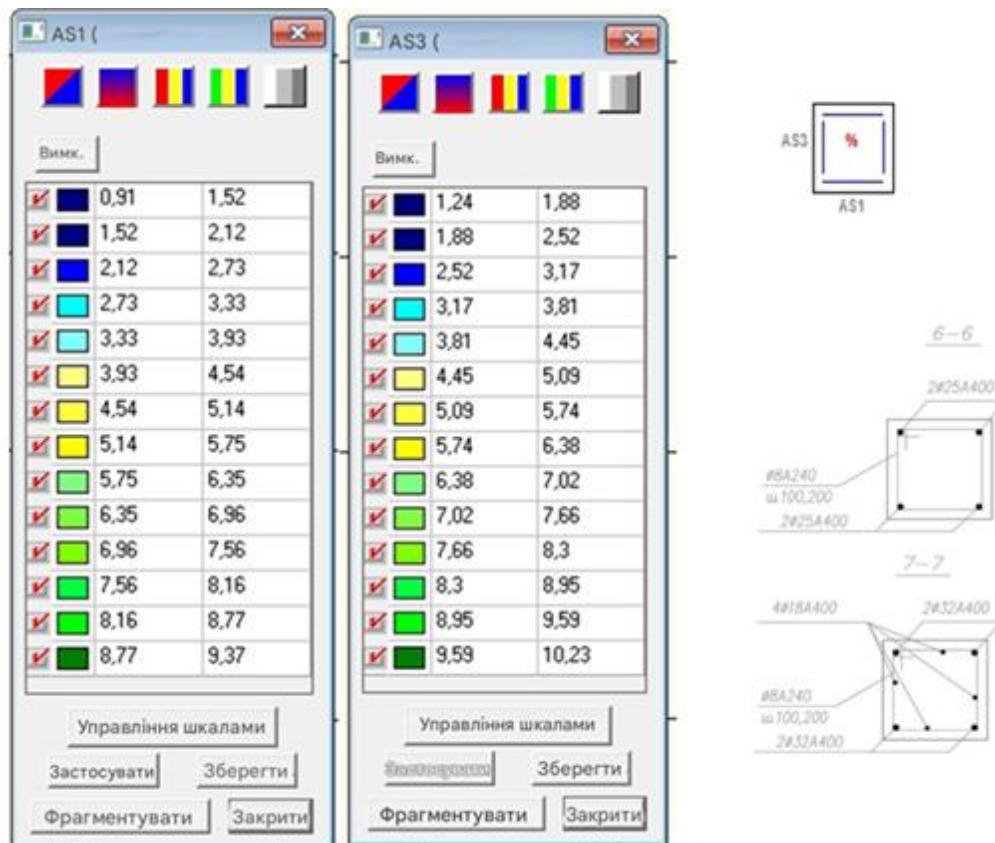


Рисунок 2.21 – Епюри армування колон

За результатами конструювання колони прийнято симетричне розташування арматури. Поздовжнє армування передбачено стрижнями класу А400С: 4Ø25 з площею арматури 19,63 см² та 4Ø32 з площею арматури 32,17 см². У зоні стику колони з фундаментом для підвищення несучої здатності та забезпечення надійної роботи вузла передбачено додаткове армування 4Ø18 А400С із площею 10,18 см². Поперечне армування прийнято у вигляді хомутів зі стрижнів Ø8 А240С з кроком 100 та 200 мм.

2.2.2 Результати розрахунків арматури ригелів

До групи даних 2 віднесено ригелі, для яких армування виконується в межах елементів № 75–198.

Розрахунок армування за міцністю здійснювався для стрижневих просторових елементів типу 3D. Відстань до центра ваги арматури в обох напрямках прийнято по 5 см. Коефіцієнти розрахункових довжин у площ Y та Z прийнято 1,0,

що відповідає розрахунковій схемі елементів.

Система розглядається як статично невизначувана. Випадковий ексцентриситет у розрахунку не враховувався і прийнятий рівним 0 як у напрямку Y , так і у напрямку Z . Для врахування сейсмічних впливів використано коефіцієнти: $MKP = 1,2$ та $MKP1 = 0,9$.

Для армування ригелів прийнято важкий бетон класу B25 з природними умовами твердіння. При цьому коефіцієнт умов твердіння бетону прийнято 1,0, коефіцієнт ГБ2 – 0,9, а коефіцієнт умов роботи бетону ГБ – 1,0.

Поздовжнє армування елементів передбачено арматурою класу A400C, а поперечне — арматурою класу A240C. Коефіцієнти умов роботи арматури для поздовжньої та поперечної арматури прийнято 1,1. Максимально допустимий відсоток армування становить 3 %. Максимальний діаметр кутового стрижня прийнято 32 мм, а максимальна кількість кутових стрижнів – 1 шт.

Такий набір вихідних параметрів використано для подальшого розрахунку та підбору робочої арматури ригелів за умовами міцності.

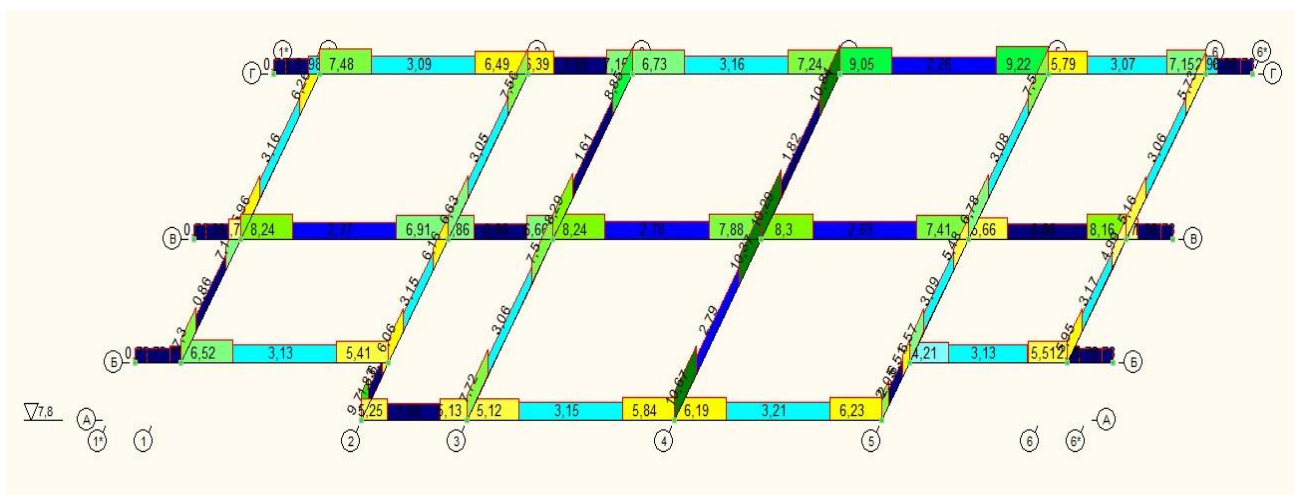


Рисунок 2.22 – Сумарна площа поздовжньої арматури, см

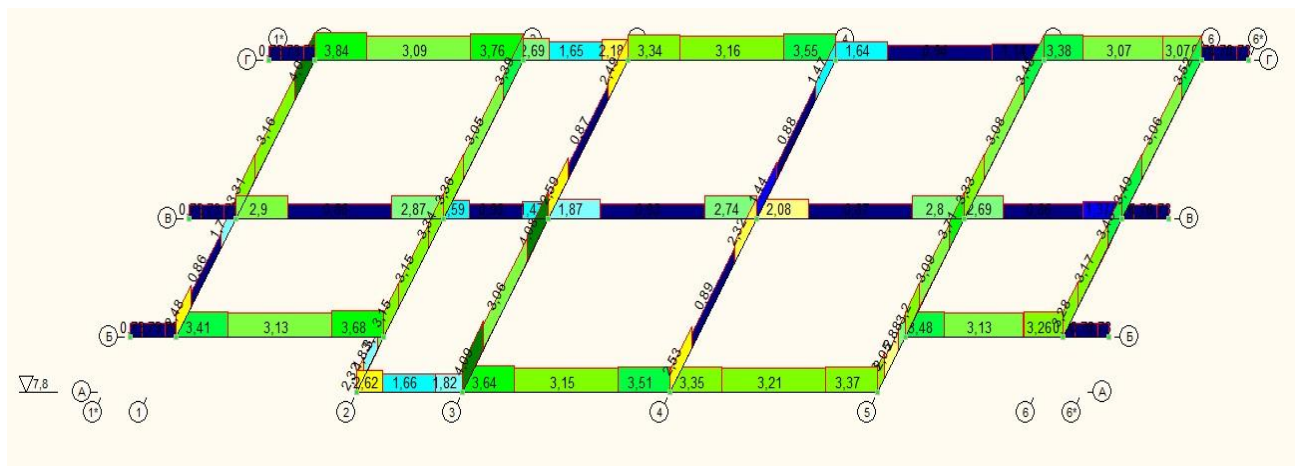


Рисунок 2. 23 – Сумарна площа поперечної арматури, см

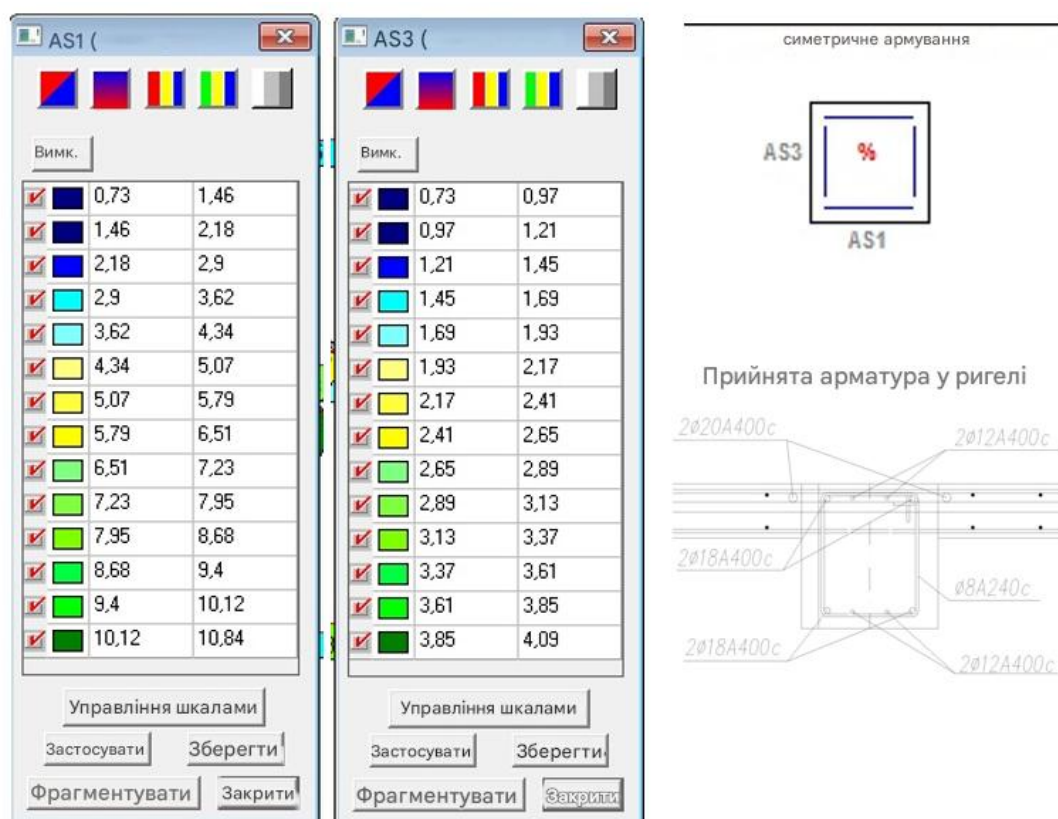


Рисунок 2.24 – Епюри арматури ригелів

За результатами конструювання ригеля прийнято симетричне розташування арматури. Робоче поздовжнє армування передбачено стрижнями 4Ø18 A400C та 4Ø12 A400C із сумарною площею 7,32 см². У приопорній верхній зоні для сприйняття від'ємних моментів прийнято додаткову арматуру 2Ø20 A400C площею 6,28 см², а в пролітній нижній зоні — Ø20 A400C площею 3,142 см². Поперечне армування виконано стрижнями Ø8 A240C з кроком 100 мм.

2.2.3 Розрахунок і конструювання монолітної плити перекриття

Для монолітної плити перекриття виконано перевірочний розрахунок як для елемента, що працює на згин у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Такий підхід дає змогу врахувати просторову роботу плити та більш повно оцінити її напружено-деформований стан під дією навантажень.

У розрахунку коефіцієнт надійності прийнято $\gamma_n = 1$

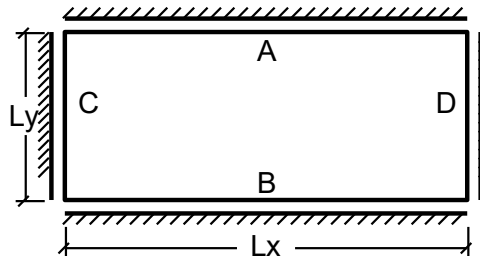


Рисунок 2.25 – Схема монолітної плити перекриття: товщина плити – 150 мм;
довжина L_x 6,3 м, L_y 6,3 м

Отже, плита розглядається як квадратна в плані конструкція, для якої навантаження та внутрішні зусилля розподіляються в двох напрямках.

За умовами спирання всі чотири краї плити (A, B, C і D) прийнято затисненими. Така схема обпирання забезпечує жорстке закріплення плити по контуру та впливає на характер розподілу згинальних моментів як у прольоті, так і в приопорних зонах.

Армування плити передбачено як у пролітній частині, так і на опорах. Для всіх напрямів армування прийнято арматуру класу A400C діаметром 12 мм з кроком 200 мм. Відповідно:

- у напрямі X у пролітній зоні прийнято арматуру F_x Ø12 A400C з кроком 200 мм;
- у напрямі Y у пролітній зоні прийнято арматуру F_y Ø12 A400C з кроком 200 мм;
- на опорах використано арматуру F_a, F_b, F_c, F_d Ø12 A400C з кроком 200 мм.

Коефіцієнт умов роботи арматури прийнято рівним 1,0.

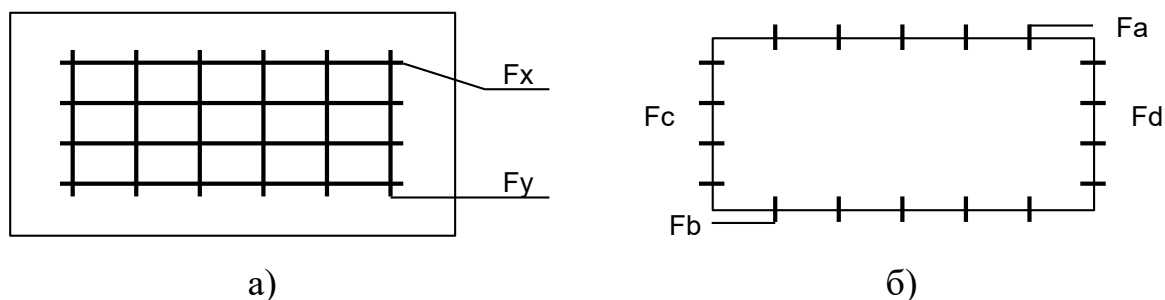


Рисунок 2.26 – Армування плити: а – у прольоті, б – на опорі

Товщина захисного шару бетону до робочої арматури становить:

- для верхньої арматури – 25 мм;
- для нижньої арматури – 25 мм.

Плита запроектована з важкого бетону класу C20/25. Щільність бетону прийнято $2,5 \text{ т/м}^3$. Умови твердіння бетону — природні, при цьому коефіцієнт умов твердіння становить 1,0. Врахування впливу тривалих навантажень на роботу бетону виконується з коефіцієнтом $\gamma_{b2} = 0,9$.

Окремо виконано перевірку плити за умовами тріщиностійкості. Для конструкції прийнято третю категорію тріщиностійкості. Експлуатація плити передбачається в умовах приміщення при природній вологості бетону. Вологість навколишнього повітря прийнята в межах 40–60 %. Допустима ширина тривалого розкриття тріщин становить 0,3 мм.

Під час розрахунку монолітної плити перекриття було враховано власну вагу конструкції, а також постійні, тривалі та короткочасні навантаження. Власна вага плити становить $0,375 \text{ т/м}^2$ при коефіцієнті надійності за навантаженням 1,1. Додаткове постійне навантаження прийнято $0,292 \text{ т/м}^2$ з коефіцієнтом 1,3, тривале – $0,2 \text{ т/м}^2$ з коефіцієнтом 1,2, а короткочасне – $0,77 \text{ т/м}^2$ з коефіцієнтом 1,14.

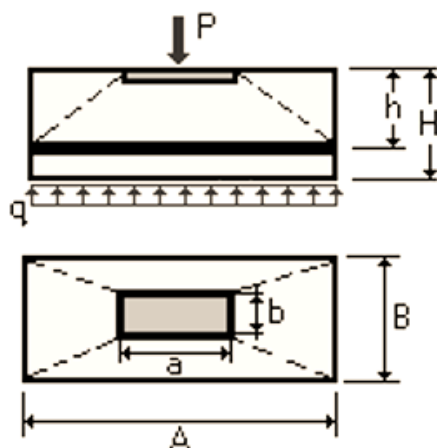
За результатами підсумовування всіх розрахункових впливів сумарне розрахункове навантаження на плиту становить $1,91 \text{ т/м}^2$. Гранично допустимий прогин плити прийнято 30 мм.

Таблиця 2.9 – Результати розрахунку плити перекриття

Перевірка	Коефіцієнт використання
Згинальний момент від сумарного розподіленого навантаження	0,625
Поперечна сила від сумарного розподіленого навантаження	0,372
Максимальна ширина розкриття тріщин в опорних перерізах плити	0,697
Максимальна ширина розкриття тріщин у прольоті плити	0,605
Максимальний прогин у центрі плити	0,698

Перевірка плити перекриття на продавлювання

Для монолітної плити перекриття в зоні спирання на колону перерізом 400×400 мм виконано перевірку на продавлювання. Розрахунок проведено відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009 [13]. Коефіцієнт надійності за відповідальністю прийнято $\gamma_n = 1$.



$$\begin{aligned}
 P &= 5 \text{ Т} \\
 q &= 0 \text{ Т/м}^2 \\
 A &= 0,4 \text{ м} \\
 a &= 0,001 \text{ м} \\
 B &= 0,4 \text{ м} \\
 b &= 0,001 \text{ м} \\
 h &= 0,15 \text{ м}
 \end{aligned}$$

Рисунок 2.27 – Схема та геометричні параметри монолітної плити перекриття

Плита запроектована з важкого бетону класу C20/25. У розрахунку враховано коефіцієнт умов роботи бетону при дії тривалих навантажень $\gamma_{b2} = 0,9$. При цьому результуючий коефіцієнт без урахування γ_{b2} прийнято рівним 1,0.

За результатами перевірки встановлено, що коефіцієнт використання за умовою міцності на продавлювання без додаткового армування становить 0,637. Оскільки отримане значення є меншим за одиницю, умова міцності виконується, а отже, несуча здатність плити за продавлюванням забезпечується.

Для конструктивного забезпечення надійної роботи плити на опорі прийнято

арматуру Ø12 A400 з кроком 400 мм. У пролітній частині передбачено сітку з арматури Ø12 A400 з кроком 400 мм. Як фонове армування прийнято арматуру Ø10 A400 з кроком 400 мм.

Отже, результати розрахунку свідчать про те, що прийнята конструкція плити перекриття задовольняє вимоги міцності за продавлюванням і не потребує додаткового спеціального армування за цією умовою.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1 Технологічна карта та область її застосування

Технологічну карту розроблено на виконання робіт із влаштування монолітного типового поверху міні-готелю в м. Херсон. Карта поширюється на комплекс процесів, пов'язаних зі зведенням основних монолітних залізобетонних елементів надземної частини, а саме: колон, ригелів і плити перекриття. Її призначення полягає у встановленні раціональної послідовності виконання робіт, визначенні організаційно-технологічних умов їх виконання, а також у забезпеченні належної якості, безпеки праці та ефективного використання трудових і матеріально-технічних ресурсів [16].

До початку основних будівельно-монтажних робіт на об'єкті мають бути виконані підготовчі заходи, передбачені організацією будівництва. До них належать розчищення будівельного майданчика, вертикальне планування території, створення геодезичної розбивочної основи, а також підготовка майданчика до розміщення тимчасових будівель, споруд, складів, під'їзних шляхів і зон складування матеріалів. Підготовчий період також передбачає забезпечення об'єкта необхідною проєктною та проєктно-технологічною документацією, організацію системи управління будівництвом і створення безпечних умов виконання робіт. Такі вимоги встановлює ДБН А.3.1-5:2016 [14].

Перед зведенням надземної частини будівлі повинні бути завершені роботи нульового циклу. До них належать розробка ґрунту, улаштування монолітних стрічкових і стовпчастих фундаментів, монтаж фундаментних блоків, виконання гідроізоляції, зворотне засипання траншей і котлованів, а також ущільнення ґрунту. Завершення цих процесів створює необхідні умови для переходу до бетонування конструкцій надземної частини [17].

Безпосередньо до початку бетонних робіт з улаштування конструкцій типового поверху повинні бути виконані заходи, що забезпечують технологічну готовність будівельного майданчика. До них належать організація майданчика відповідно до будівельного генерального плану на стадії зведення надземної

частини, приймання та документальне оформлення прихованих робіт, перевірка справності вантажопідіймальних механізмів і пристроїв, підготовка інвентарю, опалубки та пристосувань, улаштування тимчасового освітлення робочих місць і забезпечення безперебійного постачання бетонної суміші, арматури та супутніх матеріалів. Приймання прихованих робіт до їх закриття наступними процесами також прямо передбачено ДБН А.3.1-5:2016 [14], а вимоги до безпеки праці на будівельному майданчику встановлює ДБН А.3.2-2:2009 [15].

З технологічної точки зору виконання робіт із влаштування монолітного поверху доцільно розглядати як послідовність взаємопов'язаних процесів: подача та монтаж опалубки, армування конструкцій, укладання бетонної суміші, догляд за бетоном і подальше розпалублення. Саме така послідовність подається у навчальних і технологічних матеріалах з улаштування монолітних перекриттів.

3.2 Технологія зведення монолітних залізобетонних конструкцій

Технологія влаштування монолітних залізобетонних конструкцій типового поверху передбачає послідовне виконання комплексу підготовчих, опалубних, арматурних, бетонних і контрольних процесів [16]. До складу робіт входять монтаж опалубки, установлення арматурних каркасів і закладних деталей, подавання та укладання бетонної суміші, її ущільнення, догляд за бетоном і розпалублення конструкцій [14]. Для бетонування колон, ригелів і плити перекриття доцільно застосовувати систему «кран–баддя», що забезпечує подавання бетонної суміші безпосередньо до місця укладання [20].

До початку виконання бетонних робіт мають бути завершені всі підготовчі операції: змонтована та перевірена опалубка, установлена арматура й закладні деталі, перевірена надійність кріплень, підготовлені інструменти, пристрої та робочі місця [19]. Організація будівельного майданчика повинна відповідати будівельному генеральному плану, а до початку основних процесів мають бути оформлені акти на приховані роботи, забезпечене тимчасове освітлення та перевірена справність вантажопідіймальних механізмів [15; 21].

Бетонну суміш слід транспортувати на об'єкт в автобетонозмішувачах, що запобігає її розшаруванню під час перевезення [20]. Безпосередньо перед бетонуванням необхідно очистити поверхню раніше укладеного бетону від цементної плівки, а укладання бетонної суміші виконувати горизонтальними шарами товщиною не більше 50 см, без розривів і з послідовним напрямком бетонування [15]. Кожен наступний шар повинен укладатися до початку тужавіння попереднього, а ущільнення бетонної суміші необхідно виконувати глибинними вібраторами з дотриманням нормативної тривалості вібрування на кожній позиції. Ознаками достатнього ущільнення є припинення осідання суміші, поява цементного молока на поверхні та відсутність повітряних бульбашок [20].

Бетонування конструкцій типового поверху доцільно організовувати захватками, що забезпечує ритмічність виконання робіт і раціональне використання технічних засобів. При цьому бетонування перекриття необхідно виконувати після завершення бетонування ригелів і технологічної перерви, а у випадку влаштування робочих швів у перекриттях їх слід розташовувати паралельно короткій стороні плити [20]. Висота вільного скидання бетонної суміші не повинна перевищувати 1,0 м, а пересування робітників по армованому перекриттю слід здійснювати по інвентарних ходових трапах, щоб не допустити деформації арматурних сіток [15; 20].

У процесі твердіння бетону необхідно забезпечити належний температурно-вологісний режим, захистити конструкції від механічних впливів, а за потреби — передбачити заходи для прискорення набору міцності [14]. Ведення бетонних робіт повинно супроводжуватися заповненням журналу робіт, у якому фіксують дати бетонування, характеристики бетонної суміші, умови твердіння, дані про контрольні зразки та строки розпалублення [14]. Розпалублення конструкцій допускається після досягнення бетоном необхідної міцності, а виконання робіт має здійснюватися з дотриманням вимог охорони праці та промислової безпеки [20].

3.2.1 Організація робіт під час улаштування колон, ригелів і монолітного перекриття

До початку виконання робіт із улаштування монолітних залізобетонних конструкцій типового поверху необхідно завершити бетонування та витримування перекриття нижчерозташованого поверху до досягнення ним потрібної міцності, очистити робочу зону від сміття, підготувати матеріали, інвентар, засоби механізації та забезпечити безпечні умови праці [20]. Монтаж арматурних каркасів колон слід розпочинати після подавання матеріалів у зону виконання робіт. Каркаси попередньо в'яжуть, після чого встановлюють у проєктне положення за допомогою крана, а з'єднання з випусками арматури виконують електрозварюванням [19].

Улаштування опалубки колон доцільно виконувати з попередньо зібраних Г-подібних блоків, що формують нижній короб опалубної системи. Перед встановленням опалубки на бетонну основу наносять розбивочні риси, які фіксують положення осей колони в двох напрямках. Для точного закріплення нижнього короба застосовують дерев'яні рамки або обмежувачі з обрізків арматури, приварені до каркаса. За наявності з'єднання щитів пружинними скобами короб додатково закріплюють хомутами для сприйняття бічного тиску бетонної суміші [19].

Монтаж опалубки ригелів починають з установлення телескопічних стояків із балковими струбцинами. Залежно від перерізу ригелів струбцини можуть спиратися на одну або дві стійки, при цьому крайні опори, як правило, виконують здвоєними. На струбцини укладають прогони, по яких монтують щити днища. Бічні щити встановлюють на прогони або безпосередньо на щити днища, а для їх фіксації використовують кронштейни балкових струбцин і тимчасові розпірки. Під час монтажу особливу увагу приділяють перевірці горизонтальності днища та створенню будівельного підйому [20].

Бетонування колон із розмірами сторін перерізу від 0,4 до 0,8 м за відсутності перехресних хомутів виконують безперервно ділянками висотою до 5 м, подаючи бетонну суміш безпосередньо з тари. Якщо висота бетонування більша, необхідно

передбачати технологічні перерви для осідання суміші тривалістю від 40 хв до 2 год [20]. Для забезпечення проєктного захисного шару арматури застосовують спеціальні прокладки. Бетонну суміш у ригелі подають баддями за допомогою крана. Бетонування ригелів ведуть безперервно до визначеного місця перерви, а після досягнення бетоном 70 % проєктної міцності продовжують роботи з улаштування перекриття. Остаточне зняття стояків з-під ригелів допускається лише після набору бетоном 100 % міцності [21].

До початку бетонування перекриття на кожній захватці необхідно виконати комплекс підготовчих заходів: забезпечити безпечні умови праці на висоті, змонтувати опалубку, установити арматуру та закладні деталі [14; 21]. Робочі поверхні дерев'яної, фанерної та металевої опалубки покривають емульсійним мастилом, а бетонну та залізобетонну опалубку змочують. Захисний шар арматури забезпечують за допомогою інвентарних пластмасових фіксаторів, установлених у шаховому порядку. Для контролю верхньої відмітки перекриття застосовують просторові фіксатори або знімні маякові рейки [19].

Бетонну суміш доставляють на об'єкт автобетонозмішувачами з подальшим перевантаженням у поворотну баддю. Укладання бетонної суміші в перекриття здійснюють горизонтальними смугами однакової товщини без розривів і з послідовним напрямком бетонування. Наступний шар дозволяється укласти лише до початку схоплювання попереднього. Для ущільнення суміші в перекриттях застосовують віброрейки, а в колонах — глибинні вібратори [20]. Висота вільного падіння бетонної суміші не повинна перевищувати 1,0 м, а пересування робітників по армованому перекриттю допускається лише по інвентарних ходових трапах [20].

У процесі твердіння бетону необхідно забезпечити належний температурно-вологісний режим, захистити конструкції від механічних впливів і вести журнал бетонних робіт, у якому фіксують основні технологічні параметри [14]. Розпалублення конструкцій слід виконувати без ударів і поштовхів, не допускаючи відривання щитів кранами чи лебідками. Після розпалублення дрібні дефекти поверхні дозволяється усувати цементним розчином, а значні раковини та каверни

мають бути розчищені, промиті й заповнені жорсткою бетонною сумішшю з подальшим ущільненням [20].

3.3 Підбір комплекту машин і механізмів

Вибір основних будівельних машин і механізмів здійснюється з урахуванням об'ємно-планувальних параметрів будівлі, маси вантажів, що піднімаються, умов виконання монтажних і бетонних робіт, а також вимог безпеки праці. Для забезпечення процесу бетонування монолітних конструкцій типового поверху необхідно визначити основні робочі параметри вантажопідіймального крана, а саме: необхідну висоту підйому гака, виліт стріли та вантажопідйомність.

Необхідна висота підйому гака крана ($H_{\text{під}}$) визначається як сума максимальної висоти конструкції (14,45 м), технологічного запасу з міркувань безпеки (0,5), висоти тари для подавання бетонної суміші (3,2 м) та висоти стропувальних пристроїв (2,2 м):

$$H_{\text{під}} = 14,45 + 0,5 + 3,2 + 2,2 = 20,35 \text{ м.}$$

Отже, для виконання робіт необхідно забезпечити підйом гака на висоту не менше 20,35 м.

Необхідний виліт стріли крана ($L_{\text{вил}}$) визначається з урахуванням ширини будівлі (L_1), ширини фундаменту (B), безпечного зазору (1м), відстані від підосви укусу до найближчого колеса крана (L_2) та ширини його бази (L_3):

$$L_{\text{вил}} = L_1 + \frac{B}{2} + 1 + L_2 + \frac{L_3}{2}, \quad (3.1)$$

$$L_{\text{вил}} = 12,5 + \frac{0,8}{2} + 1 + 3,15 + \frac{5,18}{2} = 19,64 \text{ м.}$$

Таким чином, необхідний виліт стріли має бути не меншим за 19,64 м.

Необхідну вантажопідйомність крана ($P_{\text{заг}}$) визначають як суму маси тари (P), маси бетонної суміші (P_1) та маси вантажозахоплювальних пристроїв (P_2):

$$P_{\text{заг}} = P + P_1 + P_2 \quad (3.2)$$

$$P_{\text{заг}} = 0,37 + 2,5 + 0,32 = 3,22 \text{ т.}$$

Отже, мінімально необхідна вантажопідйомність крана повинна становити не менше 3,22 т.

На підставі отриманих розрахункових параметрів – висоти підйому гака 20,35 м, вильоту стріли 19,64 м та вантажопідйомності 3,22 т – із наявного ряду вантажопідіймальних машин для виконання робіт приймається автомобільний кран КС-5473 на спеціальному шасі автомобільного типу. Обраний кран забезпечує необхідні технічні характеристики для подавання бетонної суміші, монтажу арматурних каркасів, опалубки та виконання супутніх вантажопідіймальних операцій під час зведення монолітних конструкцій будівлі.

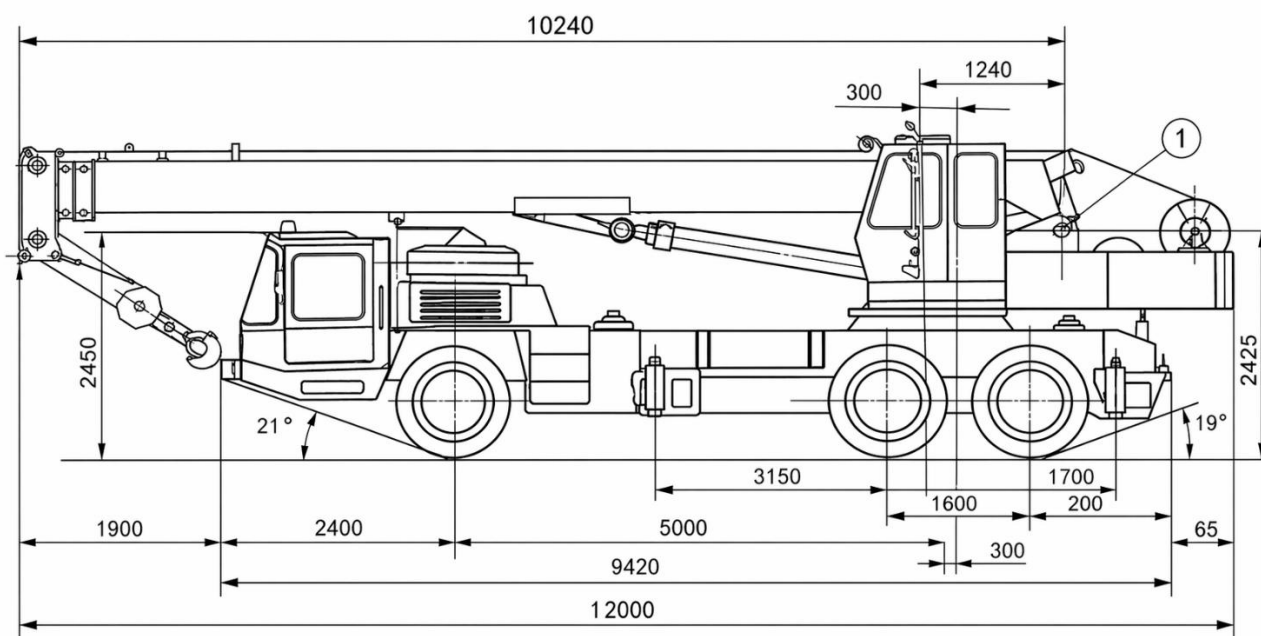


Рисунок 3.1 – Габаритні розміри автомобільного крану КС-5473 [20]

Для виконання монтажних і вантажопідіймних робіт розглянуто вантажні характеристики крана зі стрілою довжиною 24 м. Основними параметрами, які враховувалися під час вибору крана, є виліт стріли, вантажопідйомність та висота підйому гака. З аналізу наведених даних видно, що зі збільшенням вильоту стріли вантажопідйомність крана поступово зменшується. Так, при вильоті 6,0 м вантажопідйомність становить 6,4 т, тоді як при максимальному вильоті 20,0 м вона знижується до 0,6 т.

Висота підйому гака також залежить від вильоту стріли: найбільше значення

22,5 м забезпечується при вильоті 6,0 м, а при вильоті 20,0 м висота підйому становить 11,4 м. Отже, під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно приймати такий робочий виліт стріли, за якого забезпечуються як потрібна вантажопідйомність, так і необхідна висота підйому вантажу.

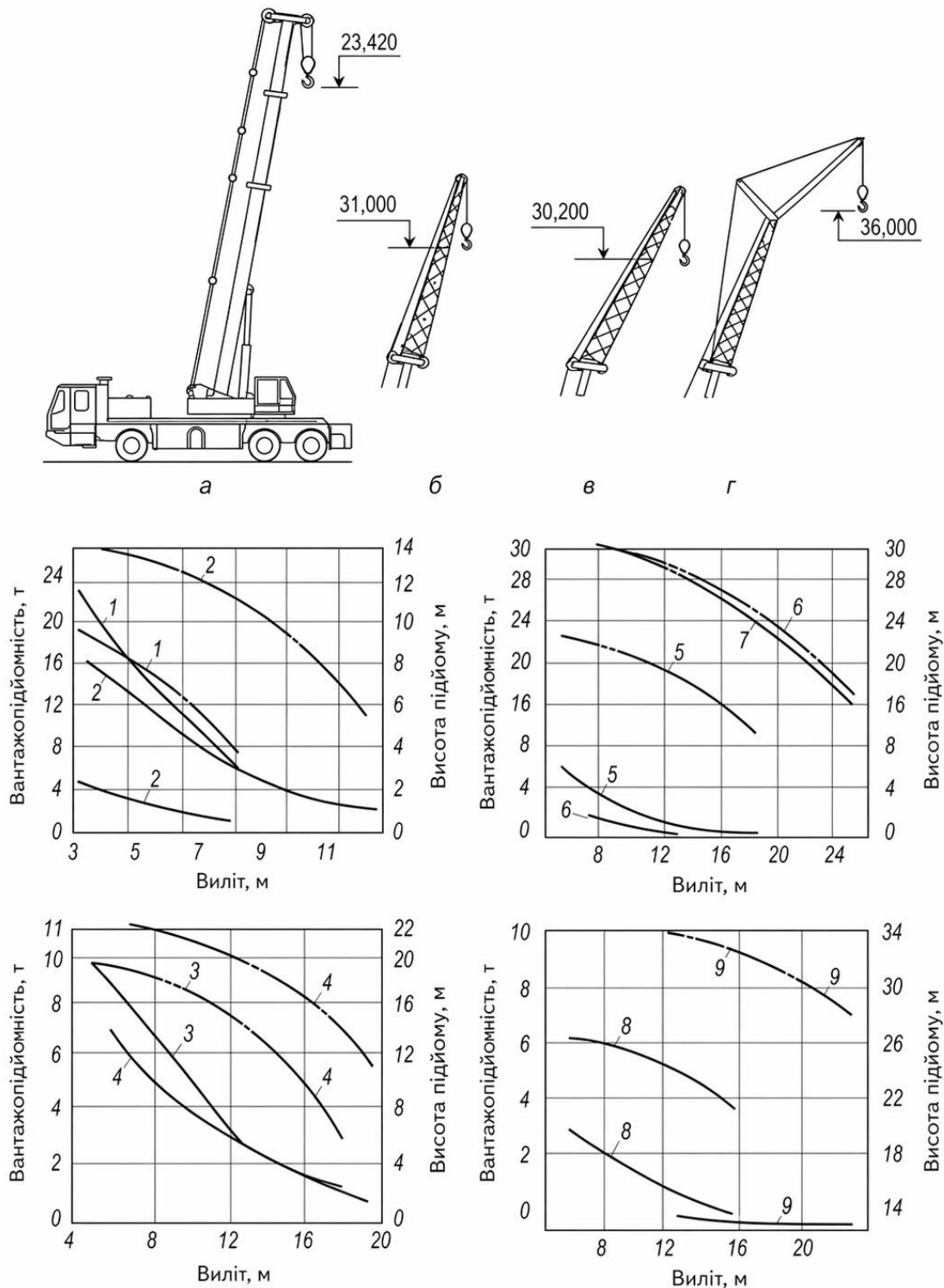


Рисунок 3.2 – Схема визначення робочих параметрів крана КС-5473 [20]

Для ущільнення бетонної суміші передбачається використання глибинного вібратора ВЕРБ-210. Застосування цього обладнання забезпечує якісне ущільнення бетонної суміші, видалення повітряних порожнин і підвищення щільності бетону в конструкціях .

Таблиця 3.1 – Основні технічні характеристики вібратора

Найменування обладнання	Діаметр робочої частини, мм	Довжина гнучкого вала, м	Напруга живлення, В
Вібратор глибинний ВЕРБ-210	51	3,0	220

Для транспортування бетонної суміші до будівельного майданчика приймаємо автобетонозмішувач 6DA на шасі КамАЗ-53229 із приводом змішувального барабана від автономного двигуна. Застосування автобетонозмішувача забезпечує збереження рухливості та однорідності бетонної суміші під час її перевезення, а також запобігає її розшаруванню до моменту укладання в конструкцію (рис. 3.3).

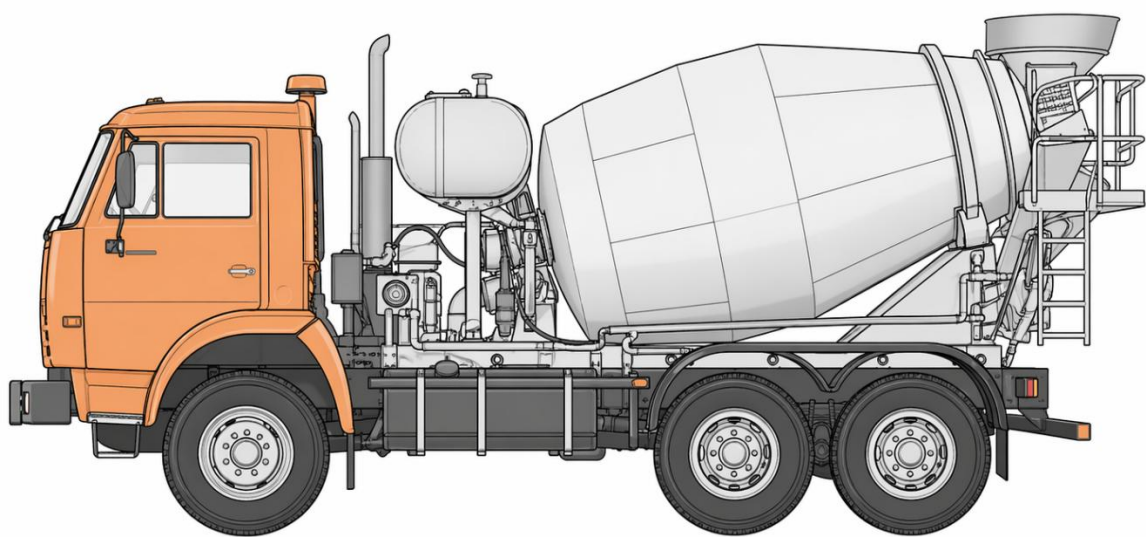


Рисунок 3.3 – Автобетонозмішувач 6DA на шасі КамАЗ-53229

Автобетонозмішувач 6DA на шасі КамАЗ-53229 забезпечує перевезення до 6 м³ бетонної суміші за один рейс. Максимальна маса перевезеної бетонної суміші з повністю заповненим баком для води становить 12 240 кг. Повна маса автобетонозмішувача дорівнює 25 000 кг, при цьому навантаження на передню вісь становить 6 000 кг, а на задній візок — 19 000 кг. Наявність бака для води місткістю 850 л забезпечує можливість підтримання необхідних технологічних умов під час транспортування бетонної суміші.

Таблиця 3.2 – Перелік машин, механізмів та обладнання

Найменування машин, механізмів та обладнання	Кількість, шт.	Основні технічні характеристики	Призначення	Тип, марка
Автомобільний кран	1	Найбільший виліт стріли — 24 м; найменший виліт стріли — 6 м; максимальна вантажопідйомність — 6,4 т	Підіймання та подача арматури, елементів опалубки, а також бетонної суміші до місця укладання	КС-5473
Віброрейка	1	Робочий інструмент для поверхневого розрівнювання та ущільнення бетонної суміші	Розрівнювання бетонної суміші під час улаштування монолітних конструкцій	МСВ-6
Глибинний вібратор	1	Діаметр робочої частини — 51 мм; довжина гнучкого вала — 3 м; напруга живлення — 220 В	Ущільнення бетонної суміші в опалубці та видалення повітряних порожнин	ВЕРБ-210
Автобетонозмішувач	1	Геометричний об'єм змішувального барабана — 6 м ³	Транспортування бетонної суміші на будівельний майданчик із забезпеченням її однорідності	6DA
Кран	1	Виліт стріли найбільший — 24 м, найменший — 6 м. Вантажопідйомність — 6,4 т	Подача арматур, опалубки, бетонної суміші	КС 5473
Вібратор глибинний	1		Ущільнення бетонної суміші	ВЕРБ-210
Зварювальний трансформатор	1		Зварювання арматурних каркасів	ДТ-500

Обсяги робіт для типового поверху визначено окремо за основними конструктивними елементами: колонами, ригелями та плитою перекриття. До складу технологічного процесу входять улаштування опалубки, монтаж арматури, подача й укладання бетонної суміші, а також демонтаж опалубки після досягнення бетоном необхідної міцності. Такий поділ дозволяє більш точно визначити трудомісткість робіт, потребу в машинах і механізмах, а також організувати будівельний процес у раціональній послідовності [17].

Таблиця 3.3 – Відомість обсягів робіт зі зведення конструкцій типового поверху міні-готелю

№ з/п	Найменування робіт	Обсяг робіт	Обґрунтування	Одиниця вимірювання
Колони				
1	Улаштування інвентарної опалубки колон	64,8	E4-1-34	м ²
2	Монтаж арматурних каркасів колон	0,96	E4-1-46	т
3	Подача та укладання бетонної суміші в колони	6,4	E4-1-49	м ³
4	Розбирання опалубки колон після набору бетоном необхідної міцності	64,8	E4-1-34	м ²
Ригелі та балки перекриття				
5	Улаштування опалубки ригелів і балок	102,6	E4-1-34	м ²
6	Монтаж арматурних каркасів ригелів і балок	2,38	E4-1-46	т
7	Подача та укладання бетонної суміші в ригелі й балки	12,8	E4-1-49	м ³
8	Розбирання опалубки ригелів і балок	102,6	E4-1-34	м ²
Монолітна плита перекриття				
9	Улаштування опалубки плити перекриття	184,5	E4-1-34	м ²
10	Монтаж арматурних сіток і додаткової арматури плити перекриття	3,20	E4-1-46	т
11	Подача, розподілення та укладання бетонної суміші в плиту перекриття	33,2	E4-1-49	м ³
12	Розбирання опалубки плити	184,5	E4-1-34	м ²

	перекриття			
Сходово-ліфтовий вузол				
13	Улаштування опалубки монолітних ділянок сходово-ліфтового вузла	28,4	E4-1-34	м ²
14	Монтаж арматури сходових маршів, площадок і монолітних ділянок	0,58	E4-1-46	т
15	Подача та укладання бетонної суміші в елементи сходово-ліфтового вузла	5,6	E4-1-49	м ³
16	Розбирання опалубки сходово-ліфтового вузла	28,4	E4-1-34	м ²

3.4 Контроль якості робіт

Контроль якості бетонних і залізобетонних робіт є обов'язковою складовою технологічного процесу зведення монолітних конструкцій міні-готелю. Його основною метою є забезпечення відповідності виконаних робіт проєктної документації, вимогам чинних нормативних документів, а також установленим показникам міцності, довговічності та надійності конструкцій [21].

На будівельному майданчику протягом усього періоду виконання бетонних робіт повинен вестися журнал бетонних робіт, у якому фіксуються дата бетонування, місце укладання бетонної суміші, марка або клас бетону, обсяг укладеної суміші, умови виконання робіт, результати контролю та інші необхідні технологічні дані [20].

Під час приймання забетонованих конструкцій необхідно перевіряти:

- відповідність фактичного класу бетону за міцністю вимогам проєкту;
- за потреби — показники морозостійкості, водонепроникності та інші характеристики, передбачені проєктною документацією;
- якість поверхонь бетонних і залізобетонних конструкцій;
- наявність та відповідність проєкту отворів, прорізів, каналів, закладних деталей і технологічних ніш;
- правильність улаштування деформаційних, робочих та конструктивних швів;

– відповідність фактичних геометричних параметрів конструкцій допустимим відхиленням, установленим нормативними вимогами, зокрема згідно з ДБН В.2.6-98:2009 [20, 13].

Якість застосованих матеріалів, виробів і напівфабрикатів повинна підтверджуватися відповідними документами: сертифікатами якості, паспортами на бетонну суміш, товарно-транспортними накладними, актами на приховані роботи та іншою виконавчою документацією.

Приймання завершених бетонних і залізобетонних конструкцій або їх окремих частин оформлюється актами огляду прихованих робіт або актами приймання відповідальних конструкцій. Особливу увагу при цьому необхідно приділяти конструкціям, які після завершення наступних етапів будівництва будуть недоступні для візуального огляду [17].

Контроль якості бетонних робіт здійснюється поетапно:

- на підготовчому етапі;
- під час приготування, транспортування, подачі та укладання бетонної суміші;
- у процесі ущільнення та витримування бетону;
- під час розпалублення конструкцій;
- при прийманні готових бетонних і залізобетонних конструкцій.
- Основні вимоги до контролю якості матеріалів, технологічних операцій і готових конструкцій наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Контроль якості бетонних і залізобетонних робіт

Етап контролю	Що перевіряється	Спосіб контролю	Документальне оформлення
Підготовчий етап	Готовність опалубки, арматурних каркасів, закладних деталей, робочих швів та поверхонь до бетонування	Візуальний огляд, перевірка розмірів, відповідності кресленням	Акт огляду прихованих робіт
Вхідний контроль	Якість бетонної	Перевірка	Сертифікати

матеріалів	суміші, арматури, опалубки, закладних деталей	паспортів, сертифікатів, накладних	якості, паспорти, накладні
Транспортування бетонної суміші	Збереження однорідності, рухливості та відсутність розшарування бетонної суміші	Візуальний контроль, перевірка часу доставки	Журнал бетонних робіт
Укладання бетонної суміші	Відповідність місця укладання, товщини шарів, рівномірність розподілення суміші	Операційний контроль у процесі бетонування	Журнал бетонних робіт
Ущільнення бетонної суміші	Якість ущільнення, відсутність порожнин, раковин і розшарування	Візуальний контроль, контроль режиму роботи вібраторів	Журнал бетонних робіт
Витримування бетону	Дотримання умов твердіння, захист від пересихання, замерзання або перегріву	Візуальний контроль, контроль температурно-вологісного режиму	Журнал догляду за бетоном або журнал бетонних робіт
Розпалублення конструкцій	Досягнення бетоном необхідної міцності, відсутність пошкоджень конструкцій	Огляд конструкцій, перевірка строків розпалублення	Акт розпалублення або запис у журналі робіт
Приймання готових конструкцій	Геометричні розміри, якість поверхонь, відповідність проєкту, допустимі відхилення	Вимірювання, огляд, перевірка виконавчої документації	Акт приймання відповідальних конструкцій

3.5 Заходи з охорони праці під час виконання будівельно-монтажних робіт

Під час виконання бетонних, арматурних, опалубних і зварювальних робіт необхідно суворо дотримуватися вимог охорони праці, промислової безпеки та безпечної організації будівельного виробництва. Роботи виконуються відповідно

до вимог ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», технологічних карт, проєкту виконання робіт та інструкцій з безпечної експлуатації машин, механізмів і електрообладнання [15].

До початку виконання бетонних робіт керівник робіт зобов'язаний перевірити готовність робочої зони, справність обладнання, надійність опалубки, риштувань, настилів, огорожень, сходів і засобів підмоцвання. Усі виявлені дефекти або несправності повинні бути усунені до початку робіт. Працівники мають бути забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту: касками, спецодягом, захисним взуттям, рукавицями, запобіжними поясами або страхувальними прив'язями при роботі на висоті.

Перед бетонуванням кожної зміни необхідно перевіряти стан опалубки, риштувань, огорожень, сходів, робочих настилів, а також справність тари, бункерів, механізмів для подачі бетонної суміші, вібраторів та іншого обладнання. Виконання робіт дозволяється лише після підтвердження безпечного стану робочого місця [21].

Під час виконання арматурних робіт ходіння по верхніх арматурних сітках і каркасах допускається тільки по спеціально влаштованих трапах завширшки не менше 0,6 м. Забороняється перебувати на арматурних каркасах до їх остаточного встановлення та закріплення. Встановлену арматуру не допускається залишати без тимчасового або постійного розкріплення.

Монтаж арматури поблизу електропроводів, що перебувають під напругою, забороняється. Арматурні каркаси та окремі елементи необхідно пакетувати з урахуванням умов їх підйому, складування, транспортування та подальшого монтажу. Арматурні випуски з плит, якщо їх висота над рівнем бетону становить до 1,0 м, повинні бути захищені від травмування працівників, наприклад, гофрованими пластмасовими трубками або іншими захисними елементами [21].

При обробці арматурних стрижнів, які виступають за габарити верстата, робоче місце необхідно огорожувати. У разі використання двосторонніх верстатів робочу зону додатково розділяють металевою сіткою висотою не менше 1,0 м. При різанні арматури на відрізки довжиною менше 0,3 м необхідно застосовувати

спеціальні пристрої, що запобігають розльоту відрізаних частин.

Опалубка для зведення вертикальних конструкцій будівлі повинна бути жорстко закріплена на робочому горизонті. Вона має бути обладнана робочими майданчиками, сходами, огороженнями та іншими елементами, які забезпечують безпечний доступ працівників до місця виконання робіт. При встановленні опалубки робочі місця необхідно обладнувати настилами завширшки не менше 0,7 м [21].

Отвори в перекриттях, які залишаються після зняття опалубки або влаштовуються за проектом, повинні бути закриті міцними щитами або огорожені інвентарними захисними огороженнями. Робочі майданчики на висоті необхідно огорожувати інвентарними огороженнями висотою не менше 1,2 м з відбійною дошкою понизу висотою не менше 0,10 м [15, 21].

При виконанні робіт на висоті, якщо робоче місце не має надійного огороження або нахил робочої поверхні перевищує допустиме значення, працівники повинні користуватися запобіжними поясами або страхувальними прив'язями зі страхувальними канатами. Місця кріплення страхувальних засобів визначаються майстром, виконробом або зазначаються в технологічній карті.

Під час подачі бетонної суміші краном машиніст крана повинен мати надійний сигналізаційний зв'язок із працівниками, які приймають і укладають бетонну суміш. Переміщення завантаженого або порожнього бункера для бетону дозволяється тільки за умови закритого затвора. Під час вивантаження бетонної суміші з бункера відстань між нижнім краєм бункера та раніше укладеним бетоном або поверхнею, на яку укладається бетон, не повинна перевищувати 1,0 м, якщо інші вимоги не передбачені проектом виконання робіт [21].

Під час ущільнення бетонної суміші глибинними вібраторами необхідно дотримуватися правил безпечної експлуатації електроінструменту. Перед початком робіт корпус вібратора повинен бути заземлений, а рукоятки обладнані амортизовальними пристроями. Переносити вібратор на інше місце дозволяється тільки після його вимкнення. Забороняється перетягувати вібратор за шланг або струмопровідний кабель. У процесі роботи через кожні 30–35 хвилин вібратор

необхідно вимикати на 5–7 хвилин для охолодження.

Працівники, які обслуговують електрозварювальні установки, повинні мати відповідну кваліфікацію та посвідчення на право виконання зварювальних робіт. Зварювальне обладнання має бути справним, заземленим і використовуватися відповідно до вимог інструкцій з експлуатації та правил електробезпеки.

Не допускається перевантаження риштувань, настилів і робочих майданчиків матеріалами, арматурою, елементами опалубки або інструментом. Запаси арматури та інших матеріалів слід складувати у спеціально відведених місцях, які не перешкоджають руху працівників і роботі машин та механізмів.

Розбирання опалубки допускається виконувати лише з дозволу керівника робіт після досягнення бетоном необхідної міцності, передбаченої проєктною документацією, але не менше 70 % проєктної міцності. Під час демонтажу опалубки необхідно вживати заходів для запобігання випадковому падінню працівників, елементів опалубки, підтримувальних риштувань та інших конструктивних елементів [15, 21].

Дотримання зазначених вимог забезпечує безпечне виконання монолітних робіт, знижує ризик виробничого травматизму та сприяє організованому й якісному зведенню конструкцій міні-готелю.

3.6 Визначення техніко-економічних показників технологічної карти

Техніко-економічні показники технологічної карти визначаються з метою оцінки ефективності прийнятої технології виконання робіт, раціональності використання трудових ресурсів, машин і механізмів, а також тривалості будівельного процесу.

Розрахунок основних показників виконується на підставі прийнятих обсягів робіт, загальної трудомісткості та тривалості виконання робіт, визначеної за календарним графіком.

Для даної технологічної карти прийнято:

- тривалість виконання робіт — 32 дні;
- загальна трудомісткість робіт — 40 люд.-зм;

— обсяг бетонних робіт — 75,80 м³.

Трудовіткість одиниці робіт визначається за формулою:

$$q = \frac{\Sigma Q}{V}, \quad (3.3)$$

де ΣQ — загальні витрати праці, люд.-зм;

V — загальний обсяг бетонних робіт, м³.

Підставляючи вихідні дані, отримаємо:

$$q = \frac{40}{75,80} = 0,53 \text{ люд.-зм/м}^3.$$

Отже, трудовіткість виконання 1 м³ монолітних залізобетонних конструкцій становить 0,53 люд.-зм/м³.

Виробіток одного робітника за зміну у фізичному вираженні визначається за формулою:

$$B = \frac{V}{\Sigma Q}, \quad (3.4)$$

де B — виробіток одного робітника за зміну, м³/люд.-зм;

V — обсяг виконаних бетонних робіт, м³;

ΣQ — загальні витрати праці, люд.-зм.

$$B = \frac{75,75}{40} = 1,89 \text{ м}^3/\text{люд.-зм.}$$

Таким чином, середній виробіток одного робітника за зміну становить 1,89 м³/люд.-зм.

Отримані техніко-економічні показники свідчать про раціональність прийнятої технологічної схеми виконання бетонних робіт. Запроектована тривалість виконання робіт, склад ланки, трудовіткість і виробіток забезпечують можливість організованого та послідовного зведення монолітних залізобетонних конструкцій у межах технологічної карти.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці на будівництві міні-готелю

В Україні питання охорони праці та безпеки життєдіяльності регулюються системою правових, соціальних, економічних, організаційних і технічних норм, спрямованих на створення безпечних умов праці, збереження здоров'я працівників та запобігання виробничому травматизму. Основним нормативно-правовим актом держави є Конституція України, яка має найвищу юридичну силу. Відповідно до статті 43 Конституції України кожна людина має право на працю, а також на належні, безпечні й здорові умови праці. Крім того, стаття 49 Конституції України гарантує право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування [22].

На підставі положень Конституції України діє Закон України «Про охорону праці», який визначає основні засади реалізації права працівників на захист життя і здоров'я у процесі трудової діяльності. Цей закон регулює взаємовідносини між роботодавцем і працівником у сфері охорони праці, виробничої гігієни, безпеки технологічних процесів і організації робочого середовища. Дія закону поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які використовують найману працю, а також на всіх працюючих [23].

Охорона праці розглядається як система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі праці [23, 24]. Умови праці на робочих місцях, безпечність машин, механізмів, устаткування, технологічних процесів, засобів колективного та індивідуального захисту, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів [24-26].

Під час будівництва міні-готелю особлива увага приділяється створенню безпечних умов праці для всіх учасників будівельного процесу. Об'єкт характеризується виконанням комплексу робіт, зокрема земляних, арматурних, опалубних, бетонних, монтажних, зварювальних, покрівельних та оздоблювальних процесів. Кожен із цих видів робіт пов'язаний із певними виробничими ризиками,

тому потребує належної організації робочих місць, контролю технічного стану обладнання та дотримання вимог охорони праці [24, 27].

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами на будівництві міні-готелю є: виконання робіт на висоті, переміщення вантажів вантажопідіймальними механізмами, наявність відкритих прорізів і неогороджених ділянок, використання електроінструменту та зварювального обладнання, дія шуму і вібрації, можливість ураження електричним струмом, запиленість повітря, рух будівельної техніки, а також підвищене фізичне навантаження під час виконання ручних операцій [24, 26].

Для зниження ризику виробничого травматизму на будівельному майданчику передбачаються організаційні та технічні заходи: облаштування безпечних проходів і проїздів, огороження небезпечних зон, встановлення захисних огорожень на робочих місцях, застосування справних риштувань і настилів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, контроль справності машин і механізмів, а також проведення інструктажів з охорони праці [24-26].

У проєктній документації на будівництво міні-готелю питання охорони праці враховуються під час розроблення будівельного генерального плану, технологічних карт, календарного графіка виконання робіт і пояснювальної записки. На будівельному генеральному плані визначаються небезпечні зони, місця складування матеріалів, шляхи руху будівельної техніки, проходи для працівників, місця розташування тимчасових будівель, а також джерела електро- та водопостачання [24].

Особливе значення має правильна організація монолітних робіт, оскільки під час їх виконання застосовуються опалубні системи, арматурні каркаси, бетонна суміш, вантажопідіймальні механізми, глибинні вібратори та зварювальне обладнання. Перед початком робіт необхідно перевіряти міцність і стійкість опалубки, надійність риштувань, справність огорожень, електрообладнання, тари для подачі бетонної суміші та засобів підмоцнення [24, 27].

Таким чином, аналіз умов праці на будівництві міні-готелю показує, що

безпечне виконання будівельно-монтажних робіт можливе лише за умови комплексного врахування вимог охорони праці на всіх етапах будівництва. Дотримання нормативних вимог, своєчасне проведення інструктажів, контроль за станом робочих місць і використання засобів індивідуального та колективного захисту забезпечують зниження виробничих ризиків і створення належних умов праці на будівельному майданчику [22-27].

4.2 Розрахунок небезпечних зон при виконанні робіт при будівництві міні-готелю

Під час виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті міні-готелю необхідно заздалегідь визначити межі небезпечних зон, у яких існує підвищена ймовірність травмування працівників або сторонніх осіб. До таких зон належать ділянки переміщення вантажів краном, місця роботи будівельних машин і механізмів, зони можливого падіння предметів з висоти, ділянки виконання земляних, бетонних, арматурних, зварювальних і монтажних робіт.

Визначення небезпечних зон виконується з урахуванням вимог ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [24], а також відповідно до прийнятих технологічних рішень, календарного графіка виконання робіт і будівельного генерального плану. Небезпечні зони повинні бути позначені на будгенплані, огорожені або позначені попереджувальними знаками та сигнальними написами.

На будівництві міні-готелю передбачається виконання таких основних видів робіт:

- земляні роботи;
- улаштування монолітних залізобетонних конструкцій;
- арматурні та опалубні роботи;
- бетонування конструкцій;
- електрозварювальні роботи;
- оздоблювальні роботи;
- благоустрій території.

Під час виконання зазначених робіт застосовуються будівельні машини та механізми: автомобільний кран КС-5473, автобетонозмішувач 6DA, екскаватор, самоскид, бульдозер, глибинні вібратори, зварювальне обладнання та інші засоби малої механізації. Їх робота створює додаткові небезпечні зони, які необхідно враховувати під час організації будівельного майданчика [24].

Небезпечна зона роботи автомобільного крана

Однією з основних небезпечних зон на будівельному майданчику є зона роботи автомобільного крана, який використовується для подачі арматури, елементів опалубки, бадді з бетонною сумішшю та інших вантажів. Межа небезпечної зони визначається з урахуванням максимального вильоту стріли, габаритів вантажу та можливого відхилення вантажу під час його переміщення.

Радіус небезпечної зони роботи крана можна визначити за формулою:

$$R_{\text{н}} = R_{\text{max}} + \frac{l_{\text{в}}}{2} + l_{\text{б}}, \quad (4.1)$$

де $R_{\text{н}}$ – радіус небезпечної зони роботи крана, м;

R_{max} – найбільший виліт стріли крана, м;

$l_{\text{в}}$ – найбільший габарит вантажу, що переміщується, м;

$l_{\text{б}}$ – додаткова безпечна відстань, яка враховує можливе відхилення або падіння вантажу, м.

Для автомобільного крана КС-5473 найбільший виліт стріли становить:

$$R_{\text{max}} = 24 \text{ м.}$$

За умови, що найбільший габарит вантажу, який переміщується краном, становить орієнтовно: $l_{\text{в}} = 2,0$ м, а додаткова безпечна відстань приймається: $l_{\text{б}} = 5,0$ м, отримаємо:

$$R_{\text{н}} = 24 + \frac{2,0}{2} + 5,0 = 30,0 \text{ м.}$$

Отже, радіус небезпечної зони роботи автомобільного крана становить 30,0 м. У межах цієї зони забороняється перебування сторонніх осіб, а рух працівників дозволяється лише за виробничої необхідності та з дотриманням вимог безпеки.

Зону повороту стріли крана необхідно обмежити таким чином, щоб

унеможливити переміщення вантажів над проходами для працівників, тимчасовими побутовими приміщеннями, місцями складування матеріалів і проїздами транспорту. По межі небезпечної зони встановлюються попереджувальні знаки та сигнальне огородження [24].

Небезпечна зона біля будівлі

Під час зведення надземної частини міні-готелю виникає небезпека падіння інструментів, матеріалів, дрібних елементів опалубки, арматури або будівельного сміття з висоти. Тому навколо будівлі необхідно передбачити небезпечну зону, ширина якої залежить від висоти виконання робіт.

Ширину небезпечної зони біля будівлі можна прийняти за нормативними вимогами залежно від висоти можливого падіння предметів. Для будівлі міні-готелю, висота якої умовно приймається до 20 м, мінімальна ширина небезпечної зони біля зовнішнього контуру будівлі приймається: $B_n = 5,0$ м.

Отже, навколо будівлі необхідно передбачити небезпечну зону шириною 5,0 м від зовнішніх стін. У межах цієї зони слід обмежити рух людей, не розміщувати побутові приміщення, місця відпочинку працівників, склади матеріалів і постійні пішохідні проходи.

Небезпечна зона при роботі будівельних машин

Під час виконання земляних і транспортних робіт на будівельному майданчику використовуються екскаватор, бульдозер, самоскид та інші машини. Небезпечна зона біля таких механізмів визначається з урахуванням габаритів машини, радіуса дії робочого органу, напрямку руху та умов маневрування.

Для забезпечення безпеки необхідно:

- відокремити зони руху будівельної техніки від пішохідних проходів;
- передбачити наскрізні або кільцеві внутрішньомайданчикові дороги;
- обмежити швидкість руху транспорту на будівельному майданчику;
- позначити місця розвороту, стоянки та розвантаження машин;
- заборонити перебування працівників у зоні роботи екскаватора, бульдозера

або самоскида без виробничої необхідності.

Внутрішньомайданчикові дороги повинні забезпечувати безпечний під'їзд автобетонозмішувачів, самоскидів і вантажного транспорту до місць розвантаження, складування та бетонування. Ширина проїздів приймається з урахуванням габаритів транспортних засобів і умов їх безпечного руху [24].

Небезпечні зони при виконанні бетонних робіт

Під час бетонування конструкцій небезпечними є зони подачі бетонної суміші баддею, ділянки роботи глибинних вібраторів, місця перебування працівників на опалубці, настилах і риштуваннях. Особливу увагу необхідно приділяти стійкості опалубки, правильності встановлення арматурних каркасів, справності електрообладнання та безпечному переміщенню бадді з бетонною сумішшю.

Під час виконання бетонних робіт забороняється перебування працівників під піднятою баддею або в зоні можливого падіння вантажу. Переміщення бадді дозволяється тільки із закритим затвором. Перед початком бетонування необхідно перевірити стан опалубки, риштувань, робочих настилів, огорожень і сходів [24], [27].

Небезпечні зони при виконанні арматурних та опалубних робіт

Під час монтажу арматури небезпеку становлять гострі кінці арматурних випусків, можливість падіння каркасів, травмування при різанні та гнутті арматури, а також падіння працівників з висоти. Для зниження ризику травмування арматурні випуски необхідно закривати захисними ковпачками або гофрованими трубками, а складування арматури виконувати в спеціально відведених місцях.

Опалубка вертикальних і горизонтальних конструкцій повинна бути надійно закріплена та обладнана робочими настилами, сходами й захисними огороженнями. Роботи на висоті дозволяється виконувати лише з інвентарних риштувань або настилів, обладнаних огороженням. За відсутності огорожень працівники повинні застосовувати страхувальні пояси або прив'язі [24, 26].

Організаційно-технічні заходи щодо обмеження небезпечних зон

Для забезпечення безпечного виконання робіт на будівництві міні-готелю передбачаються такі організаційно-технічні заходи:

1. Територію будівельного майданчика огородити інвентарним захисним огороженням.
2. До початку виконання робіт організувати під'їзні шляхи та внутрішньомайданчикові дороги для безпечного руху транспорту.
3. Небезпечні зони роботи крана, будівельної техніки, місця переміщення вантажів і ділянки можливого падіння предметів позначити попереджувальними знаками, сигнальними стрічками або тимчасовими огороженнями.
4. Санітарно-побутові приміщення, місця відпочинку працівників і пішохідні проходи розміщувати за межами небезпечних зон.
5. У місцях руху працівників передбачити безпечні проходи, настили, трапи та сходи.
6. Роботи на висоті виконувати тільки за наявності захисних огорожень або із застосуванням страхувальних засобів.
7. Усі працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: касками, спецодягом, захисним взуттям, рукавицями, а за потреби — засобами захисту очей, органів слуху, дихання та страхувальними прив'язями [26].
8. Будівельні машини й механізми до початку роботи повинні пройти технічний огляд, а машиністи та оператори — мати відповідне посвідчення та допуск до керування.
9. Складування матеріалів і конструкцій необхідно виконувати у визначених місцях, без перевантаження робочих настилів і без порушення проходів та проїздів.
10. У темний час доби або за недостатнього природного освітлення будівельний майданчик повинен бути забезпечений робочим, аварійним та охоронним освітленням.

Отже, основними небезпечними зонами на будівництві міні-готелю є зона роботи автомобільного крана, зона можливого падіння предметів біля будівлі,

ділянки руху будівельної техніки, зони виконання бетонних, арматурних, опалубних і зварювальних робіт. Їх правильне визначення, позначення та огороження є необхідною умовою безпечної організації будівельного майданчика.

За результатами розрахунку прийнято: $R_n = 30,0$ м для зони роботи автомобільного крана та $B_n = 5,0$ м для небезпечної зони вздовж зовнішнього контуру будівлі. Ці значення слід врахувати під час розроблення будівельного генерального плану, розміщення тимчасових споруд, складів, проходів, проїздів і зон роботи будівельної техніки.

4.3 Організація безпечних умов праці під час виконання окремих видів будівельно-монтажних робіт

Організація безпечних умов праці на будівельному майданчику міні-готелю передбачає комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на запобігання виробничому травматизму, зниження впливу небезпечних і шкідливих факторів та забезпечення безпечного виконання будівельно-монтажних процесів. Особливу увагу необхідно приділяти бетонним, арматурним, електрозварювальним і монтажним роботам, оскільки вони пов'язані з використанням вантажопідіймальних механізмів, електрообладнання, ручного інструменту, опалубних систем, арматурних каркасів і роботою на висоті [24, 26, 28].

Бетонні та арматурні роботи

Під час виконання арматурних робіт необхідно забезпечити правильну організацію робочих місць, безпечне складування арматури та дотримання вимог безпеки при різанні, гнутті, транспортуванні й монтажі арматурних елементів.

Заготовлену арматуру, сітки та каркаси слід розміщувати у спеціально відведених місцях, не допускаючи захаращення проходів, проїздів і робочих зон. Під час різання арматурних стрижнів на відрізки довжиною менше 0,3 м необхідно застосовувати спеціальні пристрої, які запобігають розлітання коротких частин.

Якщо стрижні виступають за габарити верстата, робоче місце повинно бути огорожене [28].

У місцях загального проходу торцеві частини арматурних стрижнів необхідно закривати захисними щитами, ковпачками або іншими захисними пристроями. Ширина проходів у таких зонах має становити не менше 1,0 м. Після встановлення арматурні каркаси та сітки повинні бути надійно закріплені. Перебування працівників на незакріпленій або нестійкій арматурі забороняється.

Монтаж арматури поблизу електричних проводів, що перебувають під напругою, допускається лише за умови вжиття заходів, які повністю виключають можливість дотику арматурних елементів до струмопровідних частин. Переміщення арматурних каркасів і стрижнів вантажопідіймальними кранами повинно виконуватися тільки за участю стропальників.

Під час бетонування конструкцій міні-готелю необхідно контролювати стан опалубки, риштувань, робочих настилів, огорожень, сходів, бункерів і бадей для бетонної суміші. Переміщення завантаженої або порожньої бадді допускається лише із закритим затвором. При вивантаженні бетонної суміші відстань між нижнім краєм бадді та поверхнею укладання бетону не повинна перевищувати 1,0 м, якщо інше не передбачено проєктом виконання робіт [29].

Ущільнення бетонної суміші виконується глибинними вібраторами з дотриманням вимог електробезпеки. Перед початком роботи корпус вібратора повинен бути заземлений, а рукоятки – обладнані амортизовальними пристроями. Переносити вібратор на інше місце дозволяється тільки після його вимкнення. Забороняється перетягувати вібратор за струмопровідний кабель або шланг. Для запобігання перегріванню обладнання під час роботи через кожні 30–35 хв вібратор необхідно вимикати на 5–7 хв для охолодження [28, 29].

При виконанні монолітних робіт на ділянках, що не мають надійного огороження, працівники повинні використовувати страхувальні пояси або прив'язі. Місця закріплення страхувальних засобів визначаються майстром або виконробом до початку виконання робіт.

Електрозварювальні роботи

Електрозварювальні роботи належать до робіт підвищеної небезпеки, оскільки під час їх виконання можливі ураження електричним струмом, опіки, дія світлового випромінювання, іскор, бризок розплавленого металу, а також виникнення пожежонебезпечних ситуацій.

До виконання електрозварювальних робіт допускаються працівники, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання, перевірку знань з охорони праці, мають відповідну кваліфікацію та посвідчення на право виконання зварювальних робіт. Електрозварювальники повинні мати групу з електробезпеки не нижче встановленої нормативними вимогами [28].

Працівники, які виконують зварювання, повинні бути забезпечені спеціальним одягом, захисним взуттям, рукавицями, захисною маскою або щитком зварника, а також електрозахисними засобами. Під час роботи необхідно використовувати справне зварювальне обладнання, кабелі з непошкодженою ізоляцією, надійні з'єднання та засоби заземлення.

Металеві частини електрозварювальних установок, які в нормальному режимі не перебувають під напругою, а також конструкції, що зварюються, повинні бути заземлені на весь період виконання робіт. Забороняється виконувати зварювальні роботи несправним обладнанням, за наявності пошкоджених кабелів або без застосування засобів індивідуального захисту [28, 29].

При виконанні зварювальних робіт на висоті робоче місце має бути обладнане надійними настилами та огороженнями. Якщо встановлення огорожень неможливе, зварник повинен користуватися страхувальною прив'яззю, закріпленою у визначеному безпечному місці.

Монтажні роботи

Безпечне виконання монтажних робіт забезпечується дотриманням технологічної послідовності, правильним добором вантажозахоплювальних пристроїв, надійним стропуванням вантажів і чіткою взаємодією між машиністом

крана, стропальником та працівниками, які приймають елементи на місці монтажу.

Для підйому елементів опалубки, арматурних каркасів, бадді з бетонною сумішшю та інших вантажів необхідно застосовувати стропи, траверси й захвати, підібрані з урахуванням маси, габаритів і положення вантажу під час переміщення. Вантажозахоплювальні пристрої повинні мати інвентарний номер, позначення вантажопідйомності та дату випробування [29].

Стропування вантажів необхідно виконувати за попередньо розробленою схемою, яка забезпечує подачу елемента до місця встановлення у положенні, близькому до проєктного. Невикористані гілки стропа слід закріплювати на навісній ланці, щоб вони не заважали під час підйому та переміщення вантажу.

Під час переміщення вантажів краном забороняється перебування людей під піднятим вантажем або в зоні його можливого падіння. Машиніст крана повинен виконувати команди стропальника або сигнальника. У разі відсутності прямої видимості між машиністом і стропальником необхідно забезпечити надійний сигнальний зв'язок [29].

Розрахунок сталевих канатів для двогілкового стропа

Для безпечного виконання монтажних робіт виконуємо перевірку сталевих канатів двогілкового стропа, який використовується для підйому найбільш важкого вантажу на будівельному майданчику.

Вихідні дані: $Q = 2,87 \text{ т} = 28,7 \text{ кН}$; $m = 2$; $\alpha = 20^\circ$; $k = 1,064$; $k_3 = 6$, де — вага вантажу, що піднімається; m — кількість гілок стропа; α — кут нахилу гілки стропа до вертикалі; k — коефіцієнт, що враховує кут нахилу гілки стропа; k_3 — коефіцієнт запасу міцності для стропа зі сталевих канатів.

Розрахункове зусилля в одній гілці стропа визначається за формулою:

$$S = \frac{k \cdot Q}{m}. \quad (4.2)$$

Підставляючи вихідні дані, отримаємо:

$$S = \frac{1,064 \cdot 28,7}{2} = 15,27 \text{ кН}.$$

Необхідне розривне зусилля в одній гілці стропа визначається за формулою:

$$R \geq S \cdot k_3. \quad (4.3)$$

$$R \geq 15,27 \cdot 6 = 91,62 \text{ кН.}$$

За результатами розрахунку необхідне розривне зусилля каната повинно бути не менше 91,62 кН.

Приймаємо сталевий канат типу ТК 6×37 діаметром 13,5 мм із тимчасовим опором розриву дроту 1600 МПа, розривне зусилля якого становить: $R = 117,0$ кН.

Перевірка умови міцності: $117,0 \text{ кН} > 91,62 \text{ кН}$.

Умова міцності виконується. Отже, прийнятий сталевий канат типу ТК 6×37 діаметром 13,5 мм може бути використаний для двогілкового стропа під час виконання монтажних робіт на будівництві міні-готелю.

Таким чином, організація безпечних умов праці під час виконання бетонних, арматурних, електрозварювальних і монтажних робіт передбачає правильне облаштування робочих місць, застосування справних машин і механізмів, використання засобів індивідуального захисту, надійне стропування вантажів і дотримання вимог безпеки при роботі на висоті [28-29].

4.4 Вимоги пожежної безпеки

Пожежна безпека на будівельному майданчику міні-готелю є складовою загальної системи охорони праці та спрямована на запобігання виникненню пожеж, обмеження їх поширення, забезпечення безпечної евакуації людей, організацію первинного пожежогасіння та створення умов для роботи пожежно-рятувальних підрозділів.

У дипломній роботі доцільно замінити застаріле посилання на ДБН В.1.1-7-2002 на актуальніший документ ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [30]. Ці норми встановлюють загальні вимоги пожежної безпеки до будинків і споруд, зокрема щодо обмеження поширення пожежі, забезпечення евакуації людей, гасіння пожежі та застосування систем протипожежного захисту.

Також необхідно враховувати Правила пожежної безпеки в Україні,

затверджені наказом МВС України від 30.12.2014 № 1417, які регламентують загальні вимоги пожежної безпеки для територій, будівель, споруд і приміщень. Для систем протипожежного захисту застосовують ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», які визначають вимоги до відповідних систем для будинків, споруд, приміщень та устаткування різного призначення [30, 27].

Заходи пожежної безпеки на будівельному майданчику мають бути спрямовані на попередження виникнення пожежі, своєчасне її виявлення, локалізацію та гасіння. Для цього на об'єкті призначається відповідальна особа за протипожежний стан, яка здійснює контроль за дотриманням протипожежного режиму, наявністю та справністю засобів пожежогасіння, станом тимчасових електромереж, місцями складування матеріалів і виконанням вогневих робіт.

Відповідальний за пожежну безпеку на об'єкті зобов'язаний:

- контролювати виконання протипожежних заходів, передбачених проектною та організаційно-технологічною документацією;
- забезпечувати наявність первинних засобів пожежогасіння та підтримувати їх у справному стані;
- перевіряти протипожежний стан тимчасових будівель, складів, майстерень, побутових приміщень і робочих зон;
- контролювати вимкнення електрообладнання після завершення робіт;
- не допускати виконання будівельно-монтажних робіт за відсутності під'їздів, джерел водопостачання для пожежогасіння та засобів зв'язку;
- у разі виникнення пожежі негайно повідомити пожежно-рятувальний підрозділ і організувати первинні заходи з її ліквідації [29].

Усі працівники, які перебувають на будівельному майданчику, повинні бути ознайомлені з правилами пожежної безпеки, порядком дій у разі виникнення пожежі, місцями розташування вогнегасників, пожежних щитів, джерел водопостачання та шляхами евакуації. Перед початком робіт необхідно проводити інструктаж із пожежної безпеки з відповідним записом у журналі інструктажів.

На будівельному генеральному плані міні-готелю необхідно передбачити протипожежні розриви, під'їзди для пожежної техніки, місця розташування

пожежних щитів, гідрантів, ящиків з піском, бочок з водою та інших первинних засобів пожежогасіння. Тимчасові будівлі, склади матеріалів і побутові приміщення слід розміщувати так, щоб вони не перешкоджали руху пожежної техніки та евакуації працівників[29].

Пожежні щити необхідно встановлювати у найбільш пожежонебезпечних місцях: біля побутових приміщень, складів горючих матеріалів, місць виконання зварювальних робіт і ділянок зберігання легкозаймистих або горючих речовин. Щити повинні бути пофарбовані в червоний колір і укомплектовані необхідним пожежним інвентарем: вогнегасниками, ломами, баграми, лопатами, сокирами, пожежними відрами та іншими засобами.

Біля пожежних щитів доцільно розміщувати ящики з піском і ємності з водою. Доступ до пожежних щитів, вогнегасників, гідрантів, проїздів і евакуаційних шляхів повинен бути постійно вільним. Не допускається захаращення проходів, проїздів, евакуаційних виходів і підступів до засобів пожежогасіння будівельними матеріалами, обладнанням або сміттям [28].

Особливу увагу необхідно приділяти виконанню електрозварювальних та інших вогневих робіт. Перед їх початком робоча зона повинна бути очищена від горючих матеріалів, забезпечена первинними засобами пожежогасіння, а після завершення робіт — оглянута з метою виключення можливості займання від іскор або нагрітих елементів.

На будівельному майданчику забороняється користуватися відкритим вогнем поблизу місць складування матеріалів, що містять легкозаймисті або вибухонебезпечні речовини. Місця для паління повинні бути спеціально визначені, позначені відповідними знаками та обладнані негорючими урнами або ємностями. Паління у виробничих, складських і пожежонебезпечних зонах не допускається.

Зовнішнє пожежогасіння на будівельному майданчику передбачається від пожежних гідрантів, розташованих на постійній або тимчасовій водопровідній мережі. Гідранти повинні бути доступними для пожежної техніки, позначені відповідними покажчиками та розташовані так, щоб забезпечити можливість подачі води до об'єкта будівництва [28, 29].

На території будівництва необхідно передбачити місця для збирання будівельного сміття та інших відходів. Горючі відходи слід регулярно видаляти з робочих зон, не допускаючи їх накопичення біля тимчасових споруд, електрощитів, складів матеріалів і місць виконання вогневих робіт [29].

Таким чином, пожежна безпека на будівництві міні-готелю забезпечується системою організаційних і технічних заходів: дотриманням протипожежного режиму, призначенням відповідальних осіб, забезпеченням об'єкта первинними засобами пожежогасіння, організацією інструктажів, підтриманням вільних проїздів і проходів, контролем за електрообладнанням та правильним виконанням вогневих робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
2. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».
3. ДБН В.1.1-12:2006 «Будівництво в сейсмічних районах України».
4. ДСТУ Б В.2.6-108:2010 Конструкції будинків і споруд. Блоки бетонні для стін підвалів. Технічні умови (ГОСТ 13579-78, MOD).
5. ДСТУ Б В.2.7-60-97 Будівельні матеріали. Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація.
6. ДСТУ ГОСТ 19170-2003 Скловолокно. Тканина конструкційного призначення. Технічні умови (ГОСТ 19170-2001, IDT). З Поправкою (ІПС № 3-2011).
7. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
8. ДСТУ Б В.2.6-193:2013 Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування.
9. Александрович В. А. Основи та фундаменти : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / В. А. Александрович, Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 158 с.
10. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Основи та фундаменти» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк, В. А. Александрович. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. 69 с.
11. Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт із навчальної дисципліни «Механіка ґрунтів і основи фундаментобудування» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т

- міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Ю. І. Кобзар, В. А. Александрович, О. В. Гаврилюк. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 53 с.
12. Дубенець В. Г., Хільчевський В. В., Савченко О. В. Основи методу скінченних елементів : навчальний посібник. Чернігів : ЧДТУ, 2007. 288 с.
 13. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1.
 14. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 67 с.
 15. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012.
 16. Золотова Н. М. Конспект лекцій із курсу «Організація і технологія будівельних робіт» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання спеціальності 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології / Н. М. Золотова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 74 с.
 17. Розробка технологій будівельних процесів : навчальний посібник для студентів спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» / Укладачі : Я.О.Ковальчук, О.П.Конопчук. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2013. 208 с.
 18. Пугач В.І., Люлька В.С. Охорона праці в будівництві: Навчальний посібник. Харків: Рубікон, 1998. 304 с.
 19. Бабіч Є. Є., Кухнюк О. М., Поляновська О. Є. Технологічні карти у будівництві : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2018. 91 с.
 20. Черненко В. К., Ярмоленко М. Г., Батура Г. М. та ін. Технологія будівельного виробництва : підручник / за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.

21. Ушацький С. А., Шейко Ю. П., Тригер Г. М., Шебеко Н. А. Організація будівництва : підручник / за ред. С. А. Ушацького. Київ : Кондор, 2007. 521 с.
22. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.
23. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.
24. Омелянов О.М., Спірін А.В., Твердохліб І.В. Охорона праці та безпека життєдіяльності: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ВНАУ. 2020. 334 с
25. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015.
26. ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. Київ : Держспоживстандарт України, 2011.
27. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
28. Вовк Ю. Я., Вовк І. П. Охорона праці в галузі : навчальний посібник. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2015. 172 с.
29. Жигулін О. А., Каріка А. Б., Каріка О. Б. Охорона праці у будівництві : навчальний посібник. Запоріжжя : ФО-П Однорог Т. В., 2023. 240 с.
30. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».