

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

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

КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: **ДВОПОВЕРХОВИЙ ПРИВАТНИЙ ЦЕГЛЯНИЙ
ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК З МОНОЛІТНИМ ПЕРЕКРИТТЯМ У М.
ДЕРГАЧІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав: студент 3 курсу, групи ПЦБ 2023-1у
Спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»
ОП «Промислове та цивільне будівництво»
Анісімова Аліна Денисівна

Керівник: к.т.н., доц. Резнік П.А.

(підпис)

Рецензент: к.т.н., доц. Калмиков О. О.

(підпис)

Харків 2026

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

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

Кафедра будівельних конструкцій

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузь знань – 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БК

к.т.н., доц. Спіранде К.В.

«01» червня 2026 року



З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

АНІСІМОВІЙ АЛІНІ ДЕНИСІВНІ

1. Тема проекту: Двоповерховий приватний цегляний житловий будинок з монолітним перекриттям у м. Дергачі Харківської області. Керівник проекту: *к.т.н., доц. Резнік Петро Аркадійович* затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 26 ” травня 2026 року № 447-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи): “ 15 ” червня 2026 року.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) : генеральний план з прив’язкою до місцевості, геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій, проектне завдання, архітектурно-планувальне рішення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина підземної та надземної частин будівлі, розділ технології будівельного виробництва, охорони праці на будівельному майданчику

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): архітектурно-будівельна частина: генеральний план, фасади, повздовжні та поперечні розрізи, план на відмітці 0.000; розрахунково-конструктивна частина: робочі креслення основних конструктивних елементів будівлі (фундаменти, монолітні сходи та монолітне перекриття); розділ технології будівельного виробництва: технологічна карта.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	доц. Резнік П.А.		
Розрахунково-конструктивний (підземна)	доц. Александрович В.А.		
Розрахунково-конструктивний (надземна)	доц. Резнік П.А.		
Технологічні рішення та організація будівництва	проф. Ватуля Г.Л.		
Охорона праці	доц. Косенко Н.О.		
Нормоконтроль	доц. Пустовойтова О.М.		

7. Дата видачі завдання: 01 червня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Архітектурно-будівельний	01.06.26 – 10.06.26	виконано
2.	Розрахунково- конструктивний (підземна)	05.06.26 – 15.06.26	виконано
3.	Розрахунково- конструктивний (надземна)	05.06.26 – 15.06.26	виконано
4.	Технологічні рішення та організація будівництва	05.06.26 – 15.06.26	виконано
5.	Охорона праці	10.06.26 – 15.06.26	виконано
6.	Нормоконтроль	15.06.26 – 20.06.26	виконано

Студентка групи ПЦБ 2023-1у: Анісімова А.Д.



Керівник проекту: к.т.н., доц. Резнік П.А.



ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	6
1.1 Загальні дані.....	6
1.2 Генеральний план.....	7
1.3. Архітектурно-планувальні рішення	9
1.4. Конструктивні рішення.....	10
1.5. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	12
1.6. Інженерне обладнання.....	12
1.6.1 Водопостачання та водовідведення	12
1.6.2. Опалення.....	13
1.6.3. Електропостачання.....	13
1.6.4. Вентиляція.....	13
1.6.5. Протипожежні заходи.....	13
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	15
2.1 Основи та фундаменти.....	15
2.1.1. Інженерно-геологічні умови майданчику	15
2.2. Розрахунок конструкцій будинку	18
2.2.1. Загальні відомості	18
2.2.2. Розрахунок несучої здатності цегляного стовпа.....	19
2.2.3. Збір навантаження на конструкцію перекриття та покриття	20
2.2.5. Снігове навантаження.....	22
2.2.6. Навантаження від вітрового тиску.....	22
2.2.7. Корисні навантаження.....	24
2.3. Побудова розрахункової моделі	24
2.3.1. Розрахунок монолітного стрічкового фундаменту.....	25
2.3.3. Розрахунок армування монолітної плити перекриття.....	27
2.3.4. Розрахунок монолітних сходів	29
2.3.5. Розрахунок дерев'яних конструкцій покрівлі.....	30
2.3.6. Розрахунок рядової крокви	31
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	36
3.1 Загальна частина та галузь застосування.....	36
3.2 Технологія та організація виконання робіт	37
3.2.1 Підготовчі роботи та монтаж опалубки	37
3.2.2 Арматурні роботи.....	39
3.2.3 Підбір машин та механізмів	39

3.2.4 Підбір складу комплексної бригади	41
3.2.5 Приймання та укладання бетонної суміші.....	42
3.2.6 Догляд за бетоном у період твердіння	43
3.2.7 Демонтаж опалубки	43
3.2.8. Графік виконання робіт.....	44
3.3 Охорона праці та техніка безпеки	45
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	46
4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні.....	46
4.1.1. Особливості об'єкта проєктування та соціально-економічний аспект безпеки	48
4.4.3. Архітектурно-планувальні рішення	54
4.4.4. Заходи безпеки в умовах воєнної агресії	55
4.4.5. Заходи пожежної безпеки на будівельному майданчику та в будівлі.....	55
4.5. Висновки	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні дані

Відповідно до виданого завдання розроблено дипломний проєкт на будівництво малоповерхового житлового будинку з монолітним залізобетонним перекриттям у м. Дергачі, Харківської області;

Площа забудови – 236,034 м²;

Клас відповідальності будівлі СС1, коефіцієнт надійності за відповідальністю 0,95;

Згідно карти районування території України, приведеної в ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [8], місто розташоване в І кліматичному районі. Будівництво запроєктовано з урахуванням природно-кліматичних, демографічних та інших місцевих умов в будівельно-кліматичній зоні, які характеризують місце будівництва такими факторами:

- Вітрове навантаження – $W_0 = 430 \text{ Па} = 43 \text{ кг/м}^2$;
- Снігове навантаження – 1600 Па;
- Нормативна глибина промерзання – 1,0 м;
- Найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,98 – -26 °С;
- Найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0,99 – +25 °С;
- Клімат - помірно континентальний з м'якою зимою і теплим літом.
- Зона вологості – достатньо волога;
- Найбільша висота снігового покриву – 50 см;

Будівля відповідає таким вимогам:

- Клас будівлі – СС1;
- Ступінь довговічності – II (50-100 років);
- Ступінь вогнестійкості – III.

Згідно з технічними умовами, будівля оснащується системами опалення та вентиляції, постачанням холодної і гарячої води, каналізацією, охоронною сигналізацією, відеоспостереженням та електропостачанням. Візуальне представлення екстер'єру розробленого проєкту наведено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 - Екстер'єр розробленого проекту

1.2 Генеральний план

Ділянка під будівництво індивідуального житлового будинку розташована в м. Дергачі Харківської області на пров. Тихому. Прямокутна форма території та її пологий рельєф є оптимальними для виконання будівельних робіт і організації водовідведення. Усі планувальні рішення відповідають чинним містобудівним, протипожежним і санітарним нормам. Схема генерального плану зображена на рис. 1.2, а його основні техніко-економічні показники наведені в табл. 1.1. Вхід та в'їзд на територію чітко розмежовані між собою: автомобільні ворота розташовані прямо навпроти гаража, а для пішоходів облаштовано окрему хвіртку.

Композиційним центром зони відпочинку на внутрішньому подвір'ї виступає басейн. Зв'язок із відпочинковою зоною на задньому дворі забезпечує пішохідна доріжка, що проходить з правого боку будівлі. Вільна від забудови та мощення площа підлягає комплексному благоустрою: проєкт передбачає висадку декоративних листяних дерев, облаштування квітників і створення «живого екрана» з чагарників уздовж огорожі. Задля збереження естетики ландшафту інженерні мережі прокладено підземним способом, а захист конструкцій від опадів забезпечує внутрішня зливово каналізація. Проєктні рішення повністю виконані з дотриманням вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [12].

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники генплану

<i>№ п/п</i>	<i>Найменування</i>	<i>Одиниці виміру</i>	<i>Кількість</i>
1	Площа забудови (будинок без тераси)	м ²	184,84
2	Загальна площа будинку з площею тераси та ганку головного входу зі знижувальним коефіцієнтом 0,3	м ²	249,79
3	Загальний будівельний обсяг всього будинку, у тому числі: вище за відмітку 0.000	м ³	1062,0
4	Відсоток озеленення	м ³	35,0

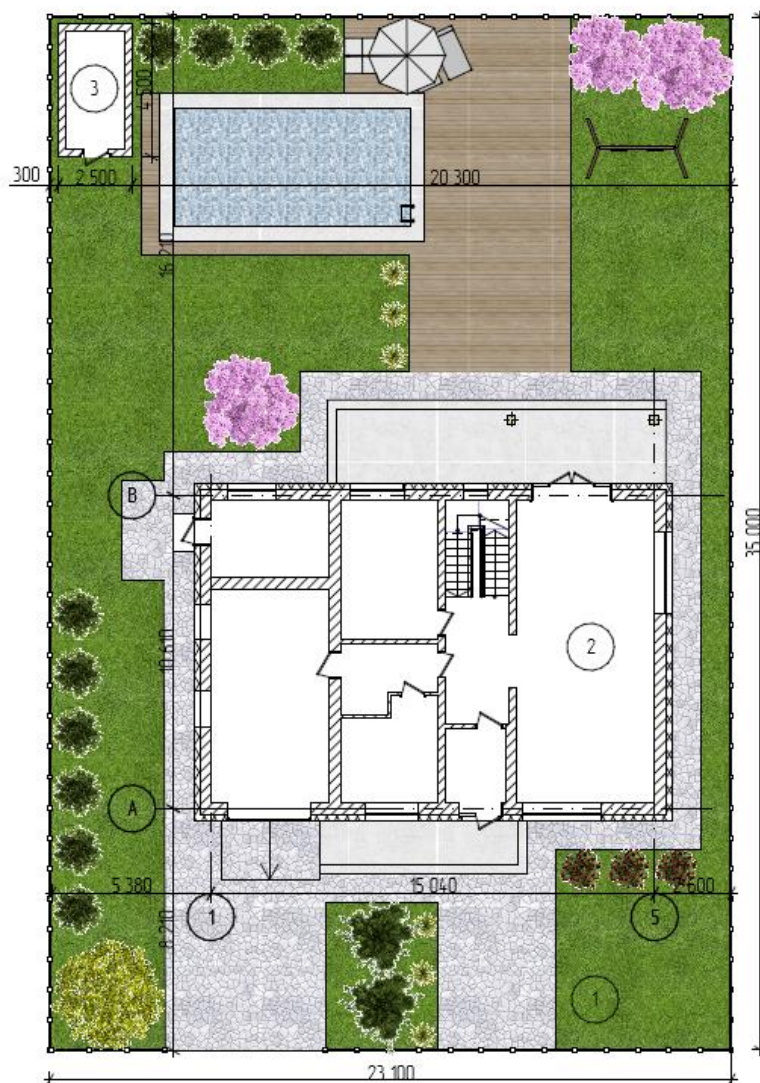


Рисунок 1.2 – Генеральний план

1.3. Архітектурно-планувальні рішення

Об'єктом проектування є двоповерховий житловий будинок із габаритними розмірами в осях 10,61 x 15,04 м. За умовну відмітку 0.000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху. Головний вхід до будівлі організовано з південного боку, що забезпечує зручний зв'язок із прибудинковою територією та раціональне використання природного освітлення.



Рисунок 1.3. – Фасади будинку

Внутрішній простір сформовано з дотриманням принципів чіткого функціонального зонування. Вертикальне сполучення між першим і другим поверхами забезпечують сходи, які розміщені безпосередньо в центральній частині будинку. Перелік, призначення та точні площі кожної кімнати зведені у табл.1.2.

Таблиця 1.2 – Експлікація приміщень.

№ прим.	Найменування	Площа приміщ.,м ²
1	Тамбур	5,75
2	Ванна кімната	10,71
3	Коридор	6,89
4	Кабінет	15,58
5	Хол	16,77
6	Кухня-вітальня	49,12
7	Кладова	10,84
8	Гараж	30,50
9	Хол	24,12
10	Спальна кімната	19,05
11	Гардеробна	4,92
12	Гостьова кімната	12,54
13	Санвузол	6,03
14	Спальна кімната	16,24
	Загальна площа	229,06

1.4. Конструктивні рішення

Несучими конструкціями будівлі є стіни з керамоблоків “Porotherm”.

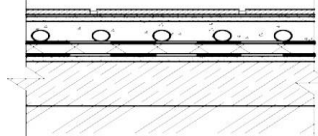
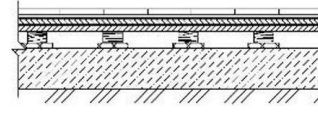
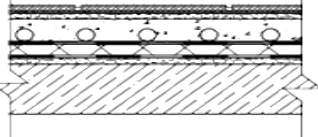
- Зовнішні стіни з керамоблоків “Porotherm”, товщ. 380 мм.
- Внутрішні стіни з керамоблоків “Porotherm”, товщ. 380мм та 250 мм.

Для надійної опори консольної частини другого поверху, під балконом встановлено два цегляних стовпа розміром – 380 x 380 мм, які забезпечують стійкість монолітної плити та сприймають навантаження від виносної конструкції.

- Перегородки - цегляні 120 мм.
- Перекриття – монолітні залізобетонні плити – 100 та 200 мм.
- Покрівля – скатна. Покриття покрівлі – металочерепиця.
- Облицювання - комбіноване рішення: високоякісна декоративна штукатуркою по армуючій сітці з наступним фарбуванням фасадними гідрофобними фарбами та окремі ділянки стін облицюються вентиляльованими панелями, які захищені від корозії та забезпечують природне відведення вологи.

- Вікна - металопластикові вікна з двокамерними склопакетами.
- Двері - скляні двері, металеві, протиударні, із додатковим верхнім склінням, внутрішні міжкімнатні двері — дерев'яні.
- Підлога – наливна підлога, керамічна плитка, ламінат.

Таблиця 1.3 – Експлікація підлоги

Номер приміщення	Шари підлоги	Схема підлоги	Площа підлоги, м ²
7,8	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наливна підлога 2. Вирівнююча стяжка – 30мм 3. Гідроізоляція 4. Монолітна плита перекриття 5. Ущільнений ґрунт 		41,34
1,2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Керамічна плитка – 8 мм 2. Клей – 5мм 3. Гідроізоляція Ceresit CL-51 - 2мм 4. Цементно-піщана стяжка – 35 мм 5. Монолітна плита перекриття 6. Ущільнений ґрунт 		16,46
3,4,5,6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ламінат - 8 мм 2. Підкладка - 3 мм 3. Стяжка цементно-піщана армована - 35 мм 4. Плівка поліетиленова - 2 мм 5. Монолітна з/б плита - 100 мм 6. Ущільнений ґрунт 		88,36
14	<ol style="list-style-type: none"> 1. Керамічна плитка - 8мм 2. Клей - 5мм 3. Гідроізоляція Ceresit CL-51 - 2мм 4. Цементно-піщана стяжка - 65 мм 5. Монолітна з/б плита (С16/20) - 200 мм 		6,03
10,11,12,13	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ламінат - 8 мм 2. Підкладка під покриття - 5 мм 3. Стяжка цементно-піщана - 50 мм 4. Звукоізоляція - 40 мм 5. Плівка поліетиленова - 2 мм 6. Монолітна з/б плита 200 мм 		76,87

1.5. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Для цього розрахунку, нам необхідно скористатися ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [10].

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 [10] по карто-схемам температурних зон України, м. Дергачі, Харківської області відноситься до І зони.

Зовнішня стіна:

1. Стіна з керамоблоків «Porotherm»

$$\rho_0=1400 \text{ кг/м}^3, \lambda_1 = 0,64 \text{ Вт/м К}, \delta_1 = 380 \text{ мм};$$

2. Утеплювач мінераловатний

$$\rho_0=75 \text{ кг/м}^3, \lambda_2 = 0,062 \text{ Вт/м К}, \delta_2 = 200\text{мм};$$

3. Вентиляційний зазор

$$\lambda_3 = 0,14 \text{ Вт/м К}, \delta_3 = 20 \text{ мм}.$$

$$\begin{aligned} R_0 &= \frac{1}{\alpha_B} + R_1 + R_2 + R_3 + R_3 + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_3} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,64} + \frac{\delta_2}{0,062} + \frac{0,02}{0,14} + \frac{1}{23} = 4,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \geq 4. \end{aligned}$$

Приймаю утеплювач $\delta_2 = 200 \text{ мм}$.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків згідно ДБН В.2.6-31:2021 [10]. - $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

$R_0 > R_{q \text{ min}}$ – Умова виконується.

1.6. Інженерне обладнання

1.6.1 Водопостачання та водовідведення

Інженерне забезпечення об'єкта розроблено з урахуванням нормативних вимог ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»[11]. Господарсько-питне холодне водопостачання будівлі здійснюється від існуючих зовнішніх міських мереж згідно з технічними умовами підключення. Приготування гарячої води передбачено за індивідуальною схемою шляхом встановлення електричного водонагрівального котла, що забезпечує необхідну розрахункову витрату для санітарно-гігієнічних потреб. Відведення господарсько-побутових стічних вод запроєктовано до зовнішньої

каналізаційної мережі за організованою схемою з дотриманням нормативних ухилів трубопроводів.

1.6.2. Опалення

Джерелом теплової потужності для систем життєзабезпечення будівлі слугує електричний котел, установлений у кладовому приміщенні на відмітці першого поверху. Гідравлічна схема системи опалення є закритою, двотрубною, із примусовим рухом робочого середовища. Тепловиділення у внутрішній об'єм приміщень реалізовано за допомогою сталевих панельних радіаторів із донним підключенням. Усі опалювальні прилади обладнані термостатичною арматурою, що забезпечує можливість автономного покімнатного регулювання параметрів мікроклімату.

1.6.3. Електропостачання

Електропостачання будівлі здійснюється від централізованих зовнішніх електромереж напругою 380/220 В. Ввідно-розподільний пристрій розміщується згідно з нормами електробезпеки. Розрахункові електричні навантаження враховують побутові споживачі, мережі освітлення, а також силове технологічне обладнання інженерних систем об'єкта (включно з насосним устаткуванням для басейну). Розподільна мережа виконується кабелями з мідними жилами у вогнестійкій ізоляції прихованим способом.

1.6.4. Вентиляція

Повітрообмін у будівлі організовано за допомогою системи природної витяжної вентиляції. Видалення відпрацьованого повітря здійснюється через вертикальні вентиляційні канали, влаштовані безпосередньо у внутрішніх цегляних стінах. Витяжка передбачена з приміщень із підвищеним виділенням вологи та запахів (санітарні вузли, кухня). Приплив свіжого повітря здійснюється неорганізованим шляхом — через віконні провітрювачі.

1.6.5. Протипожежні заходи

Протипожежні заходи для двоповерхового будинку включають комплекс заходів для забезпечення безпеки мешканців і мінімізації ризику

пожежі. Ось основні з них:

Протипожежний захист двоповерхового житлового будинку реалізовано комплексом об'ємно-планувальних та інженерно-технічних рішень:

1. Застосування сертифікованих будівельних та оздоблювальних матеріалів із нормованими межами вогнестійкості та показниками поширення полум'я (особлива увага приділена вогнезахисту дерев'яних елементів двосхилої покрівлі та конструкцій мансардного поверху).
2. Влаштування протипожежних перешкод для локалізації можливих осередків загоряння, у тому числі надійне відокремлення об'єму вбудованого гаража від житлових приміщень.
3. Обладнання приміщень автономними димовими сповіщувачами для раннього виявлення задимлення.
4. Забезпечення об'єкта первинними засобами пожежогасіння, розміщеними у легкодоступних місцях, з урахуванням підвищеної пожежної небезпеки кухні та гаража.
5. Резервування можливості подальшої інтеграції системи автоматичного пожежогасіння (спринклерного типу) як додаткового заходу безпеки.
6. Проектування двох незалежних шляхів евакуації згідно з вимогами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»[6].
7. Організація альтернативних засобів порятунку для другого поверху (передбачення технічної можливості застосування евакуаційних драбин з віконних прорізів).
8. Розроблення графічних планів евакуації з розміщенням їх на шляхах руху мешканців.
9. Застосування виключно сертифікованої кабельно-провідникової продукції у комплексі з апаратами захисту від струмів короткого замикання та перевантажень.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Основи та фундаменти

2.1.1. Інженерно-геологічні умови майданчику

За ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [8] майданчик інженерно-геологічних вишукувань, розташований у межах м. Дергачі Харківської області, віднесено до першого (I) кліматичного району України, що характеризується помірно-континентальними умовами з вираженою сезонністю температур та періодичним промерзанням ґрунтів у зимовий період.

Територія ділянки характеризується складними інженерно-геологічними умовами, що проявляються у частій зміні складу ґрунтів різного генезису як четвертинного, так і палеогенового віку. Літологія глинистих відкладів варіює від супіщаних до суглинистих та глинистих різновидів. У межах розрізу піщані відклади еолового походження місцями поєднуються з алювіальними утвореннями. За результатами вишукувань до глибини 15,0 м у межах ділянки виділено такі інженерно-геологічні елементи (ІГЕ):

ІГЕ-1 Рослинно-ґрунтовий шар.

ІГЕ-2 Пісок сіро-бурий, мілкий, середньої щільності, мало вологий, з відносно рівномірною структурою, слабо ущільнюється при навантаженні;

ІГЕ-3 Пісок жовто-бурий, середньої крупності, щільний, мало вологий, характеризується підвищеною несучою здатністю;

ІГЕ-4: Суглинок буро-жовтий, туго-пластичний, схильний до сезонних змін міцності та деформацій;

ІГЕ-5: Глина бура, туго пластична, з органічними включеннями органічної речовини, характеризується підвищеною пластичністю.

2.1.2. Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Ґрунти ІГЕ-1 належать до непридатних для будівництва, оскільки розташовані в зоні сезонного промерзання та мають не насипну, не ущільнену структуру, тому їх не рекомендують використовувати як основу

фундаментів.

Ґрунти ІГЕ-2 відносяться до першого типу ґрунтових умов за просадністю, оскільки при замочуванні не спостерігається їх структурного руйнування та значних додаткових деформацій. Осідання можливе лише у вигляді незначного ущільнення під навантаженням. Глибини промерзання ґрунтів розраховано за формулами та даними згідно ДБН В.2.1- 10-2018[9] та ДСТУ Н.Б.В 1.1-27:2010 [8].

– Нормативна глибина промерзання ґрунтів становить – 1,0 м.

– Розрахункова глибина промерзання – 1,0 м.

За результатами польового обстеження небезпечних інженерно-геологічних процесів, таких як зсуви, ерозійні прояви, суфозія або підтоплення, на території ділянки не виявлено. Відповідно до вимог ДБН В.1.1-25-2009 [13] територія класифікується як не підтоплювана, що свідчить про відносно сприятливі умови для будівельного освоєння.

Таблиця 2.1. Фізико-механічні характеристики ґрунту. Свердловина 1.

Номер інженерно-геологічного Елемента	Назва елемента	Вологість природна, w , %	Вологість на межі пластичності, w_p , %	Вологість на межі текучості, w_L , %	Число пластичності, I_p , %	Показник текучості, I_L	Питома вага ґрунту, γ , кН/м ³	Питома вага частинок, γ_s , кН/м ³	Питома вага сухого ґрунту γ_d , кН/м ³	Коефіцієнт пористості, e	Пористість n , %	Ступінь вологості, S_r	Питома вага ґрунту зваженого у воді, γ_{sb} , кН/м ³	Кут внутрішнього тертя, ϕ , градуси	Питоме зчеплення, C_d , кПа	Модуль деформації в природному стані E , МПа	Умовний розрахунковий опір, R_0 , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ІГЕ 1	Рослинно-ґрунтовий шар	До використання як природна основа не рекомендується															
ІГЕ 2	Пісок сіро-бурий, мілкий, сер. щільності (мало вологий)	10,6	-	-	-	-	17,16	26,2	15,52	0,69	40,76	0,40	9,59	30,4	1,2	24	300
ІГЕ 3	Пісок жовто-бурий, сер. крупності, щільний(мало вологий)	7,8	-	-	-	-	18,57	26,2	17,23	0,52	34,24	0,39	10,66	38,6	2,3	43	500
ІГЕ 4	Суглинок буро-жовтий, туго-пластичний	25,13	17,9	32,47	14,57	0,5	18,57	27,18	14,84	0,83	45,4	0,82	9,32	19,4	19	11,6	187
ІГЕ 5	Глина бура, туго пластична, з органічними включеннями	30,68	21,83	42,43	20,6	0,43	18,94	27,32	14,49	0,89	46,96	0,94	9,16	15,2	40,6	13,8	236

2.1.3. Висновки і рекомендації

Інженерно-геологічні умови ділянки характеризуються як відносно складні, що зумовлено наявністю шаруватих піщаних, суглинкових та глинистих ґрунтів різної щільності та вологості. За категорією складності інженерно-геологічних умов ділянка відноситься до третьої категорії. За умовами потенційного підтоплення територія класифікується як невідтоплювана. Глибини промерзання ґрунтів, які розраховано за формулами, становлять: Нормативна глибина промерзання ґрунтів — 1,0 м. Розрахункова глибина промерзання — 1 м. Відповідно до Кошторисних норм України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1 “Земляні роботи” (КНУ РЕКНБ) [15], класифікація ґрунтів за труднощами розробки зведена у табл.2.2..

Таблиця 2.2. - Група ґрунтів за труднощами розробки

№ ІГЕ	Група ґрунтів за труднощами розробки
1	9В
2	29А
3	29Б
4	35В
5	36Б

В даних інженерно-геологічних умовах можливо використання фундаментів неглибокого закладення у вигляді стрічки та блоків ФБС на ґрунтах ІГЕ-2, 3.

2.2. Розрахунок конструкцій будинку

2.2.1. Загальні відомості

Район будівництва – Харківська обл., м. Дергачі.

Розміри будинку у вісях: Довжина 15,040 м; ширина 10,61м.

Клас відповідальності – СС1.

При розрахунку конструкцій прийнято наступні навантаження по ДБН В.1.2:2006 [14]:

- Снігове навантаження для 5 району -1600 КПа;
- Вітрове навантаження для 2 району -430 КПа.

За відносно позначку 0.000 прийнято рівень чистої підлоги 1-го поверху житлового будинку.

2.2.2. Розрахунок несучої здатності цегляного стовпа

Виконано відповідно до положень ДСТУ Б В.2.6-207:2015 «Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд» [18] за базовою формулою:

$$N_{Rd} = \Phi_m \cdot b \cdot t \cdot f_d,$$

де $b = 380$ мм, $t = 380$ мм.

Розрахункове значення міцності кладки на стиск за таблицею ДБН (табл..1.) або за формулою:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{5,05}{3,0} = 1,68 \text{ МПа},$$

в якій характеристичне значення міцності кладки на стиск

$$f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta = 0,55 \cdot 10^{0,7} \cdot 7,5^{0,3} = 5,05 \text{ МПа}$$

де α, β – значення коефіцієнтів $\alpha = 0,7, \beta = 0,3$ прийнято як для кладки, виконаній на будівельному розчині загального призначення; $f_b = 10,0$ МПа – для цегли марки М100; ; $f_m = 7,5$ МПа – для розчину марки М75; $K = 0,55$ – як для елементів (цегли) кладки групи 1.

Оскільки $h_{ef}/t = 0,75 \cdot 3,0/0,38 = 5,92 < 18$, тому у застосованій формулі несучої здатності значення коефіцієнта

$$\Phi_m = 0,9 \exp(-1,11 \cdot (\lambda - 0,063)^2) = 0,9 \exp(-1,11 \cdot 0,169^2) = 0,872,$$

Де приведена характеристика гнучкості

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E_0}} = 5,92 \cdot \sqrt{\frac{5,05}{650 \cdot 5,05}} = 0,232,$$

а характеристика гнучкості стовпа

$$h_{ef}/t = 0,75 \cdot 3,0/0,38 = 5,92 < 18.$$

Підставивши отримані значення усіх величин у вихідну формулу матимемо, що несуча здатність цегляного неармованого стовпа

$$N_{Rd} = \Phi_m \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,872 \cdot 380 \cdot 380 \cdot 1,68 = 211475 \text{ Н} = 211,5 \text{ кН.}$$

$$211,5 \text{ кН} > N_{Ed} = 122 \text{ кН,}$$

Тобто несуча здатність цегляного стовпа забезпечена.

Збір розрахункових навантажень на 1 м² балкона.

$$\text{Власна вага з/б плити товщ. 200 мм: } 0,2 \cdot 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1,1 = 550 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}.$$

$$\text{Решта навантажень (підлога, люди, сніг): } 556 \text{ кг /м}^2.$$

Загальне розрахункове навантаження на 1 м²: 550+556=1106 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \approx 1,11 \text{ тонн/м}^2$.

Площа балкона - 22 м² спирається на два стовпи: Вантажна площа на один стовп: 11 м².

Фактичне навантаження на один стовп $N_{Ed} = 11 \cdot 1,1 = 12,21 \text{ тонн} = 122 \text{ кН.}$

2.2.3. Збір навантаження на конструкцію перекриття та покриття

Перекриття будівлі виконано у вигляді монолітної залізобетонної плити.

Таблиця 2.3. – Розрахунок навантажень на міжповерхове перекриття

Вид навантаження	Підрахунок навантаження	Нормат. навант. кН /м ²	Коефф. надійності щодо навантаження γ_{fm}	Розрахункове навант. кН /м ²
1	2	3	4	5
Постійне:				
Керамічна плитка t = 8 мм; $\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$;	0,008·20	0,16	1,2	0,192
Клей t = 5 мм; $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;	0,005·18	0,09	1,3	0,117
Гідроізоляція Ceresit CL-51 t = 2 мм; $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$;	0,002·14	0,028	1,2	0,034

Продовження табл..2.3

Цементно-піщана стяжка t = 65 мм ρ = 1800 кг/м ³ ;	0,065·18	1,17	1,3	1,52
Монолітна з/б плита(С16/20) t =200 мм ρ =2500 кг/м ³ ;	0,2·25	5	1,1	5,5
Разом постійне:		g _n = 6,488	-	g =7,363
Тимчасове:		V _n = 2,0	1,2	V = 2,4
Повне навантаження:		q _n = 8,488	-	q = 9,763

Покриття будівлі виконано у вигляді кроквяної системи.

Таблиця 2.4. – Розрахунок навантажень на кроквяну систему.

Вид навантаження	Підрахунок навантаження	Нормат. навант. кН /м ²	Коефф. надійності щодо навантаження γ _{fm}	Розрахункове навант. кН /м ²
1	2	3	4	5
Постійне:				
Металочерепиця Monterrey t = 0,4 мм;	Маса на 1 м ² = 4 кг	0,04	1,05	0,042
Обрешітка 100x25 мм t = 25 мм; ρ = 500 кг/м ³ ;	$\frac{0,1 \cdot 0,025}{0,35} \cdot 5$	0,036	1,1	0,0396
Супердифузійна мембрана RoofGuard Super t= мм; ρ= кг/м ³ ;	Маса на 1 м ² = 0,125 кг	0,00125	1,2	0,0015
Контробрешітка 50x50 мм t=50 мм ρ= кг/м ³ ;	$\frac{0,05 \cdot 0,05}{0,6} \cdot 5$	0,0042	1,1	0,0046
Утеплювач мінераловатний t=150 мм ρ= 40 кг/м ³ ;	Маса на 1 м ² = 6 кг	0,06	1,2	0,072
Пароізоляція t=0,2мм ρ= 0,1 кг/м ³ ;	Маса на 1 м ² = 0,1 кг	0,001	1,2	0,0012
Кроква 200x50 мм t=200 мм ρ= 500 кг/м ³ ;	$\frac{0,2 \cdot 0,05}{0,6} \cdot 5$	0,083	1,1	0,092

Продовження табл..2.4

Разом постійне:		$g_n=0,225$	-	$g=0,249$
Тимчасове:	$1,6 \cdot 1 \cdot 1,1$	$V_n=1,76$	1,76	$V=3,1$
Повне навантаження:		$q_n=1,99$	-	$q=3,349$

2.2.5. Снігове навантаження

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

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_o \cdot C, \quad (1)$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаженням (визначається згідно з п. 8.11 ДБН В.1.2-2:2006);

S_o – характеристичне значення снігового навантаження (в Па), що визначається згідно з 8.5 та додатком Е ДБН В.1.2-2:2006 [14];

C – коефіцієнт, що визначається згідно п. 8.6 ДБН В.1.2-2:2006 [14]
при $\mu=1$ $S_m = 1,14 \cdot 1,6 \cdot 1 = 1,824 \text{ кН/м}^2$

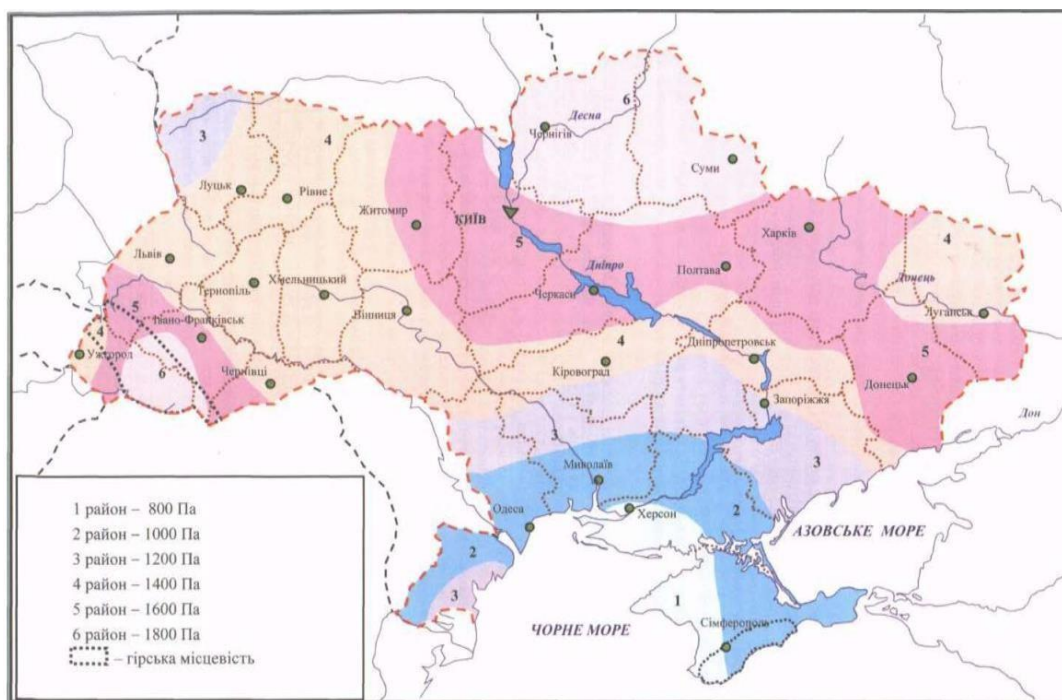


Рисунок 2.1 – Карта районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву

2.2.6. Навантаження від вітрового тиску

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_m = \gamma_n \times \gamma_{fm} \times W_o \times C, \quad (2)$$

де γ_{fm} – коеф. надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження (визначається відповідно до п. 9.14 ДБН В.1.2-2: 2006 [14]);

W_o – характеристичне значення вітрового тиску (визначається відповідно до п. 9.6 ДБН В.1.2-2: 2006);

C – коеф., який визначається відповідно до п. 9.7 ДБН В.1.2-2: 2006. $C =$

$$C_{aer} \times C_h \times C_{alt} \times C_{rel} \times C_{dir} \times C_d;$$

$$C_{aer} (\text{акт}) = -0,5; C_{aer} (\text{пас}) = -0,4;$$

За результатами розрахунку частот власних коливань будівлі (табл. 3.1 ДБН В.1.2-2: 2006) на дію всіх вертикальних навантажень було встановлено, що основний період коливань більше 0.25 сек. У зв'язку з чим, вітровий тиск на дану будівлю був визначений згідно п.п. 9.9 і табл. 9.02 Змін. №1 до ДБН В.1.2-2: 2006 [14].

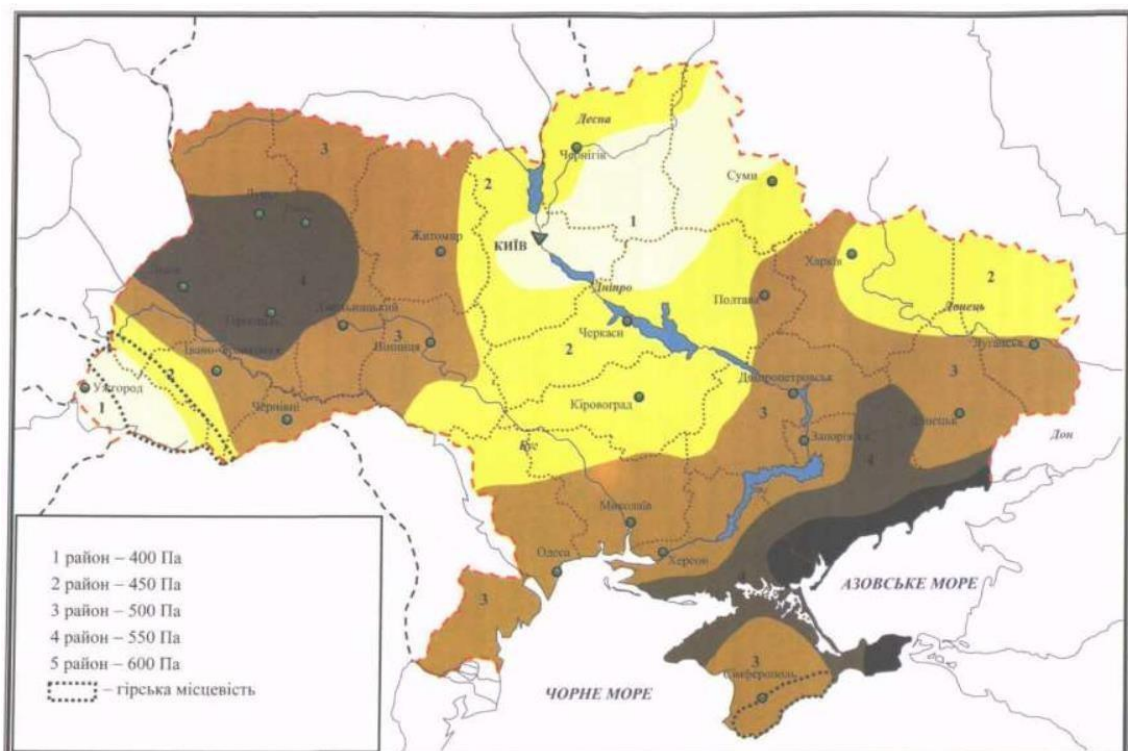


Рисунок 2.2 – Карта районування території України за характеристичними

значеннями вітрового тиску

2.2.7. Корисні навантаження

При розрахунку конструкцій даного приватного двоповерхового житлового будинку експлуатаційні (корисні) навантаження визначалися згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [14].

Нормативне рівномірно розподілене навантаження на міжповерхові перекриття, що враховує вагу людей, тварин, побутового устаткування, меблів та предметів побуту, становить $1,5 \text{ кН/м}^2$.

Водночас для несучих елементів даху враховано додаткове корисне навантаження на покрівлю. Відповідно до пункту 9 таблиці 6.2 зазначених будівельних норм, його мінімальне значення приймається на рівні $0,5 \text{ кН/м}^2$

2.3. Побудова розрахункової моделі

Просторова розрахункова модель приватного двоповерхового житлового будинку була створена у програмному комплексі ЛІРА-САПР 10. Моделювання виконувалося з урахуванням спільної роботи несучих елементів каркасу: стрічкового фундаменту, стін, монолітних плит перекриття, монолітних сходів та дерев'яної кроквяної системи даху. Схема сформована з використанням пластинчастих та стрижневих скінченних елементів. На етапі побудови були задані жорсткісні характеристики матеріалів, граничні умови спирання та сформовані завантаження (постійні, тимчасові, снігові та вітрові), які згодом були об'єднані у розрахункові сполучення навантажень (РСН) для подальшого аналізу напружено-деформованого стану будівлі.

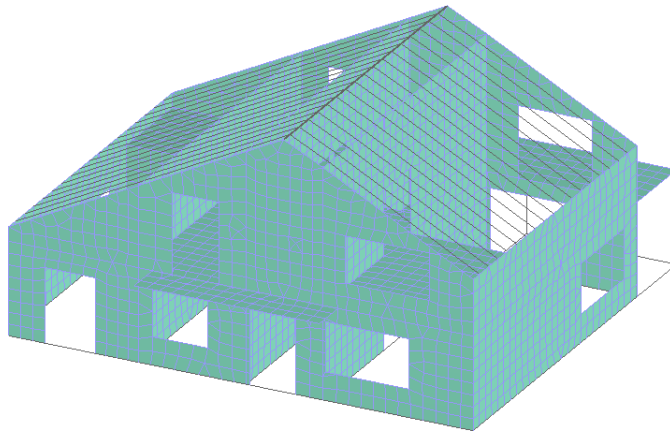


Рисунок 2.3. - Загальна просторова схема будівлі з ПК ЛІРА-САПР

2.3.1. Розрахунок монолітного стрічкового фундаменту

Відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення» [16], оцінка несучої здатності основи та напруженого стану фундаменту виконувалась на основі отриманих результатів розрахунку просторової моделі. Стрічковий фундамент змодельовано стрижневими елементами, що лежать на пружній основі. В результаті статичного розрахунку від дії розрахункових сполучень навантажень були визначені епюри згинальних моментів, поперечних та поздовжніх сил, що виникають у тілі фундаменту. Це дозволило визначити найбільш небезпечні перерізи для подальшого підбору робочої арматури.

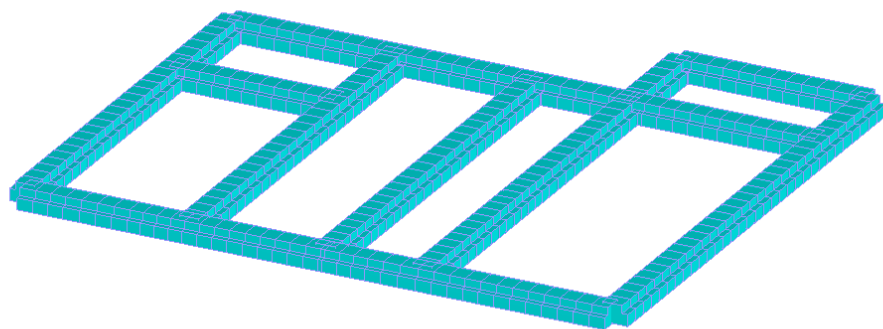


Рисунок 2.4. – 3D-схема стрічкового фундаменту в ПК ЛІРА-САПР 2010

2.3.2. Розрахунок армування фундаменту

Підбір площі перерізу поздовжньої та поперечної арматури стрічкового фундаменту виконано у конструюючій системі ЛІРА-САПР. Основною робочою арматурою прийнято стержні гарячекатаного періодичного профілю класу А500С. За результатами статичного розрахунку визначено необхідну площу поздовжнього армування для сприйняття діючих зусиль у верхній та нижній зонах перерізу.

Геометричний розклад арматури цілком підтверджується конструюванням: для фундаментної стрічки шириною 800 мм застосовано крок поздовжніх стержнів 200 мм, що утворює 4 рівні міжстержневі інтервали. На основі отриманих епюр армування прийнято наступне остаточне рішення:

- **Нижня зона:** для сприйняття максимальних розтягуючих зусиль від реакції відсічі ґрунту встановлюється 5 поздовжніх стержнів діаметром 16 мм (клас А500С) з кроком 200 мм.
- **Верхня зона:** для забезпечення просторової жорсткості каркаса та сприйняття можливих від'ємних моментів встановлюється 3 поздовжні стержні діаметром 16 мм (клас А500С).

Прийняте конструктивне рішення з використанням арматури $\varnothing 16$ А500С повністю задовольняє вимоги щодо міцності перерізу.

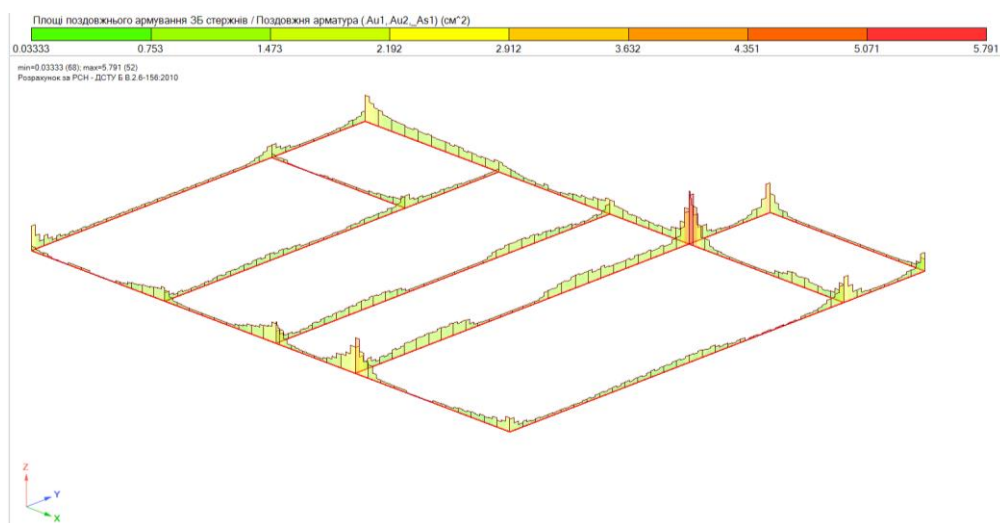


Рисунок 2.5. – Площа поздовжнього армування фундаменту

2.3.3. Розрахунок армування монолітної плити перекриття

Визначення необхідної площі арматури монолітної плити перекриття виконувалось у два етапи: проведення статичного розрахунку для отримання внутрішніх зусиль та безпосередній підбір перерізів стержнів у конструюючому модулі програмного комплексу ЛІРА-САПР.

На першому етапі в результаті розрахунку просторової моделі під дією розрахункових сполучень навантажень (РСН) були сформовані ізополя згинальних моментів. Аналіз міцності плити проводився за двома напрямками — вздовж локальних осей пластинчатих елементів X та Y. Згинальні моменти M_x та M_y (рис. 2.6-2.7) визначають зони виникнення найбільших розтягуючих напружень у плиті: у прогонах (нижня зона плити) та над опорними елементами — стінами й колонами (верхня зона плити).

На другому етапі, керуючись отриманими ізополями зусиль, виконано автоматизований підбір поздовжньої арматури. Для армування плити перекриття прийнято гарячекатану арматуру періодичного профілю класу А500С. Конструювання монолітної плити реалізовано за принципом поєднання фонового та додаткового армування.

Фонове армування монолітної плити перекриття влаштовується у вигляді зварних або зв'язаних сіток у нижній та верхній зонах перерізу. В якості фонові прийнято арматуру $\varnothing 10$ А500С з кроком стрижнів 200x200 мм в обох напрямках. Ця арматура є безперервною по всій площі плити, сприймає основну частину експлуатаційних навантажень, а також розподіляє температурно-усадочні напруження в бетоні.

У місцях, де діючі згинальні моменти перевищують несучу здатність прийнятої фонові арматури, розрахунковий комплекс зафіксував потребу в локальному підсиленні (додатковому армуванні). Зокрема, для надійного сприйняття пікових від'ємних моментів, що зосереджуються над опорами перекриття, конструктивним рішенням передбачено влаштування додаткового верхнього армування. На основі аналізу полів необхідної арматури, до базової фонові сітки на локальних ділянках з найбільшим напруженням

встановлюються додаткові підсилюючі стрижні діаметром $\varnothing 12$ A500С. Застосування такого комбінованого армування забезпечує достатню несучу здатність конструкції в зонах дії максимальних опорних моментів та сприяє раціональному використанню матеріалів.

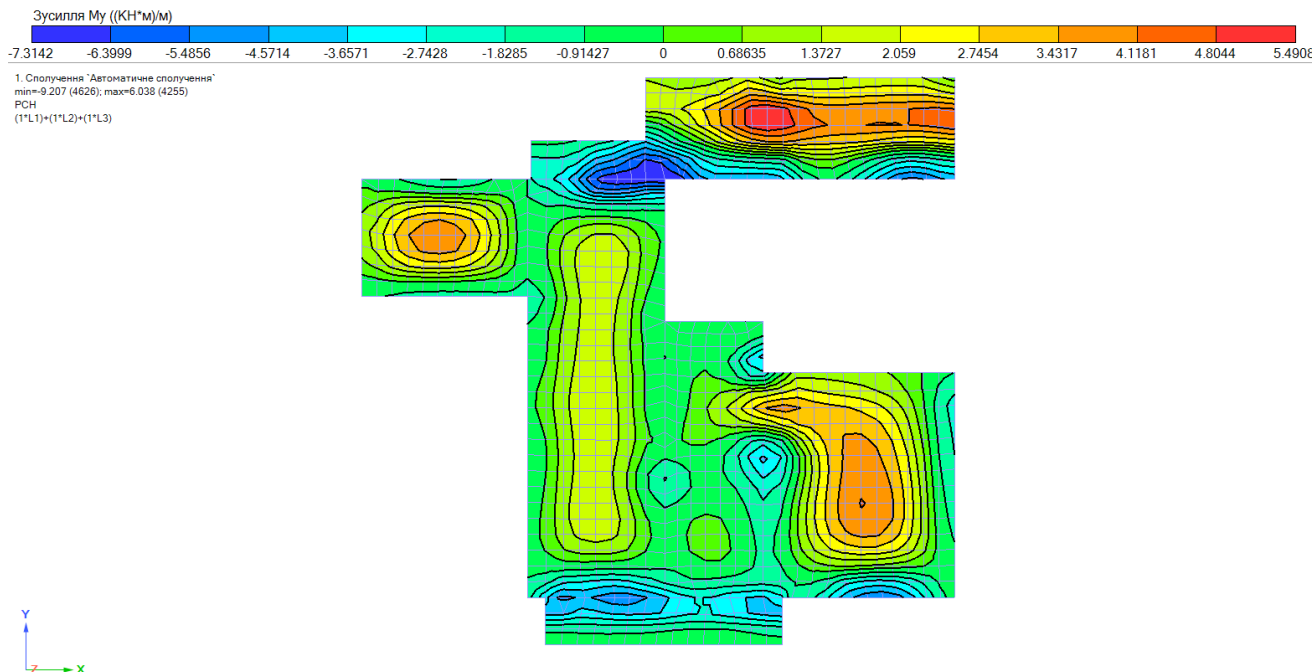


Рисунок 2.6. – Ізополе зусиль M_y у плиті перекриття

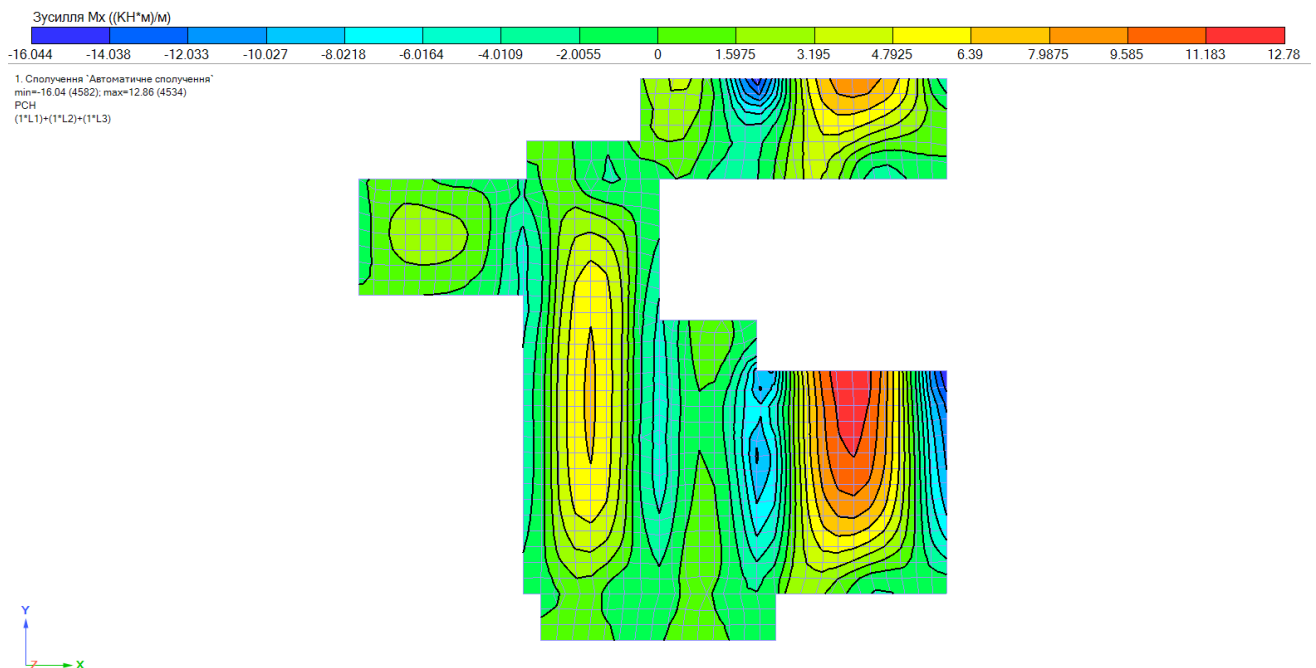


Рисунок 2.7. - Ізополе зусиль M_x у плиті перекриття



Рисунок 2.8. - Ізополе армування у нижній зоні плити перекриття по осі X

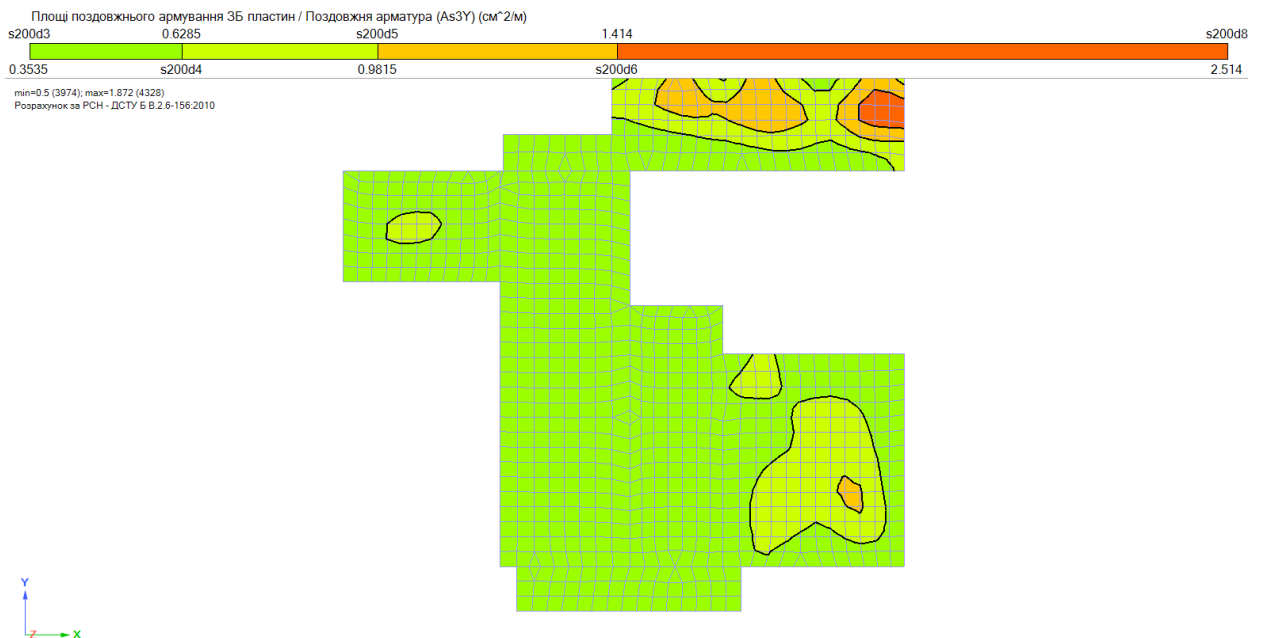


Рисунок 2.9. – Ізополе армування у верхній зоні плити перекриття по осі Y

2.3.4. Розрахунок монолітних сходів

Монолітні сходи розраховано як просторову систему, що складається з похилих маршів та сходових майданчиків, змодельованих пластинчастими елементами. Після визначення внутрішніх зусиль виконано підбір армування (клас A500C). За результатами розрахунку визначено площу повної арматури. В основному масиві плити маршу достатньо армування діаметром 6 мм з кроком 200 мм, однак у розтягнутих зонах (зокрема по осі Y біля нижньої грані) вимагається встановлення арматури діаметром 8 мм з кроком 200 мм.

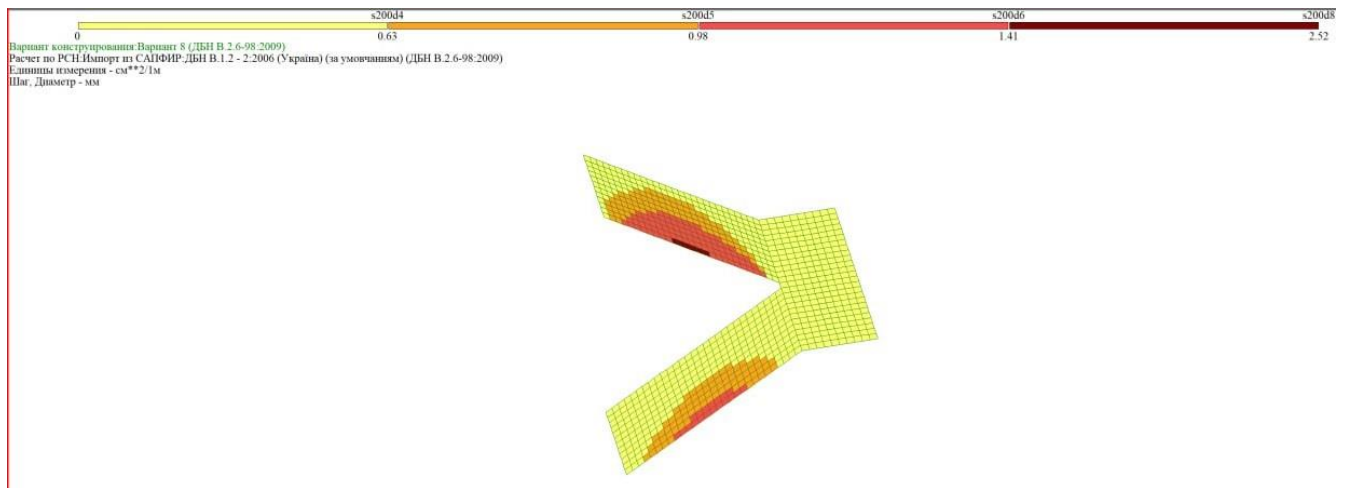


Рисунок 2.10 – Площа арматури монолітних сходів

2.3.5. Розрахунок дерев'яних конструкцій покрівлі

Просторова модель кроквяної системи дозволила достовірно оцінити розподіл зусиль від власної ваги покрівлі, снігового та вітрового навантажень. Для стрижневих елементів даху були отримані епюри згинальних моментів M_y (рис. 2.11) та перерізуючих сил Q_z (рис.2.12). Аналіз епюри M_y показує, що максимальні згинальні моменти в системі досягають значень 3.575 кНм, а мінімальні складають -4.465 кНм. На основі цих даних розраховано відсоток використання несучої здатності дерев'яних елементів, що підтверджує їх експлуатаційну придатність та відсутність перенапружених ділянок.

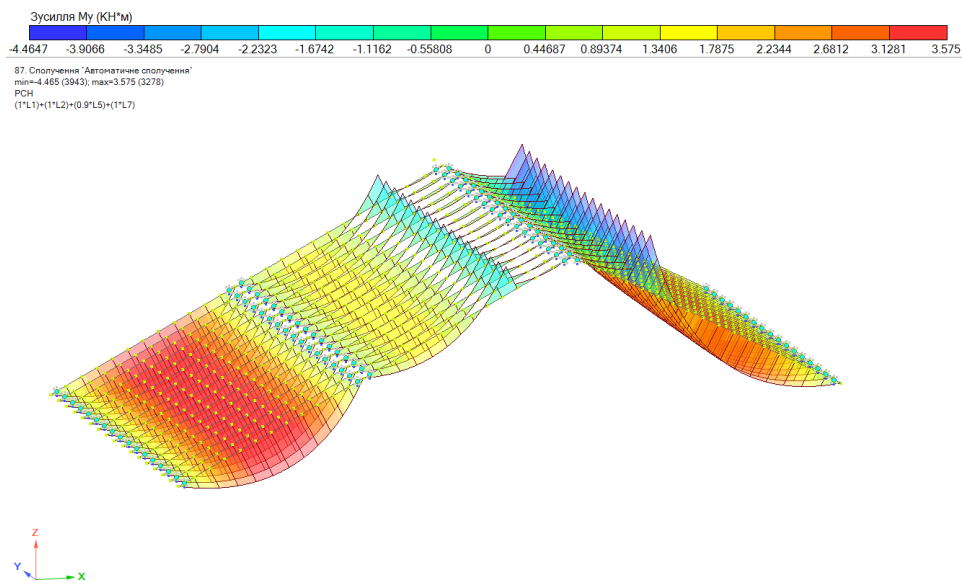


Рисунок 2.11 – Зусилля M_y в конструкції покрівлі

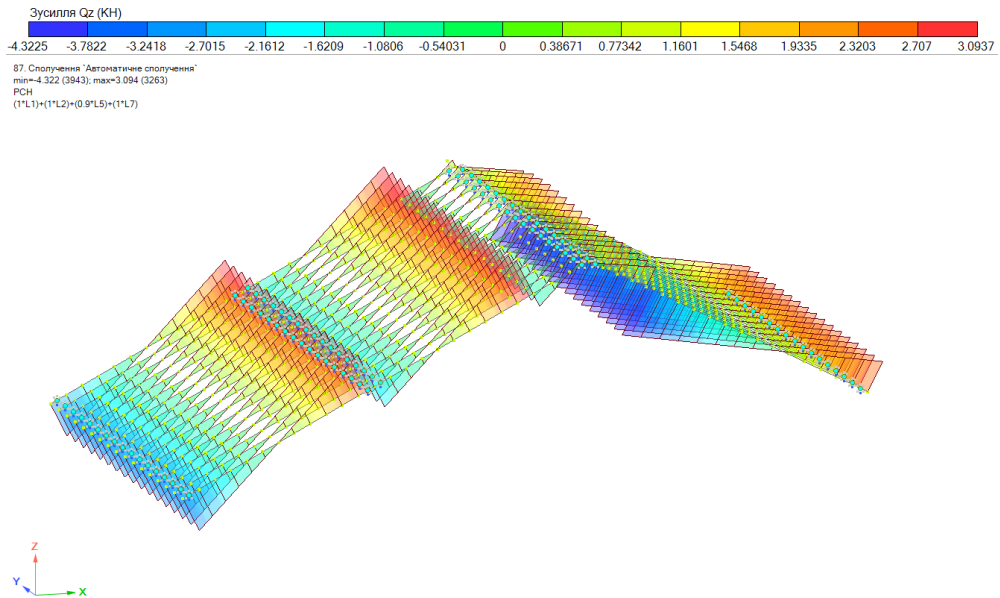


Рисунок 2.12 – Епюра зусилля Qz в системі покрівлі

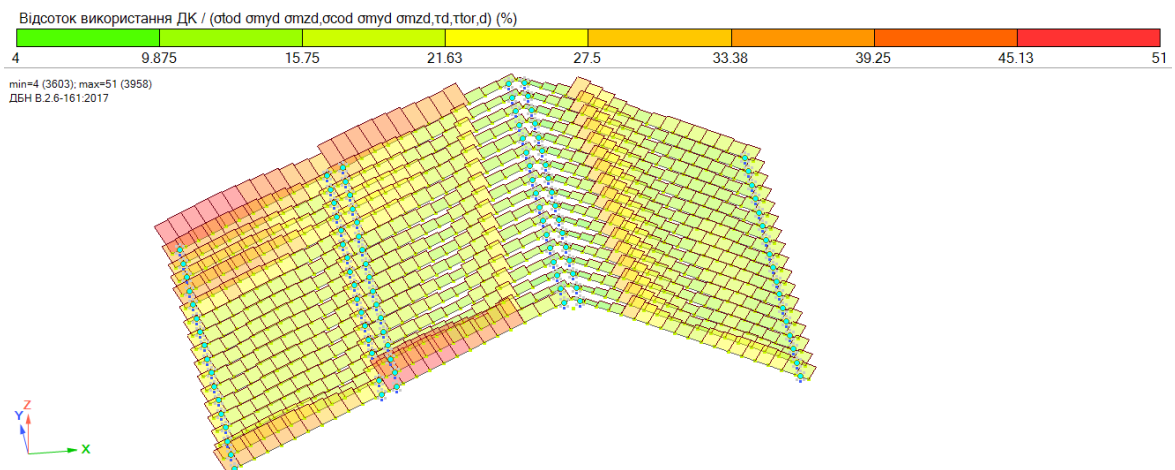


Рисунок 2.13 – Відсоток використання дерев'яних конструкцій

2.3.6. Розрахунок рядової крокви

Для підтвердження надійності кроквяної системи виконано детальну перевірку міцності найбільш навантаженого елемента — рядової крокви. Розрахунок включав перевірку міцності елемента, що працює на косий згин. Були проаналізовані нормальні напруження при розтягу, а також виконано перевірку надійності перерізу на одночасну дію стиску та згину. Результати перевірки підтверджують, що прийняті геометричні розміри перерізу крокви задовольняють вимоги діючих норм щодо міцності та просторової стійкості.

Аналіз роботи дерев'яного елемента на розтяг при косому згині фіксує мінімальне напруження, яке становить усього 14% від гранично допустимого значення. Задана умова міцності повністю виконується, залишаючи значний експлуатаційний резерв для безпечної роботи конструкції.

✓ 14 % | Перевірка міцності елемента, що працює на косий згин по нормальним напруженням при розтягу: Умова забезпечена.

$$\sigma \leq 1 \quad \text{і} \quad \sigma \leq 1$$

$$0.137 \leq 1 \quad \text{і} \quad 0.09627 \leq 1$$

σ : нормальне напруження,

$$\sigma = \left| \frac{N}{A} \right| + \left| \frac{M_y}{W_y} \right| + \left| \frac{M_z}{W_z} \right| \frac{k_m}{f_{md}}$$

$$\sigma = \left| \frac{0.0043169}{30000} \right| + \left| \frac{3.42}{1500000} \right| + \left| \frac{0.0016863}{500000} \right| * \frac{0.7}{16615.385} = 0.137$$

N	• поздовжнє зусилля в перерізі, КН	0.0043169
A	• площа перерізу бруцто, мм ²	30000
M _y	• згинальний момент відносно осі Y1, КН*м	3.42
W _y	• момент опору перерізу відносно осі Y1, мм ³	1500000
M _z	• згинальний момент відносно осі Z1, КН*м	0.0016863
W _z	• момент опору перерізу відносно осі Z1, мм ³	500000
k _m	• коефіцієнт, що враховує перерозподіл напружень і вплив неоднорідності матеріалу в поперечному перерізі,	0.7

f_{t,d} : розрахункове значення міцності при розтягу, КПа

$$f_{t,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_m}$$

$$f_{t,d} = \frac{0.9 * 14000}{1.3} = 9692.308$$

f _{t,0,k}	• характеристичне значення міцності при розтягу, КПа	14000
γ _m	• коефіцієнт надійності за матеріалом,	1.3

k_{mod} : коефіцієнт, що враховує тривалість дії навантаження та температурно-вологісні умови експлуатації,

$$k_{mod} = k_{mod}$$

k _{mod}	• коефіцієнт, що враховує тривалість дії навантаження та температурно-вологісні умови експлуатації,	0.9
------------------	---	-----

f_{md} : розрахункове значення міцності при згині, КПа

$$f_{md} = \frac{k_{mod} f_{m,k}}{\gamma_m}$$

$$f_{md} = \frac{0.9 * 24000}{1.3} = 16615.385$$

$f_{m,k}$ • характеристичне значення міцності при згині, КПа 24000
 γ_m • коефіцієнт надійності за матеріалом, 1.3

k_{mod} : коефіцієнт, що враховує тривалість дії навантаження та температурно-вологісні умови експлуатації,

$$k_{mod} = k_{mod}$$

k_{mod} • коефіцієнт, що враховує тривалість дії навантаження та температурно-вологісні умови експлуатації, 0.9

σ : нормальне напруження,

$$\sigma = \frac{\left| \frac{N}{A} \right|}{f_{t,d}} + \left| \left[\frac{M_y}{W_y} \right] \right| \frac{k_m}{f_{md}} + \frac{\left| \frac{M_z}{W_z} \right|}{f_{md}}$$

$$\sigma = \frac{\left| \frac{0.0043169}{30000} \right|}{9692.308} + \left| \left[\frac{3.42}{1500000} \right] \right| * \frac{0.7}{16615.385} + \frac{\left| \frac{0.0016863}{500000} \right|}{16615.385} = 0.09627$$

Оцінка нормальних напружень при стиску з урахуванням косоного згину демонструє високу стійкість крокви з максимальним рівнем використання перерізу 26%. Такий показник свідчить про безпечне сприйняття стискаючих зусиль без ризику втрати поздовжньої стійкості елемента.

✓ 26 % Перевірка міцності елемента, що працює на косий згин по нормальним напруженням при стиску: Умова забезпечена.

$$\lambda_{rel,y} > 0.3 \quad i \quad \sigma \leq 1 \quad i \quad \sigma \leq 1$$

$$1.604 > 0.3 \quad i \quad 0.256 \leq 1 \quad i \quad 0.08112 \leq 1$$

$\lambda_{rel,y}$: приведена гнучкість елемента відносно осі,

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{115.336}{3.142} * \sqrt{\frac{21000}{11000000}} = 1.604$$

π • математична константа, 3.142
 $f_{c,0,k}$ • характеристичне значення міцності при стиску, КПа 21000
 $E_{0,05}$ • модуль пружності, 5%-й квантиль, КПа 11000000

λ_y : розрахункова гнучкість елемента в площині, перпендикулярній осі Y1,

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y}$$

$$\lambda_y = \frac{9.988}{86.603} = 115.336$$

l_{efy} • розрахункова довжина елемента, м 9.988

i_y : радіус інерції перерізу відносно осі Y1, мм

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{225000000}{30000}} = 86.603$$

I_y • момент інерції перерізу відносно початкової осі Y1, мм⁴ 225000000

A • площа перерізу бруто, мм² 30000

σ : нормальне напруження,

$$\sigma = \frac{\left| \frac{N}{A} \right|}{k_{cz} f_{c,0,d}} + \left| \left[\frac{M_y}{W_y} \right] \frac{k_m}{f_{md}} + \left[\frac{M_z}{W_z} \right] \frac{k_m}{f_{md}} \right|$$

$$\sigma = \frac{\left| \frac{-3.95}{30000} \right|}{0.0415 * 14538.462} + \left| \left[\frac{1.349}{1500000} \right] \right| * \frac{0.7}{16615.385} + \frac{\left| \frac{-0.0014456}{500000} \right|}{16615.385} = 0.256$$

N • поздовжнє зусилля в перерізі, кН -3.95

A • площа перерізу бруто, мм² 30000

M_y • згинальний момент відносно осі Y1, кН*м 1.349

W_y • момент опору перерізу відносно осі Y1, мм³ 1500000

k_m • коефіцієнт, що враховує перерозподіл напружень і вплив неоднорідності матеріалу в поперечному перерізі, 0.7

M_z • згинальний момент відносно осі Z1, кН*м -0.0014456

W_z • момент опору перерізу відносно осі Z1, мм³ 500000

k_{cz} : коефіцієнт поздовжнього згину,

$$k_{cz} = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{relz}^2}}$$

$$k_{cz} = \frac{1}{12.53 + \sqrt{12.53^2 - 4.812^2}} = 0.0415$$

k : коефіцієнт,

$$k = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{relz} - 0.3) + \lambda_{relz}^2)$$

$$k = 0.5 * (1 + 0.2 * (4.812 - 0.3) + 4.812^2) = 12.53$$

β_c • коефіцієнт, 0.2

λ_{relz} : приведена гнучкість елемента відносно осі,

$$\lambda_{relz} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}}$$

$$\lambda_{relz} = \frac{346.007}{3.142} * \sqrt{\frac{21000}{11000000}} = 4.812$$

$f_{c,0,d}$: розрахункове значення міцності при стиску, КПа

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} f_{c,0,k}}{\gamma_m}$$

$$f_{c,0,d} = \frac{0.9 * 21000}{1.3} = 14538.462$$

$f_{c,0,k}$ • характеристичне значення міцності при стиску, КПа 21000

γ_m • коефіцієнт надійності за матеріалом, 1.3

k_{mod} : коефіцієнт, що враховує тривалість дії навантаження та температурно-вологісні умови експлуатації,

$$k_{mod} = k_{mod}$$

k_{mod} • коефіцієнт, що враховує тривалість дії навантаження та температурно-вологісні умови експлуатації, 0.9

f_{md} : розрахункове значення міцності при згині, КПа

$$f_{md} = \frac{k_{mod} f_{m,k}}{\gamma_m}$$

$$f_{md} = \frac{0.9 * 24000}{1.3} = 16615.385$$

$f_{m,k}$ • характеристичне значення міцності при згині, КПа 24000

γ_m • коефіцієнт надійності за матеріалом, 1.3

k_{mod} : коефіцієнт, що враховує тривалість дії навантаження та температурно-вологісні умови експлуатації,

$$k_{mod} = k_{mod}$$

k_{mod} • коефіцієнт, що враховує тривалість дії навантаження та температурно-вологісні умови експлуатації, 0.9

σ : нормальне напруження,

$$\sigma = \frac{\left| \frac{N}{A} \right|}{k_{cy} f_{c,0,d}} + \frac{\left| \frac{M_y}{W_y} \right|}{f_{md}} + \frac{\left| \frac{M_z}{W_z} \right|}{f_{md}} \frac{k_m}{f_{md}}$$

$$\sigma = \frac{\left| \frac{-3.95}{30000} \right|}{0.337 * 14538.462} + \frac{\left| \frac{1.349}{1500000} \right|}{16615.385} + \frac{\left| \frac{-0.0014456}{500000} \right|}{16615.385} * \frac{0.7}{16615.385} = 0.08112$$

N • поздовжнє зусилля в перерізі, КН -3.95

A • площа перерізу брутто, мм² 30000

M_y • згинальний момент відносно осі Y1, КН*м 1.349

W_y • момент опору перерізу відносно осі Y1, мм³ 1500000

M_z • згинальний момент відносно осі Z1, КН*м -0.0014456

W_z • момент опору перерізу відносно осі Z1, мм³ 500000

k_m • коефіцієнт, що враховує перерозподіл напружень і вплив неоднорідності матеріалу в поперечному перерізі, 0.7

▼ k_{cy} : коефіцієнт поздовжнього згину,

$$k_{cy} = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{cy} = \frac{1}{1.917 + \sqrt{1.917^2 - 1.604^2}} = 0.337$$

▼ k : коефіцієнт,

$$k = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k = 0.5 * (1 + 0.2 * (1.604 - 0.3) + 1.604^2) = 1.917$$

β_c : коефіцієнт, 0.2

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Загальна частина та галузь застосування

Технологічна карта розроблена на виконання комплексу будівельних робіт з влаштування монолітного залізобетонного міжповерхового перекриття товщиною 200 мм у процесі зведення двоповерхового індивідуального житлового будинку.

Перекриття виконується з монолітного залізобетонної плити на основі бетону класу C20/25 із встановленням двошарового арматурного каркаса. У конструкції плити передбачені термовкладиші з екструдованого пінополістиролу для зниження теплопровідності в зонах опирання на зовнішні стіни. Несучі стіни будинку виконані з керамічних блоків Porotherm 380 мм на клейовому розчині з зовнішнім утепленням мінераловатними плитами товщиною 200 мм та штукатуркою 20 мм.

З огляду на специфіку приватного будівництва та обмежений простір будівельного майданчика, технологічна карта передбачає оптимізований комплексно-механізований метод. Подача та укладання бетонної суміші виконується за допомогою комбінованої машини — автобетонозмішувача з інтегрованим бетононасосом (типу PUMI) із довжиною розподільчої стріли 28 м, що гарантовано перекидає найдальшу точку подачі у 23 м. Для

вантажопідйомних операцій (подача елементів опалубки та арматури) застосовується сучасний мобільний пневмоколісний автокран вантажопідйомністю 30 т (типу Liebherr LTM 1030-2.1) з вильотом телескопічної стріли до 30 м, що забезпечує економічність та необхідну вантажовисотну характеристику на максимальному вильоті стріли.

3.2 Технологія та організація виконання робіт

Влаштування монолітного перекриття дозволяється розпочинати лише після завершення та приймання попередніх будівельних процесів, а саме:

- Зведення несучих стін першого поверху до проектної відмітки та перевірка їхньої вертикальності і горизонтальності за допомогою геодезичних інструментів;
- Виконання антикорозійного захисту арматурних випусків зі стін та колон;
- Підготовка будівельного майданчика: планування під'їзних шляхів, облаштування майданчика для встановлення АБН на відстані не менше 3 м від виступу балкона;
- Завезення та складування в зоні дії крана всіх матеріалів: елементів опалубки, арматури, пластикових фіксаторів захисного шару;
- Перевірка справності кранового обладнання, АБН та вібраторів;
- Проведення інструктажу з охорони праці для всіх членів бригади.

Склад робочої бригади формується відповідно до технологічної послідовності процесів та включає фахівців різних спеціальностей

3.2.1 Підготовчі роботи та монтаж опалубки

До початку монтажу опалубки необхідно перевірити висотні позначки та загальну рівність зведених вертикальних конструкцій. Зокрема, обов'язковий геодезичний контроль проходять зовнішні несучі стіни з керамічних блоків, внутрішня цегляна колона та залізобетонні опори під великим балконом. Горизонтальність опорних поверхонь перевіряється за допомогою нівеліра.

Для влаштування монолітного перекриття використовується інвентарна щитова опалубка. Її комплект складається з телескопічних стійок, фіксуючих триніг, унівилоч, дерев'яних двотаврових балок та водостійкої ламінованої

фанери завтовшки 18–21 мм. Несуча здатність опалубки та крок її елементів визначаються попереднім розрахунком.

Монтаж починається зі встановлення телескопічних стійок на очищену основу першого поверху. Для забезпечення стійкості їх закріплюють металевими триногами. Крок стійок приймається за розрахунком і зазвичай становить 1,0–1,5 м. У верхню частину стійок вставляють унівилки, на які спирають головні поздовжні балки. Поперечні (другорядні) балки укладають зверху перпендикулярно до головних з кроком 400–500 мм.

Подача елементів опалубки на монтажний горизонт виконується автомобільним краном. Щоб уникнути пошкодження матеріалів, застосовують відповідні вантажозахоплювальні пристрої. Наочно процес підйому матеріалів, де на Рисунку 3.1 зображено схему стропування великих щитів опалубки, відображає правильне і безпечне закріплення вантажу.

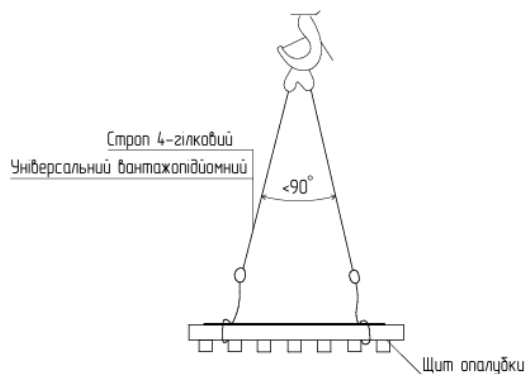


Рисунок 3.1. – Стропування великих щитів опалубки

На змонтовану балкову клітку укладають листи фанери, утворюючи суцільну палубу, після чого повторно перевіряють її горизонтальність. Перед вкладанням арматурних сіток робочу поверхню фанери обов'язково змащують антиадгезійною емульсією щоб запобігти прилипанню бетону.

У місцях, де монолітна плита спирається на зовнішні стіни, встановлюють термовкладиші з екструдованого пінополістиролу для теплоізоляції торців перекриття. Конструктивні особливості цього з'єднання, де на Рисунку 3.2 зображено вузол спирання плити перекриття на зовнішню стіну, забезпечують правильну передачу навантажень та відсутність містків холоду.

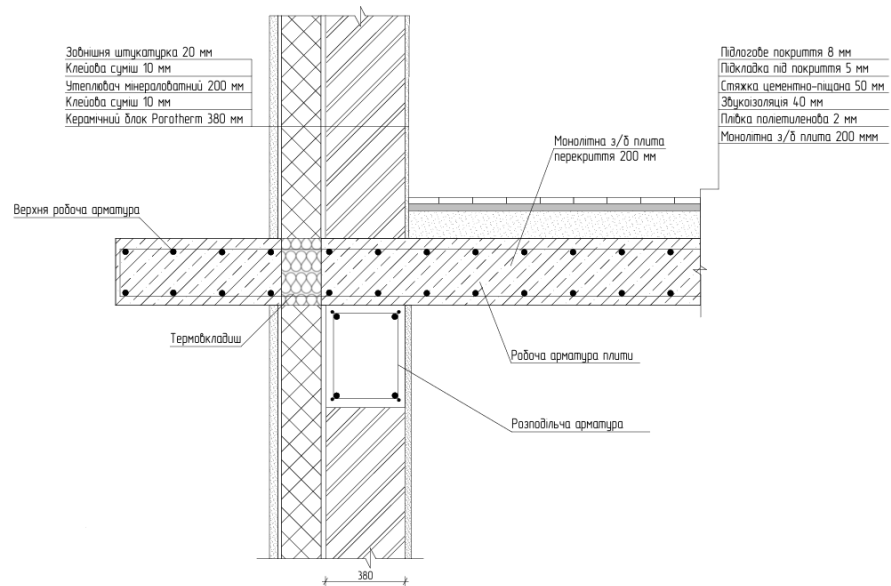


Рисунок 3.2 - Вузол спирання плити перекриття на зовнішню стіну

3.2.2 Арматурні роботи

Армування перекриття виконується у два шари - нижня та верхня сітки з арматури періодичного профілю класу А500С. Подача зв'язок арматурних стрижнів або готових сіток здійснюється автокраном на підготовлену палубу. Нижня сітка вкладається на спеціальні пластикові фіксатори, які забезпечують проектний захисний шар бетону. Для фіксації верхньої арматурної сітки у проектному положенні між шарами арматури встановлюються підтримуючі просторові каркаси (так звані «жабки») з кроком 0,8-1,0 м у шаховому порядку. В'язка перетинів стрижнів виконується в'язальним дротом. У зонах обпирання на стіни встановлюються П-подібні деталі для підсилення торців плити. Після завершення армування оформлюється акт на приховані роботи.

3.2.3 Підбір машин та механізмів

Для ефективного виконання робіт в умовах будівництва приватного будинку обрано комплект сучасної високомобільної техніки. Застосування комбінованої машини PUMI дозволяє суттєво зменшити площу розгортання техніки на майданчику, оскільки на рис. 3.3 зображено Автобетонозмішувач-насос. Основні технічні параметри обраних машин і механізмів наведено в таблиці 3.1.



Рисунок 3.3 - Автобетонозмішувач-насос (PUMI) типу Putzmeister 28-4



Рисунок 3.4 - Автомобільний кран Liebherr LTM 1030-2.1

Таблиця 3.1 — Технічні характеристики основних будівельних машин і механізмів

Назва машини, марка	Основні технічні параметри	Технологічна функція
Автобетонозмішувач-насос (PUMI) типу Putzmeister 28-4	Довжина розподільчої стріли: 28 м Продуктивність насоса: до 90 м ³ /год Корисний об'єм барабана: 7 м ³ Максимальний радіус подачі: 23,8 м	Транспортування, безперервний прийом, подача та розподіл бетонної суміші на монтажний горизонт.

Продовження табл. 3.1

Глибинний ручний вібратор типу інверторного комплекту	Діаметр вібробулави: 38 / 50 мм Частота коливань: 200 Гц Довжина гнучкого валу: 4 м	Ущільнення свіжо укладеної бетонної суміші, видалення повітряних пор.
Автомобільний кран Liebherr LTM 1030-2.1	Макс. вантажопідйомність: 30 т Довжина телескопічної стріли: 9,2 – 30 м Макс. виліт стріли: 26 м Колісна формула: 4x4x4	Підйом, переміщення та подача елементів опалубки, лісоматеріалів, арматурного прокату на рівень другого поверху.

3.2.4 Підбір складу комплексної бригади

Всі роботи з влаштування монолітного перекриття виконуються комплексною бригадою, яка складається з кількох профільних ланок. Кількісний та кваліфікаційний склад оптимізовано під обсяг робіт двоповерхового житлового будинку з метою забезпечення безперервності технологічного циклу (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 — Кваліфікаційний та чисельний склад комплексної бригади

Склад ланки за професіями	Розряд	Кіл-ть, чол.	Обов'язки та види робіт
Тесля-опалубник (ланка №1)	4 розряд	1	Встановлення опорних стійок, монтаж балок Н20, укладання палуби з фанери, нівелювання, розпалублення після набору міцності.
	3 розряд	2	
Арматурник (ланка №2)	4 розряд	1	Нарізка, гнуття, укладання арматурних стрижнів, в'язка сіток дротом, виставлення фіксаторів захисного шару.
	3 розряд	1	

Продовження табл. 3.2.

Бетонник (ланка №3)	4 розряд	1	Прийом бетонної суміші з бетоновода, рівномірний розподіл шару плити, ущільнення глибинними вібраторами, загладжування поверхні.
	3 розряд	2	
Машиніст автокрана	5 розряд	1	Керування автокраном під час підйому матеріалів.
Машиніст бетононасоса (PUMI)	5 розряд	1	Керування стрілою та роботою насосного вузла.

Всього до складу комплексної бригади входить 12 осіб (включаючи машиністів техніки). Ланки можуть суміщати професії залежно від етапу робіт (наприклад, опалубники після монтажу палуби допомагають ланці арматурників).

3.2.5 Приймання та укладання бетонної суміші

Перед початком бетонування перевіряють чистоту палуби опалубки, надійність фіксації арматурного каркаса та правильність встановлення термовкладишів. Приймання бетонної суміші класу C20/25 здійснюється безпосередньо з лотка або гнучкого кінцевого рукава розподільчої стріли машини PUMI. До бункера помпи суміш подається безперервно. Кожна партія бетону супроводжується паспортом заводу-виробника із зазначенням класу, рухомості та часу відпускання.

Укладання суміші ведуть паралельними смугами однакової товщини (200 мм) без утворення робочих швів у межах однієї захватки. Напрямок руху стріли — від дальніх ділянок до ближніх. Розподіл бетону виконують лопатами та швабрами-прасками, уникаючи накопичення великих об'ємів суміші в одній точці.

Ущільнення бетону є критично важливим етапом. Роботи виконуються глибинними вібраторами. Віброулаву занурюють у суміш вертикально, затримуючи її на 15–20 секунд до припинення інтенсивного виділення бульбашок повітря та появи цементного глянце. На схемі ущільнення плити, де

на рис. 3 зображено радіус дії вібробулави, чітко показано, що крок перестановки не повинен перевищувати 1,5 радіуса дії вібратора, а торкання арматурних стержнів повністю виключається.

3.2.6 Догляд за бетоном у період твердіння

Процес догляду розпочинається негайно після первинного схвачування та вирівнювання поверхні плити (через 2–4 години залежно від температури середовища). Головна мета — збереження оптимального вологісного режиму та запобігання усадковій деструкції.

Поверхню перекриття повністю закривають щільною поліетиленовою плівкою для унеможливлення випаровування води. За температури повітря понад $+15^{\circ}\text{C}$ бетон регулярно зволожують методом розсіяного поливу (дощованим струменем). Протягом перших трьох діб полив виконують кожні 3–4 години вдень і один раз вночі, у наступні дні — не менше трьох разів на добу. Контроль набору міцності здійснюється лабораторним випробуванням контрольних кубиків. Хід твердіння структури відображає кінетична крива, де на рис. 4 зображено графік набору міцності бетону класу C20/25 залежно від тривалості та температурних умов витримування. Рух людей та монтаж опалубки наступного поверху дозволяється лише після досягнення бетоном міцності не менше 70% від проектної.

3.2.7 Демонтаж опалубки

Демонтаж несучої опалубки перекриття виконується лише після досягнення бетоном міцності не менше 70% від проектної (для C20/25 – не менше 14 МПа), що підтверджується результатами лабораторних випробувань.

- спочатку знімають бортові крайові щити;
- потім послаблюють і прибирають щити настилу, починаючи від середини прогону до опор;
- телескопічні стійки розбирають у зворотній послідовності;
- всі елементи опалубки очищають від залишків бетону та складають для повторного використання.

3.2.8. Графік виконання робіт

Для організації безперервного технологічного процесу та визначення термінів зведення конструкції розроблено лінійний графік виконання робіт. В його основу покладено обчислені обсяги робіт та нормативні трудовитрати, прийняті за чинними стандартами.

Тривалість кожного будівельного процесу визначалася з огляду на раціональний кількісний склад профільних ланок за умови роботи в одну восьмигодинну зміну. Щоб уникнути простоїв техніки та робітників, загальний цикл влаштування монолітного перекриття організовано потоковим методом із суміщенням окремих операцій у часі.

Технологічна послідовність передбачає такий порядок дій. Монтаж інвентарної опалубки та влаштування арматурного каркаса виконуються з частковим паралельним перекриттям: арматурники виходять на монтажний горизонт після того, як теслі підготують перші ділянки палуби. Укладання бетонної суміші за допомогою автобетононасоса стартує виключно після повного завершення армування та складання акта на приховані роботи.

Після заливки плити передбачено технологічний етап вологого догляду за свіжим бетоном, який конструктивно триває 3 доби. Демонтаж елементів опалубки розпочинається лише наприкінці загального циклу, коли бетонна суміш набере розрахункову міцність, достатню для безпечного розпалублення.

Детальний розподіл трудовитрат, кваліфікаційний склад робітників та календарна схема виконання процесів по днях наведені у таблиці графіка виконання робіт.

Розрахунок потреби в трудових ресурсах і тривалості виконання кожного технологічного процесу здійснено на основі нормативних показників згідно з чинним ДСТУ Б Д.2.2-6:2016 «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 6. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні»[19]. Обсяги робіт визначені на основі архітектурно-конструктивних креслень: площа монолітного міжповерхового перекриття становить 133 м², а

5. Робочі-бетонники, які працюють з ручними глибинними вібраторами, забезпечуються діелектричними рукавицями та гумовими чоботами. Кабель вібратора не повинен мати зламів чи оголених ділянок.
6. Очищення, промивання бетоноводів та бункера машини PUMI дозволяється виконувати лише після повної зупинки двигунів та скидання тиску в системі у спеціально відведеному місці майданчика.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Організація безпечної праці на будівельному майданчику передбачає комплекс заходів технічного, санітарного та організаційного характеру. До таких заходів належать проведення інструктажів, навчання персоналу правилам безпечного виконання робіт, контроль за технічним станом обладнання та забезпечення працівників необхідними засобами захисту. Особлива увага приділяється дотриманню правил експлуатації будівельних машин і механізмів, адже несправність техніки може стати причиною аварійної ситуації.

Одним із основних напрямів охорони праці є попередження дії небезпечних виробничих факторів. У процесі будівництва працівники можуть зазнавати впливу шуму, пилу, вібрацій, підвищеної вологості, перепадів температури та інших чинників, які негативно впливають на стан здоров'я. Крім цього, небезпеку становлять відкриті котловани, переміщення вантажів кранами, виконання монтажних робіт на висоті та можливість ураження електричним струмом. Для зниження рівня небезпеки застосовуються спеціальні захисні огороження, попереджувальні знаки, системи вентиляції та інші технічні рішення.

Не менш важливим завданням є контроль за дотриманням працівниками вимог техніки безпеки. Кожен робітник повинен пройти вступний та первинний інструктаж, ознайомитися з правилами поведінки на будівельному об'єкті та використовувати засоби індивідуального захисту відповідно до характеру

виконуваних робіт. Працівники забезпечуються спецодягом, захисним взуттям, касками, рукавицями та страхувальними пристроями.

Нормативною основою забезпечення безпечних умов праці є законодавчі акти України та державні будівельні норми, які регламентують порядок організації робіт і вимоги до безпеки на будівельних об'єктах. Дотримання встановлених норм дозволяє підвищити рівень виробничої дисципліни, знизити кількість травм та забезпечити належні умови праці для всіх учасників будівельного процесу

Організація безпечних умов праці у будівельній сфері здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства України та галузевих нормативних документів. Нормативно-правова база визначає порядок виконання будівельних робіт, права та обов'язки працівників і роботодавців, а також вимоги щодо попередження виробничого травматизму.

Основним документом у сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці»[1], який встановлює загальні принципи забезпечення безпеки працівників під час виконання трудових обов'язків. У цьому законі визначено відповідальність роботодавця за створення належних умов праці, проведення інструктажів, забезпечення засобами захисту та організацію медичних оглядів.

Питання безпечного виконання будівельних процесів також регулюються Кодексом законів про працю України [2], державними будівельними нормами: ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» та [3] НПАОП 45.2-1.02-90 «Правила з охорони праці при будівництві та ремонті об'єктів житлово-комунального господарства» [4]. Зазначені документи встановлюють вимоги до організації будівельного майданчика, експлуатації техніки, проведення робіт на висоті, використання електрообладнання та інших виробничих процесів.

Для забезпечення безпеки працівників застосовуються також нормативні акти, які регламентують пожежну безпеку, санітарно-гігієнічні умови та порядок проведення навчання з питань охорони праці. Дотримання

встановлених вимог є обов'язковим для всіх учасників будівельного виробництва незалежно від форми власності підприємства

4.1.1. Особливості об'єкта проєктування та соціально-економічний аспект безпеки

Об'єктом проєктування є індивідуальний житловий будинок, що має мансардний поверх, розвинену пластику фасадів з виносними балконами та капітальні тримальні конструкції (зокрема, цегляні опорні стовпи).

Технологічний цикл передбачає виконання різнопланових процесів: від розробки ґрунту под стрічковий фундамент до висотних робіт під час мурування стін, монтажу перекриття та влаштування скатного утепленого даху.

Специфіка функціонування такого об'єкта полягає в обмеженості простору приватного будівельного майданчика. Це вимагає суворого планування території:

- чітке зонування та складування будівельних матеріалів;
- правильне розгортання малогабаритної техніки;
- встановлення сертифікованих засобів підмоцнення (риштувань) для безпечної роботи на висоті.

Взаємозв'язок соціальних та економічних чинників у сфері безпеки є основою ефективного управління будівництвом. Соціальний вектор базується на гуманістичному принципі визнання людського життя найвищою цінністю, що вимагає створення безкомпромісно безпечного робочого середовища на майданчику. Водночас прагматичний аналіз доводить, що витрати на превентивні заходи – закупівлю сертифікованих ЗІЗ, влаштування колективного захисту та якісне навчання персоналу – є не видатками, а далекоглядними інвестиціями. Ефективна профілактика виробничого травматизму повністю нівелює серйозні фінансові ризики: від юридичних штрафів і виплат компенсацій до тривалих технологічних простоїв. Таким чином, належний рівень безпеки праці безпосередньо конвертується в стабільну безперервність будівельних процесів та гарантує планову рентабельність усього проєкту.

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

Умови праці під час будівництва індивідуального двоповерхового житлового будинку формуються під впливом сукупності виробничих, організаційних та зовнішніх факторів, характерних для об'єктів малої забудови. Специфіка таких об'єктів полягає у відсутності постійної виробничої інфраструктури, змінності робочих зон та одночасному виконанні різномірних технологічних процесів у межах обмеженого будівельного майданчика. Виробнича санітарія в будівництві спрямована на створення сприятливих умов праці та зменшення негативного впливу виробничих факторів на організм працівників.

Під час виконання будівельних робіт працівники можуть піддаватися впливу різних шкідливих факторів виробничого середовища. Найбільш поширеними серед них є пил, шум, вібрація, випари будівельних матеріалів, а також несприятливі метеорологічні умови. Тривалий вплив таких факторів може негативно позначатися на стані здоров'я та працездатності робітників.

Для зменшення концентрації пилу на робочих місцях застосовується зволоження поверхонь та використання вентиляційних систем. Під час роботи з матеріалами, що утворюють пил або шкідливі випари, працівники користуються респіраторами та захисними окулярами.

З метою захисту від підвищеного рівня шуму та вібрації використовуються спеціальні навушники, вкладиші та антивібраційні рукавиці. При виконанні зварювальних або монтажних робіт працівники повинні використовувати захисні маски, щитки та спеціальний одяг, який запобігає отриманню опіків і механічних ушкоджень.

Дотримання вимог виробничої санітарії та правильне використання засобів захисту дозволяє знизити ризик виникнення професійних захворювань і забезпечити безпечні умови праці на будівельному майданчику..

Аналіз умов праці свідчить, що найбільш небезпечними ділянками є роботи на висоті, земляні роботи та операції з використанням електрифікованого інструменту. Саме ці процеси формують основний спектр виробничих ризиків на об'єкті. Порівняння виявлених факторів із вимогами нормативних документів, зокрема ДБН А.3.2-2-2009 [3] та положеннями системи управління охороною праці відповідно до ДСТУ EN ISO 45001:2019 [5], свідчить про наявність потенційних невідповідностей у разі відсутності організаційних та технічних заходів захисту. Встановлено, що повне усунення всіх небезпечних та шкідливих виробничих факторів в умовах будівництва індивідуального житлового будинку є неможливим. Водночас їх вплив може бути суттєво зменшений шляхом впровадження системних організаційних та інженерних рішень.

4.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування

Оцінка ризиків під час будівництва індивідуального двоповерхового житлового будинку є необхідною складовою формування безпечної організації будівельного процесу. Умови виконання робіт на подібних об'єктах характеризуються поєднанням ручних, механізованих та висотних операцій, що зумовлює різноманітні виробничі ризики. Відповідно до підходів ДСТУ ISO 45001:2019 [5], ризик у сфері охорони праці розглядається як результат взаємодії ймовірності виникнення небезпечної події та тяжкості її наслідків. У межах цього проекту оцінка проводиться на основі аналізу технологічної послідовності будівництва та характеру робіт на кожному етапі.

У процесі будівництва житлового будинку доцільно виділити кілька основних груп ризиків:

- Ризики висотних робіт: найбільші ризики пов'язані з виконанням робіт на висоті. Монтаж перекриттів другого поверху, влаштування покрівлі та встановлення конструктивних елементів верхнього рівня проводяться в умовах підвищеної небезпеки падіння працівника. Відсутність постійних

захисних огорож, залежність від погодних умов та значна частка ручної праці формують високий рівень ймовірності реалізації небезпечної події.

- Ризики земляних робіт: розробка траншей під фундамент супроводжується небезпекою обвалення ґрунту, особливо у випадках нестабільних або перезволожених ґрунтів. Додатковим чинником є вібраційний вплив будівельної техніки, що може знижувати стійкість укосів.
- Електротехнічні небезпеки: використання переносного електроінструменту та тимчасових електромереж без належного контролю їх технічного стану створює передумови ураження електричним струмом. Найчастіше такі ситуації виникають у вологих умовах або при ушкодженні ізоляції кабелів.
- Механічні небезпеки: пов'язані з роботою будівельної техніки в межах обмеженого майданчика. Маневрування техніки, обмежена видимість та одночасна присутність працівників у зоні виконання робіт підвищують ймовірність травмування.

Крім безпосередніх виробничих ризиків, важливе значення мають фактори середовища: пилове навантаження, шум, вібрація та фізичне навантаження. Їх вплив носить кумулятивний характер і проявляється у зниженні працездатності та концентрації уваги працівників. З урахуванням проведеного аналізу встановлено, що найнебезпечнішими є висотні, земляні та електромонтажні роботи, які формують зону підвищеного та високого ризику. Саме ці процеси потребують першочергового впровадження технічних та організаційних заходів безпеки.

Додатковий аналіз дозволяє встановити, що ризики на будівельному майданчику індивідуального житлового будинку не є ізольованими, а формують взаємопов'язану систему. Зокрема, поєднання висотних робіт із несприятливими погодними умовами значно підвищує ймовірність падіння працівника. Аналогічно, одночасне виконання земляних робіт та

використання будівельної техніки створює зони перехресної небезпеки, де ризик визначається не лише технологією, але й організацією простору.

Важливим аспектом є також людський фактор. Недостатній рівень підготовки персоналу, порушення технологічної дисципліни та робота в умовах підвищеної втоми суттєво впливають на загальний рівень виробничого ризику. У будівництві індивідуальних об'єктів цей фактор має особливе значення через обмежену чисельність персоналу та універсальність виконуваних функцій працівниками. Таким чином, ризики доцільно розглядати не окремо, а як комплексну систему взаємодіючих факторів, що визначає загальний рівень небезпеки будівельного процесу.

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

З метою зниження рівня виробничих ризиків та забезпечення безпечних умов праці під час будівництва індивідуального житлового будинку розробляється комплекс організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів. Організація безпечної праці на будівельному майданчику передбачає впровадження технічних рішень, засобів індивідуального та колективного захисту, а також суворе дотримання правил експлуатації машин і механізмів. Окремо враховуються ризики, пов'язані з воєнною агресією та виникненням пожеж, що безпосередньо впливають на стабільність будівельного процесу.

4.4.1. Організаційні заходи з охорони праці

Організаційні заходи є базовим елементом системи управління безпекою на будівельному майданчику. Перед початком виконання робіт усі працівники проходять вступний, первинний інструктаж з охорони праці та інструктаж щодо дій у надзвичайних ситуаціях. Кожен робітник ознайомлюється з правилами поведінки на об'єкті. Особлива увага приділяється правилам евакуації та порядку припинення робіт.

Запроваджується чіткий регламент виконання робіт підвищеної небезпеки, який передбачає їх виконання лише за умови наявності відповідального керівника робіт (виконроба). Організовується система допуску до робіт на висоті та в траншеях, що передбачає перевірку стану засобів індивідуального захисту та технічного оснащення. Режим праці встановлюється з урахуванням необхідності регламентованих перерв для зниження фізичного навантаження та втоми працівників.

Організація надання першої долікарської допомоги:

Незважаючи на превентивні заходи, на будівництві завжди залишається ризик виникнення непередбачуваних ситуацій, тому готовність до надання першої допомоги є обов'язковою. На кожній ділянці, у виконроба або в побутових приміщеннях, обов'язково знаходиться універсальна медична аптечка, терміни придатності препаратів у якій періодично перевіряються та оновлюються. Важливо, щоб серед робітників були особи, які пройшли базовий інструктаж з надання першої долікарської допомоги при кровотечах, ударах, переломах, ураженнях електричним струмом або теплових ударах. У разі серйозного травмування першочерговим завданням є стабілізація стану потерпілого, негайний виклик карети швидкої допомоги та забезпечення їй безперешкодного доступу до місця інциденту.

4.4.2. Технічні заходи безпеки

Технічні рішення спрямовані на зниження ймовірності реалізації небезпечних подій та попередження дії шкідливих чинників. До них належать такі заходи:

Робота на висоті та захисні огороження: передбачається використання інвентарних риштувань із повним комплектом огорожувальних елементів, спеціальних захисних огорожень, попереджувальних знаків та систем індивідуального страхування.

Земляні роботи та електрика: земляні роботи виконуються з урахуванням безпечних укосів або кріплення стінок траншей залежно від характеристик

грунту. Тимчасове електропостачання майданчика організовується через мережі, обов'язково оснащені пристроями захисного вимкнення (ПЗВ).

Виробнича санітарія та ЗІЗ: для зниження концентрації пилу на робочих місцях застосовується зволоження робочих зон, поверхонь та використання вентиляційних систем. Працівники забезпечуються сертифікованим спецодягом, захисним взуттям, касками, рукавицями та страхувальними пристроями відповідно до характеру виконуваних робіт.

Захист від шуму, вібрації та зварювання: з метою захисту від підвищеного рівня шуму та вібрації використовуються спеціальні навушники, вкладиші та антивібраційні рукавиці. Під час роботи з матеріалами, що утворюють пил або шкідливі випари, працівники користуються респіраторами та захисними окулярами. При виконанні зварювальних або монтажних робіт працівники обов'язково використовують захисні маски, щитки та спеціальний одяг, який запобігає отриманню опіків і механічних ушкоджень.

4.4.3. Архітектурно-планувальні рішення

Планування будівельного майданчика здійснюється з урахуванням вимог безпечної організації робочого простору, передбачаючи розділення транспортних, складських та робочих зон з мінімізацією перетину потоків руху. Евакуаційні маршрути проектуються таким чином, щоб забезпечити безперешкодний вихід працівників у безпечну зону.

Санітарно-побутове обслуговування працівників: для того щоб будівельники могли ефективно виконувати обов'язки, їм створюються належні побутові та санітарно-гігієнічні умови безпосередньо біля місця проведення робіт. Оскільки робота на відкритому повітрі піддає людей впливу пилу, бруду та погодних умов, на території майданчика облаштовуються тимчасові інвентарні побутові вагончики (побутівки), які слугують роздягальнями, гардеробними та місцями для відпочинку й приймання їжі. Ці приміщення обладнуються системами обігріву та вентиляції для роботи в будь-яку пору року.

Працівники забезпечуються постійним доступом до чистої питної води, умивальників із засобами особистої гігієни та миття рук. Для дотримання санітарних норм встановлюються біотуалети, які регулярно обслуговуються спеціалізованими службами. Особлива увага приділяється підтриманню чистоти робочих місць, регулярному прибиранню зон і своєчасному видаленню та вивезенню будівельних відходів.

4.4.4. Заходи безпеки в умовах воєнної агресії

У сучасних умовах додатковим фактором ризику є воєнна агресія, яка створює загрозу раптового виникнення небезпечних ситуацій, не пов'язаних безпосередньо з технологією будівництва. До таких загроз належать повітряні тривоги, вибухові хвилі, уламкове ураження, а також можливі порушення інфраструктури постачання.

З метою підвищення рівня захисту персоналу на будівельному майданчику передбачається розміщення мобільного захисного укриття. Дане укриття розглядається як тимчасовий засіб захисту, призначений для короткочасного перебування працівників у разі раптової загрози, коли відсутня можливість своєчасного переміщення до стаціонарних захисних споруд. Конструктивно мобільне укриття виконується у вигляді модульної металевої або залізобетонної споруди з мінімальним рівнем захисту від уламкових уражень та дії вибухової хвилі. Його розташування передбачається у межах будівельного майданчика, у зоні швидкого доступу, але поза межами небезпечних виробничих зон. Використання мобільного укриття не замінює системи цивільного захисту, однак є додатковим елементом оперативної безпеки, що дозволяє зменшити наслідки раптових небезпечних подій.

4.4.5. Заходи пожежної безпеки на будівельному майданчику та в будівлі

Комплексна організація протипожежного захисту під час зведення та подальшої експлуатації проектованого двоповерхового об'єкта є одним із базових елементів загальної системи безпеки. Будівельний майданчик містить багато горючих матеріалів (деревина, фарби, розчинники, опалубка, гідроізоляція), що створює підвищений ризик займання від експлуатації

тимчасових силових електромереж та проведення вогневих (зварювальних) робіт. Основними причинами пожеж найчастіше стають іскри від зварювальних апаратів чи кутових шліфувальних машин, необережне поводження з вогнем (куріння у невідведених місцях) або закорочення тимчасової електропроводки.

Усі проектні та практичні рішення приймаються у чіткій відповідності до нормативних вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [6]. Базовою вимогою протипожежного режиму є створення умов, за яких виключається можливість суміщення джерел запалювання з горючими матеріалами. Безпосередня відповідальність покладається на виконроба.

Основні протипожежні заходи та інженерні рішення:

- Облаштування місць для куріння: створення спеціальних зон, обладнаних урнами з водою або піском.
- Регламентація вогневих робіт: проведення зварювання чи різання металу виключно за наявності наряду-допуску, після очищення радіуса робочої зони від горючих матеріалів та за наявності засобів гасіння.
- Очищення та під'їзди: регулярне очищення робочих зон від будівельного сміття наприкінці зміни. Забезпечення вільного під'їзду для пожежної техніки до будівлі (дороги не повинні перекриватися).
- Конструктивний захист та евакуація: підвищення вогнестійкості будівельних елементів шляхом обробки дерев'яних та металевих конструкцій антипіренами. Проектування та утримання вільними евакуаційних проходів і сходових кліток. Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися у напрямку виходу і не мати запірних механізмів, що потребують ключа зсередини. На кожному поверсі розміщуються графічні плани евакуації та стандартні знаки пожежної безпеки.
- Активні системи захисту: проектом передбачається пожежне водопостачання (зовнішні гідранти на кільцевій мережі та внутрішні кран-комплекти у шафах). Впроваджується пожежна сигналізація з мережею автоматичних димових/теплових сповіщувачів та приймально-

контрольним приладом із виводом на пульт централізованого спостереження. У зонах із підвищеним пожежним навантаженням монтуються локальні автоматичні системи пожежогасіння (спринклерні чи порошкові установки).

4.5. Висновки

Детальний аналіз умов праці, нормативно-правового забезпечення та потенційних виробничих небезпек дозволив сформувавши комплексну та надійну систему управління охороною праці під час будівництва індивідуального житлового будинку. Незважаючи на те, що в умовах будівництва повністю усунути всі небезпечні та шкідливі виробничі чинники неможливо, впровадження системних організаційних, інженерно-технічних, архітектурно-планувальних та протипожежних рішень дозволяє знизити ризик травматизму або виникнення професійних захворювань до мінімального рівня.

Створення належних санітарно-побутових умов, розрахунок первинних засобів пожежогасіння згідно з НАПБ А.01.001-2014 [7], організація долікарської допомоги та впровадження додаткових оперативних заходів безпеки в умовах воєнної агресії гарантують високу виробничу дисципліну, стабільну безперервність будівельних процесів і надійний захист життя і здоров'я працівників на будівельному майданчику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України “Про охорону праці” (від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (зі змінами та доповненнями);
2. Кодекс законів про працю України від 10.12.1971 № 322-VІІІ (зі змінами та доповненнями) ;
3. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12) ;
4. НПАОП 45.2-1.02-90. Правила з охорони праці при будівництві та ремонті об`єктів житлово-комунального господарства;
5. ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров`я та безпекою праці»;
6. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об`єктів будівництва. Загальні вимоги. — К. : Мінрегіонбуд України, 2016;
7. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. — К. : МВС України, 2014;
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» ;
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» ;
10. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» ;
11. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво»;
12. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» ;
13. ДБН В.1.1-25:2009 «Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення» ;

14. ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування» ;
15. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи : затверджено Наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 31.12.2021 № 374 (із змінами та доповненнями). Київ, 2021;
16. ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення» ;
17. Автобетононасос з міксером Putzmeister Pumi 28-4:
https://hydrolider.com.ua/ua/p1286365033-avtobetonasos-mikserom-putzmeister.html?srsId=AfmBOoofuBo_zmDDIywW6kI3_RJdumWab1nb-6N6h5-hedZW-aHs4Lu ;
18. ДСТУ Б В.2.6-207:2015 «Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд»;
19. ДСТУ Б Д.2.2-6:2016 «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 6. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні».
20. ДБН В.2.6-161:2017 «Дерев'яні конструкції. Основні положення»;
21. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності G19 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : К. В. Спіранде, С. В. Бутенко, С. В. Бутнік, В. А. Александрович, О. В. Кабусь. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 31 с.