


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


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


**Кафедра технології та організації будівельного виробництва**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

**ПРОЄКТУВАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ У ХАРКОВІ**

Розробив: студ. ІІІ курсу, групи ПЦБ 2023-2у  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія  
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»   
Старченко Катерина Олександрівна

Керівник: к.т.н., доц. Давиденко О.А. 

Рецензент: к.ек.н., доц. Савченко О.І. 

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ТОБВ  
д.т.н., проф. Шумаков І.В.



«01» червня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

**СТАРЧЕНКО КАТЕРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА**

Спеціальність: *192 Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення багатоповерхового житлового будинку у Харкові*

затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова № 447-03\_від 26.05.2026 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру “10” червня 2026 р.



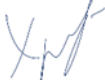
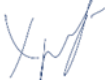







Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.*

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

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

- архітектурно-будівельна частина: *фасад; плани; розріз будинку; основні конструктивні вузли; генплан.*
- розрахунково-конструктивна частина: *сходишковий марш; армування; специфікації; інженерно-геологічний розріз; план розташування фундаменту; схему армування.*
- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта на зведення зовнішніх стін; будівельний генеральний план.*

## КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

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

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	03.05.26-25.05.26	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	27.05.26-17.05.26	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	19.05.26-29.05.26	виконано
4. Охорона праці	02.06.26-12.06.26	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи

Давиденко О.А.



Завдання прийняв до виконання



Старченко К.О.

Дата видачі завдання “10” квітня 2026 р.

## Зміст

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина.....	5
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина.....	22
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту.....	22
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту.....	42
Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва.....	55
3.1 Технологія та організація будівельного виробництва.....	51
Розділ 4 Охорона праці.....	71
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні.....	71
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек.....	72
4.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування.....	75
4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування.....	77
Перелік джерел посилань.....	79
Додаток 1.....	83

## **Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина**

### **1.1 Вихідні дані для проєктування будівлі**

Проєктований об'єкт являє собою багатоквартирний житловий будинок квартирного типу, призначений для постійного проживання населення. Будівництво передбачається на території міста Харків у межах існуючої житлової забудови.

#### **Кліматичні умови району будівництва**

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2016 «Будівельна кліматологія», район будівництва належить до I кліматичного району України. Для цієї місцевості характерна помірно холодна зима, що зумовлює необхідність застосування ефективних теплоізоляційних рішень при проєктуванні огорожувальних конструкцій.

Основні кліматичні показники району будівництва:

- нормативне снігове навантаження 1,6 кПа;
- нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту 1,10 м;
- середня температура найбільш холодної п'ятиденки мінус 23 °С;
- середня температура найбільш холодної доби мінус 28 °С;
- абсолютний мінімум температури повітря мінус 36 °С;
- абсолютний максимум температури повітря плюс 39 °С.

#### **Архітектурно-конструктивна характеристика будівлі**

Проєктом передбачено зведення дев'ятиповерхового двосекційного житлового будинку. Висота типового поверху прийнята 3,0 м.

Фундаментна частина споруди запроєктована у вигляді буронабивних залізобетонних паль, об'єднаних монолітним залізобетонним ростверком. Таке рішення забезпечує надійне сприйняття навантажень і передачу їх на ґрунтову основу.

Зовнішні несучі стіни виконуються із силікатної цегли. Для спорудження стін технічного підпілля використовуються збірні бетонні фундаментні блоки, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.6-108:2010.

Міжповерхові перекриття прийняті зі збірних багатопустотних залізобетонних плит заводського виготовлення. Вертикальні комунікації забезпечуються сходовими клітками зі збірних залізобетонних маршів і площадок.

Будинок обладнано холодним горищем та плоскою рулонною покрівлею. Внутрішні міжкімнатні перегородки виконуються із силікатної цегли.

Конструкції балконів і лоджій передбачені у вигляді збірних плоских залізобетонних плит. Під усією площею будівлі розташоване технічне підпілля для прокладання інженерних комунікацій.

#### *Оздоблювальні рішення*

Покриття підлог у житлових кімнатах, передпокоях і коморах виконується з лінолеуму. У приміщеннях із підвищеною вологістю, а також на сходових майданчиках, у тамбурах, приміщенні консьєржа, на лоджіях і балконах застосовується керамічна плитка.

Віконні блоки та балконні двері запроєктовані з полівінілхлоридних профілів із багатокамерними склопакетами, що забезпечують необхідні показники теплозахисту та звукоізоляції.

Вхідні двері до квартир прийняті металевими, протипожежними та ударостійкими. Міжкімнатні двері передбачено дерев'яними, з глухими або частково заскленними полотнами.

Відведення атмосферних опадів із покрівлі здійснюється через внутрішню організовану систему водостоку.

#### **Генеральний план**

Ділянка будівництва розташована в межах житлового району міста Харків і є складовою існуючої міської забудови. Розміщення житлового будинку на території виконано з урахуванням переважаючих напрямків вітру, визначених

за даними рози вітрів для літнього та зимового періодів відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2016.

Планувальна структура вулично-дорожньої мережі інтегрована в загальну транспортну систему міста. Параметри проїздів, вулиць, тротуарів і транспортних зв'язків прийнято відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» та ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів».

Для покращення санітарно-гігієнічного стану території, формування комфортного середовища проживання та підвищення екологічної якості житлової забудови проектом передбачено комплексне озеленення прибудинкової території із влаштуванням газонів, зелених насаджень та елементів благоустрою.

## **2.2 Об'ємно-планувальні рішення**

Об'ємно-планувальне вирішення житлового будинку розроблено з урахуванням сучасних вимог щодо забезпечення комфортних і безпечних умов проживання населення. Під час проєктування враховано положення ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» та ДБН В.2.2-41:2019 «Висотні житлові та громадські будинки. Проєктування».

Планувальна структура будинку забезпечує раціональне зонування приміщень, достатній рівень природного освітлення, інсоляції та функціонального зв'язку між окремими приміщеннями квартир. Квартири відрізняються за кількістю житлових кімнат і загальною площею, що дозволяє задовольнити потреби різних категорій мешканців. Площі квартир і окремих приміщень прийнято відповідно до нормативних вимог чинних будівельних норм.

У плані будинок має прямокутну конфігурацію з розмірами в осях 42,4 × 14,4 м. Будівля є дев'ятиповерховою та складається з двох житлових секцій. Висота поверху становить 3,0 м, а висота житлових приміщень квартир 2,7 м.

Планувальна схема будинку секційного типу. У будівлі передбачено 54 квартири, серед яких: однокімнатних 9; двокімнатних 36; трикімнатних 9.

Покриття будинку виконано у вигляді плоскої покрівлі. Для відведення атмосферних опадів передбачено систему внутрішнього організованого водостоку. Під усією будівлею запроєктовано технічне підпілля висотою 2,0 м, призначене для розміщення інженерних мереж та комунікацій.

За конструктивними та експлуатаційними характеристиками будинок належить до II ступеня вогнестійкості та I ступеня довговічності.

#### **Техніко-економічні показники об'ємно-планувального рішення**

площа забудови 716,85 м<sup>2</sup>;

житлова площа квартир 2290,38 м<sup>2</sup>;

площа літніх приміщень (балконів і лоджій) 669,72 м<sup>2</sup>;

загальна площа квартир 4085,55 м<sup>2</sup>;

будівельний об'єм будинку 21755,53 м<sup>3</sup>;

загальна площа будинку 5495,0 м<sup>2</sup>;

умовна висота будівлі 32,40 м.

Запропоноване об'ємно-планувальне рішення забезпечує ефективне використання внутрішнього простору будівлі та створює комфортні умови для проживання мешканців. Секційна система планування дозволяє раціонально організувати вертикальні та горизонтальні комунікації, забезпечити належний рівень природного освітлення квартир і скоротити площі допоміжних приміщень загального користування.

Прямокутна форма будинку сприяє конструктивній простоті, зменшенню витрат будівельних матеріалів і підвищенню економічної ефективності будівництва. Наявність квартир різної кімнатності розширює можливості заселення сімей різного складу, а використання технічного підпілля забезпечує зручне розміщення та обслуговування інженерних систем.

Прийняті архітектурно-планувальні рішення відповідають чинним нормативним вимогам щодо безпеки, довговічності, функціональності та енергоефективності житлових будівель.

### 1.3 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни виконується відповідно до вимог ДСТУ 9191:2022 та ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» з метою визначення приведеного опору теплопередачі огорожувальної конструкції та перевірки її відповідності нормативним вимогам щодо енергоефективності.

Вихідні дані

Місце будівництва м. Харків.

Кліматичні умови району будівництва належать до I температурної зони.

Розрахункові параметри:

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

розрахункова температура зовнішнього повітря:  $t_{з}=-18^{\circ}\text{C}$

нормативний мінімальний опір теплопередачі зовнішніх стін для I температурної зони:  $R_{q,\min}=4,0\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$

Коефіцієнти тепловіддачі поверхонь:

для внутрішньої поверхні:  $\alpha_{в}=8,7\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$

для зовнішньої поверхні:  $\alpha_{з}=23\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$

Відповідні опори тепловіддачі поверхонь становлять:

$$R_{в} = \frac{1}{\alpha_{в}} = \frac{1}{8,7} = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$R_{з} = \frac{1}{\alpha_{з}} = \frac{1}{23} = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

#### Конструкція зовнішньої стіни

Зовнішня стіна прийнята багат шаровою та складається з таких шарів:

Таблиця 1.1 – Склад зовнішньої стіни

№	Шар конструкції	Товщина $\delta$ , м	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda$ , Вт/(м·К)
1	Внутрішня цементно-піщана штукатурка	0,020	0,93
2	Силікатна цегла	0,510	0,81
3	Пінополістирольні плити	0,100	0,041

№	Шар конструкції	Товщина $\delta$ , м	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda$ , Вт/(м·К)
4	Зовнішня декоративна штукатурка	0,020	0,93

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

Термічний опір окремих шарів визначається за формулою:

Тоді:

Для внутрішньої штукатурки: 
$$R_1 = \frac{0,020}{0,93} = 0,022 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Для силікатної цегли: 
$$R_2 = \frac{0,510}{0,81} = 0,630 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Для утеплювача: 
$$R_3 = \frac{0,100}{0,041} = 2,439 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Для зовнішньої штукатурки: 
$$R_4 = \frac{0,020}{0,93} = 0,022 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

### Загальний опір теплопередачі стіни

Повний опір теплопередачі конструкції визначається за формулою:

$$R_0 = R_B + \sum R_i + R_3$$

$$R_0 = 0,115 + 0,022 + 0,630 + 2,439 + 0,022 + 0,043$$

$$R_0 = 3,271 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

### Перевірка відповідності нормативним вимогам

Отримане значення:  $R_0 = 3,27 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Нормативне значення:  $R_{q,min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Оскільки  $R_0 < R_{q,min}$

тобто  $R_0 < R_{q,min}$

прийнята конструкція зовнішньої стіни не забезпечує нормативний рівень теплозахисту для умов м. Харків.

Для приведення конструкції до вимог ДБН В.2.6-31:2021 необхідно збільшити товщину теплоізоляційного шару. При застосуванні пінополістиролу товщиною 150 мм загальний опір теплопередачі становитиме приблизно:

$$R_0 \approx 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

що перевищує нормативне значення.

У результаті теплотехнічного розрахунку встановлено, що зовнішня стіна з утеплювачем із пінополістиролу товщиною 100 мм має опір теплопередачі 3,27 м<sup>2</sup>·К/Вт, що не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 для I температурної зони України. Для забезпечення нормативних показників енергоефективності рекомендовано збільшити товщину теплоізоляції до 150 мм, що дозволить отримати необхідний рівень теплозахисту огорожувальної конструкції.

#### **1.4 Характеристика основних конструктивних елементів будівлі**

Конструктивна схема проєктованого житлового будинку прийнята стінового типу з поздовжніми зовнішніми та внутрішніми несучими стінами. Така схема являє собою просторову систему взаємопов'язаних вертикальних і горизонтальних несучих елементів, які спільно забезпечують необхідні показники міцності, жорсткості та стійкості споруди протягом усього терміну експлуатації.

Горизонтальні несучі конструкції, представлені міжповерховими перекриттями, сприймають постійні та тимчасові навантаження, а також горизонтальні впливи та передають їх на несучі стіни. Вертикальні конструкції, у свою чергу, передають навантаження через фундаментну систему на ґрунтову основу.

Будівля запроектована за традиційною будівельною системою із застосуванням цегляної кладки для несучих стін та збірних залізобетонних елементів. До складу збірних конструкцій входять багатопустотні плити перекриття, сходові марші та площадки, перемички, балконні плити, лоджії та козирки.

Несуча здатність будинку забезпечується спільною роботою основ, фундаментів, стін і перекриттів. До основних вертикальних навантажень належать власна вага конструкцій, тимчасові експлуатаційні навантаження на перекриття, снігові навантаження на покриття, а також тиск ґрунту на підземну частину споруди.

Просторова жорсткість і стійкість будинку до дії горизонтальних навантажень забезпечується сумісною роботою зовнішніх та внутрішніх поздовжніх і поперечних стін із жорсткими дисками міжповерхових перекриттів. До горизонтальних впливів належать вітрові навантаження та боковий тиск ґрунту на стіни технічного підпілля й фундаментні конструкції.

Відповідно до вимог ДСТУ 8855:2019 будинок належить до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Для підвищення просторової жорсткості будівлі через кожні три поверхи по зовнішніх і внутрішніх несучих стінах передбачено монолітні залізобетонні пояси перерізом 350×780 мм із бетону класу С35/45.

Кожна секція обладнується одним пасажирським ліфтом. Ліфтова шахта виконується з цегляної кладки та бере участь у забезпеченні загальної просторової жорсткості будівлі.

#### *Основи будівлі*

Основою споруди є природний ґрунт - дрібний водонасичений пісок жовтувато-сірого кольору щільного складу. Розрахункові характеристики ґрунту прийнято за результатами інженерно-геологічних досліджень:

- питома вага ґрунту  $\gamma = 2,03 \text{ т/м}^3$ ;
- кут внутрішнього тертя  $\varphi = 29^\circ$ ;
- питоме зчеплення  $c = 0,02 \text{ кгс/см}^2$ ;
- модуль деформації  $E = 5 \text{ МПа}$ .

Проектування основ виконано відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018 щодо забезпечення надійності та довговічності фундаментних конструкцій.

#### *Фундаменти*

Для сприйняття навантажень від будівлі прийнято пальовий фундамент. Фундаментна система складається зі збірних залізобетонних забивних паль довжиною 9,0 м та поперечним перерізом 300×300 мм, виготовлених за серією 1.011.1-10, випуск 8.

Об'єднання паль у єдину конструктивну систему здійснюється монолітним залізобетонним ростверком стрічкового типу висотою 500 мм. Для влаштування ростверку використовується бетон класу С16/20.

Застосування пального фундаменту забезпечує надійну передачу навантажень на більш міцні шари ґрунту та зменшує нерівномірність осідань будівлі.

#### *Стіни технічного підпілля*

Стіни технічного підпілля виконуються зі збірних бетонних фундаментних блоків відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-108:2010.

Монтаж блоків здійснюється на цементно-піщаному розчині марки М100 з обов'язковим перев'язуванням вертикальних швів. Для запобігання капілярному підсосу вологи між ростверком і стінами підвалу передбачено горизонтальну гідроізоляцію з рулонних бітумних матеріалів.

Зовнішні поверхні підземних конструкцій, що контактують із ґрунтом, захищаються двошаровою обмазувальною гідроізоляцією на основі бітумної мастики. Таке рішення забезпечує захист конструкцій від проникнення ґрунтової вологи та підвищує довговічність будівлі.

Внутрішні поверхні стін технічного підпілля оштукатурюються цементно-піщаним розчином, що покращує експлуатаційні характеристики приміщень і забезпечує належний санітарно-технічний стан підземної частини будівлі.

#### *Стіни цокольної частини*

Цокольна частина будівлі запроєктована з керамічної цегли марки М100 відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Кладка виконується на цементно-піщаному розчині марки М75 згідно з ДСТУ Б В.2.7-23-95. Товщина зовнішніх стін цоколя становить 640 мм (у 2,5 цеглини), а внутрішніх 510 мм (у 2 цеглини), що забезпечує необхідну несучу здатність та довговічність конструкцій.

### *Зовнішні та внутрішні стіни*

Зовнішні огорожувальні конструкції прийняті багатошаровими з ефективною системою утеплення. Несуча частина стін виконується із силікатної цегли марки М150 на цементно-піщаному розчині марки М50. Загальна товщина зовнішніх стін становить 630 мм.

Для підвищення теплозахисних характеристик будівлі передбачено застосування жорстких пінополістирольних плит товщиною 100 мм. Армування цегляної кладки здійснюється сталевими сітками з дроту Ø4 мм класу Вр-1. Арматурні сітки встановлюються у горизонтальних швах у місцях примикання стін, у кутах будівлі та в простінках на рівні верхньої та нижньої частини прорізів.

Фасадні поверхні будинку оздоблюються декоративною штукатуркою, що забезпечує архітектурну виразність та додатковий захист конструкцій від атмосферних впливів.

Внутрішні несучі стіни виконуються із силікатної цегли товщиною 380 мм із додатковим армуванням сталевими сітками. Для забезпечення природної вентиляції в стінах передбачені вентиляційні канали перерізом 140×140 мм та 270×270 мм.

Міжквартирні несучі перегородки запроектовані з пінобетонних блоків товщиною 300 мм, що забезпечує необхідні показники звукоізоляції та вогнестійкості.

Армування зовнішніх і внутрішніх стін виконується сітками Ø4 Вр-1 з розміром чарунок 100×100 мм через кожні п'ять рядів кладки, а на рівні перших трьох поверхів через кожні три ряди.

### *Перемички*

Для перекриття дверних та віконних прорізів застосовуються збірні залізобетонні брускі перемички, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.6-55:2008. Монтаж перемичок здійснюється одночасно з виконанням цегляної кладки.

Окремі елементи з'єднуються між собою сталевим дротом діаметром 4–6 мм. Мінімальна довжина опирання перемичок на кладку становить:

- для ненесучих (рядових) перемичок не менше 125 мм;
- для несучих перемичок не менше 250 мм.

#### *Міжповерхові перекриття*

Перекриття будівлі виконуються зі збірних багатопустотних залізобетонних плит товщиною 220 мм, виготовлених із важкого бетону класу С16/20 відповідно до ДСТУ Б В.2.6-53:2008.

Плити спираються на несучі стіни з двох боків із глибиною опирання 120 мм. Порожнини в торцевих частинах плит на ділянках опирання заповнюються бетонними вкладишами, що підвищує міцність конструкції та покращує її тепло- і звукоізоляційні властивості.

Для забезпечення сумісної роботи плит і підвищення просторової жорсткості будівлі передбачено анкерування перекриттів до стін, перемичок та монолітних залізобетонних елементів. Нижня поверхня плит підлягає затирці та подальшому фарбуванню або побілці.

#### *Перегородки*

Внутрішнє планування будинку передбачає використання міжквартирних та міжкімнатних перегородок із силікатної цегли. Таке рішення забезпечує достатню звукоізоляцію між приміщеннями та відповідає вимогам пожежної безпеки.

#### *Сходи*

Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується збірними залізобетонними сходами, що складаються зі сходових маршів і площадок заводського виготовлення. Конструкції прийняті відповідно до ДСТУ Б В.2.6-62:2008 та розраховані на нормативне навантаження 3,5 кПа.

Для безпечної експлуатації сходові марші обладнуються металевими поручнями висотою 1,0 м. Поверхні маршів мають чисту бетонну обробку, а нижні площини затерті та побілені. На сходових площадках передбачено покриття з керамічної плитки.

Основні параметри сходів:

- ширина маршу 1200 мм;
- ширина сходової площадки 1530 мм;
- ухил маршу 1:2.

Спірання маршів здійснюється на спеціальні уступи сходових площадок.

#### *Вікна та балконні двері*

Для забезпечення нормативного рівня природного освітлення, інсоляції та вентиляції приміщень передбачено встановлення металопластикових віконних блоків із полівінілхлоридних профілів та енергоефективних склопакетів відповідно до ДСТУ EN 14351-1:2020.

Кріплення віконних блоків до конструкцій стін виконується анкерними елементами. Монтажні зазори герметизуються поліуретановою піною з подальшим улаштуванням внутрішніх і зовнішніх укосів.

#### *Двері*

У будинку застосовуються дверні блоки різного функціонального призначення відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Вхідні двері до квартир прийняті металевими, протиударними та протипожежними. Міжкімнатні двері виконуються дерев'яними щитової конструкції з глухими або частково заскленими полотнами.

Монтаж дверних коробок здійснюється з надійним закріпленням у прорізах. Простір між коробкою та конструкцією стіни заповнюється монтажною піною та закривається лиштвами.

#### *Балкони та козирки*

Балкони запроєктовані зі збірних залізобетонних консольних плит за типовими серіями. Вхідні козирки виконуються зі збірних залізобетонних плит суцільного перерізу.

Конструкції балконів, лоджій та козирків з'єднуються з несучими елементами будинку за допомогою закладних деталей та анкерних елементів зі смугової сталі. Для відведення атмосферної вологи по периметру плит встановлюються металеві відливи з оцинкованої сталі.

Гідроізоляційний захист виконується із двох шарів рулонного матеріалу на бітумній мастиці.

Огородження балконів передбачено у вигляді металевих конструкцій та збірних залізобетонних екранів.

#### *Лоджії*

Лоджії виконуються із збірних залізобетонних плит товщиною 220 мм відповідно до ДСТУ Б В.2.6-69:2008. Плити спираються на поперечні несучі стіни будинку.

Покриття підлоги лоджій передбачено з керамічної плитки, стійкої до атмосферних впливів та перепадів температур.

#### *Підлоги*

Конструкції підлог прийняті залежно від функціонального призначення приміщень, умов експлуатації та санітарно-гігієнічних вимог.

У житлових кімнатах, кухнях, передпокоях і коморах передбачено покриття з лінолеуму на теплозвукоізоляційній основі по вирівнювальній цементно-піщаній стяжці та шару пінобетону.

У санвузлах і ванних кімнатах використовується керамічна плитка по шару гідроізоляції, що забезпечує захист конструкцій від впливу вологи.

На сходових майданчиках, балконах, лоджіях, у тамбурах і приміщенні консьєржа влаштовується підлога з керамічної плитки по залізобетонній основі.

У конструкції покриття горища передбачено теплоізоляційний шар із пінобетону, цементно-піщані стяжки та рулонну гідроізоляцію.

Підлога технічного підпілля виконується з цементно-піщаного покриття, яке забезпечує довговічність та зручність експлуатації приміщення.

Для оздоблення підлог застосовуються матеріали, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-316:2016 (лінолеум) та ДСТУ Б В.2.7-282:2011 (керамічна плитка).

#### *Дах і покрівля*

У проєкті передбачено влаштування плоского даху з холодним горищним простором. Як гідроізоляційне покриття прийнято рулонну покрівлю, що

складається з трьох шарів руберойду із захисним верхнім покриттям. Укладання рулонного килима здійснюється на бітумній мастиці відповідно до вимог ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будинків і споруд».

Основою покрівельної конструкції слугують збірні багатопустотні залізобетонні плити перекриття товщиною 220 мм, виготовлені з важкого бетону згідно з ДСТУ Б В.2.6-53:2008.

Теплозахист будівлі забезпечується теплоізоляційним шаром, який розташовується по горищному перекриттю. Для утеплення використовується керамзит товщиною 170 мм, укладений по пароізоляційному шару. Поверх теплоізоляції передбачено цементно-піщану захисну стяжку товщиною 30 мм. Пароізоляція виконується шляхом нанесення бітумно-каучукової мастики шаром товщиною 1 мм.

Відведення атмосферних опадів із покрівлі здійснюється за допомогою внутрішньої організованої системи водостоку. Вода через водоприймальні пристрої відводиться до системи водовідведення з подальшим скиданням на вимощення та озеленені ділянки території.

По периметру будівлі зовнішні стіни завершуються цегляним парапетом висотою 600 мм. Верхня частина парапету захищається покриттям з оцинкованої покрівельної сталі, яка кріпиться до металевих елементів, закладених у цегляну кладку.

#### *Вимощення*

Для захисту фундаментів від поверхневих вод по всьому периметру будинку передбачено вимощення шириною 1,5 м.

Вимощення виконується з асфальтобетонного покриття товщиною 25 мм, укладеного по щебеневій підготовці товщиною 100 мм. Для забезпечення ефективного відведення дощових і талих вод прийнято ухил від будівлі в розмірі 3 %.

По зовнішньому краю вимощення встановлюється збірний залізобетонний бордюр, який забезпечує стійкість конструкції та впорядкованість благоустрою території.

### *Внутрішнє оздоблення*

Внутрішнє оздоблення приміщень прийнято з урахуванням їх функціонального призначення та санітарно-гігієнічних вимог.

Стелі в усіх приміщеннях підлягають шпаклюванню з фарбуванням водоемульсійними складами.

Стіни житлових кімнат і передпокоїв після вирівнювання та оштукатурювання оздоблюються шпалерами. Для кухонь, санітарних вузлів, ванних кімнат, тамбурів, комор, сходових кліток та приміщення консьєржа передбачено фарбування поверхонь акриловими фарбами по підготовленій штукатурці.

Такі рішення забезпечують належні експлуатаційні характеристики приміщень, довговічність оздоблення та зручність у догляді.

### *Зовнішнє оздоблення*

Фасади будівлі утеплюються плитами пінополістиролу, після чого виконується зовнішнє оздоблення цементно-піщаною декоративною штукатуркою. Таке конструктивне рішення сприяє підвищенню енергоефективності будинку та покращує його архітектурний вигляд.

Поверхні балконних і лоджійних плит шпаклюються та покриваються атмосферостійкою фасадною фарбою.

Віконні та балконні блоки, вхідні двері й металеві елементи огорожень підлягають дворазовому фарбуванню захисними лакофарбовими матеріалами.

Цокольна частина будівлі оздоблюється цементно-піщаною штукатуркою з фактурною поверхнею типу «шуба» та додатково покривається фасадною фарбою, що підвищує її стійкість до механічних пошкоджень і атмосферних впливів.

Застосовані оздоблювальні матеріали забезпечують довговічність конструкцій, покращують архітектурну виразність будівлі та відповідають сучасним вимогам щодо естетики й експлуатаційної надійності житлових споруд.

## **1.5 Санітарно-технічне та інженерне обладнання будівлі**

### *Санітарно-технічні системи*

Інженерне обладнання житлового будинку запроєктовано відповідно до чинних нормативних вимог з метою забезпечення комфортних і безпечних умов проживання мешканців.

*Система опалення* передбачена централізованою та підключається до міських теплових мереж. Теплопостачання забезпечує підтримання нормативних параметрів мікроклімату в приміщеннях упродовж опалювального періоду.

*Холодне водопостачання* здійснюється від централізованої міської водопровідної мережі. Система забезпечує безперервну подачу води до квартир та приміщень загального користування.

*Каналізація* запроєктована як централізована система водовідведення з підключенням до міської каналізаційної мережі. Відведення побутових стічних вод здійснюється через внутрішню систему трубопроводів до зовнішніх інженерних мереж.

*Вентиляція* будівлі передбачена природною припливно-витяжною. Видалення відпрацьованого повітря здійснюється через вентиляційні канали, розташовані в кухнях, санітарних вузлах та ванних кімнатах. Надходження свіжого повітря забезпечується через віконні конструкції та спеціальні вентиляційні пристрої.

*Газопостачання* житлового будинку здійснюється від централізованої газорозподільної мережі міста. Система проєктується відповідно до вимог безпеки та експлуатаційної надійності газового обладнання.

*Дощова каналізація* передбачає організоване відведення атмосферних опадів із покрівлі через внутрішню систему водостоків із подальшим випуском води на вимощення та прилеглу територію.

### ***Електротехнічні та слабкострумні системи***

*Електропостачання* будівлі забезпечується від міських електричних мереж. Проєктом передбачено електроживлення квартир, місць загального

користування, інженерного обладнання та зовнішнього освітлення відповідно до встановлених нормативів.

Для захисту будівлі від дії атмосферних електричних розрядів передбачено *систему блискавкозахисту*, яка запроєктована відповідно до вимог ДСТУ EN 62305-1:2012. Система включає блискавкоприймачі, струмовідводи та заземлювальний контур, що забезпечують безпечне відведення струму блискавки в ґрунт і захист конструкцій та інженерного обладнання будинку.

## Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина

### 2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту

#### Вихідні дані

Таблиця 2.1 - Геологічна будова та гідрогеологічні умови майданчика

№ Шару	Ґрунт	Номер свердловини та потужність шару, м		
		1	2	3
1	Суглинок чорний	1	1,3	1,4
2	Суглинок чорний	1,4	1,2	1,6
3	Супісок жовтувато-бурий	1,65	2,2	1,3
4	Супісок жовтувато-бурий	1,8	1,1	1,2
5	Суглинок коричневатого-бурий	1,6	1,6	2
6	Суглинок коричневатого-бурий	2,2	1,75	1,8
7	Пісок жовто-сірий, дрібний	2,1	2	2,2
	Відмітка устя свердловини, м	118,25	118,45	118,6

Таблиця 2.2 - Характеристики властивостей ґрунтів

Найменування	Ум. позн.	Од. вим.	Номер шару						
			1	2	3	4	5	6	7
Щільність	$\rho_{II}$	т/м <sup>3</sup>	1,86	1,85	1,79	1,92	1,78	1,98	2,03
Щільність частинок	$\rho_s$	т/м <sup>3</sup>	2,62	2,73	2,73	2,69	2,66	2,69	2,66
Природня вологість	W		0,17	0,3	0,26	0,2	0,18	0,18	0,11
Вологість на межі текучості	W <sub>L</sub>		0,28	0,33	0,27	0,27	0,26	0,22	
Вологість на межі пластичності	W <sub>P</sub>		0,19	0,2	0,22	0,21	0,17	0,16	
Кут внутрішнього тертя	$\phi$	град.	28	21	30	24	31	23	29
Питоме зчеплення	c	кПа	20	21	24	17	20	16	2
Модуль деформації	E	Мпа	4	4	17	15	22	8	5

#### Проведений аналіз інженерно-геологічних умов

1. Суглинок чорний,  $\gamma=18,6$  кН/м<sup>3</sup>:

- число пластичності розраховується, як:

$$I_p = W_L - W_p = 0,28 - 0,19 = 0,09,$$

де  $W_L$  – вологість на межі текучості;

$W_p$  – вологість на межі пластичності;

- показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,17 - 0,19}{0,28 - 0,19} = -0,22,$$

де  $W$  – природня вологість.

Висновок: суглинок чорний - твердий.

2. Суглинок чорний,  $\gamma=18,5$  кН/м<sup>3</sup>:

- число пластичності:

$$I_p = W_L - W_p = 0,33 - 0,2 = 0,13,$$

- показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,3 - 0,2}{0,33 - 0,2} = 0,77,$$

Висновок: суглинок чорний - текуче-пластичний.

3. Супісок жовтувато-бурий,  $\gamma=17,9$  кН/м<sup>3</sup>:

- число пластичності:

$$I_p = W_L - W_p = 0,27 - 0,22 = 0,05;$$

- показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,26 - 0,22}{0,27 - 0,22} = 0,8;$$

Висновок: супісок жовтувато-бурий - текуче-пластичний.

4. Супісок жовтувато-бурий,  $\gamma=19,2$  кН/м<sup>3</sup>:

- число пластичності:

$$I_p = W_L - W_p = 0,27 - 0,21 = 0,06;$$

- показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,2 - 0,21}{0,27 - 0,21} = -0,17;$$

Висновок: супісок жовтувато-бурий - твердий.

5. Суглинок коричневатобурий,  $\gamma=17,8$  кН/м<sup>3</sup>:

- число пластичності:

$$I_P = W_L - W_P = 0,26 - 0,17 = 0,09;$$

- показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{0,18 - 0,17}{0,26 - 0,17} = 0,11;$$

Висновок: суглинок коричневатого-бурий - напівтвердий.

6. Супісок коричневатого-бурий,  $\gamma=19,8\text{кН/м}^3$ :

- число пластичності:

$$I_P = W_L - W_P = 0,22 - 0,16 = 0,06;$$

- показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{0,18 - 0,16}{0,22 - 0,16} = 0,33;$$

Висновок: супісок коричневатого-бурий - туго-пластичний.

7. Пісок жовтуватого-сірий, дрібний,  $\gamma=20,3\text{кН/м}^3$ :

- коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot (1 + W) - 1 = \frac{2,71}{2,03} \cdot (1 + 0,13) - 1 = 0,5,$$

де  $\rho_s$  – щільність частинок,  $\text{т/м}^3$ ;

$\rho$  – щільність,  $\text{т/м}^3$ ;

- ступінь вологості:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,11 \cdot 2,66}{0,5 \cdot 1} = 0,7,$$

де  $\rho_w$  – щільність води, що дорівнює  $10\text{ т/м}^3$ .

Висновок: пісок жовтуватого-сірий, дрібний, щільний, та вологий.

Таблиця 2.3 - Характеристика ґрунтових умов будівельної площадки

№ шару	e	S <sub>r</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>L</sub>	Характеристика ґрунтів
1					Рослинний шар
2			0,13	0,77	Суглинок чорний, текуче-пластичний
3			0,05	0,8	Супісок жовтуватого-бурий, текуче-пластичний
4			0,06	-0,2	Супісок жовтуватого-бурий, твердий
5			0,09	0,11	Суглинок коричневатого-бурий, напівтвердий
6			0,06	0,33	Супісок коричневатого-бурий, туго-пластичний

7	0,5	0,7			Пісок жовтувато-сірий, дрібний, щільний, ВОЛОГИЙ
---	-----	-----	--	--	---

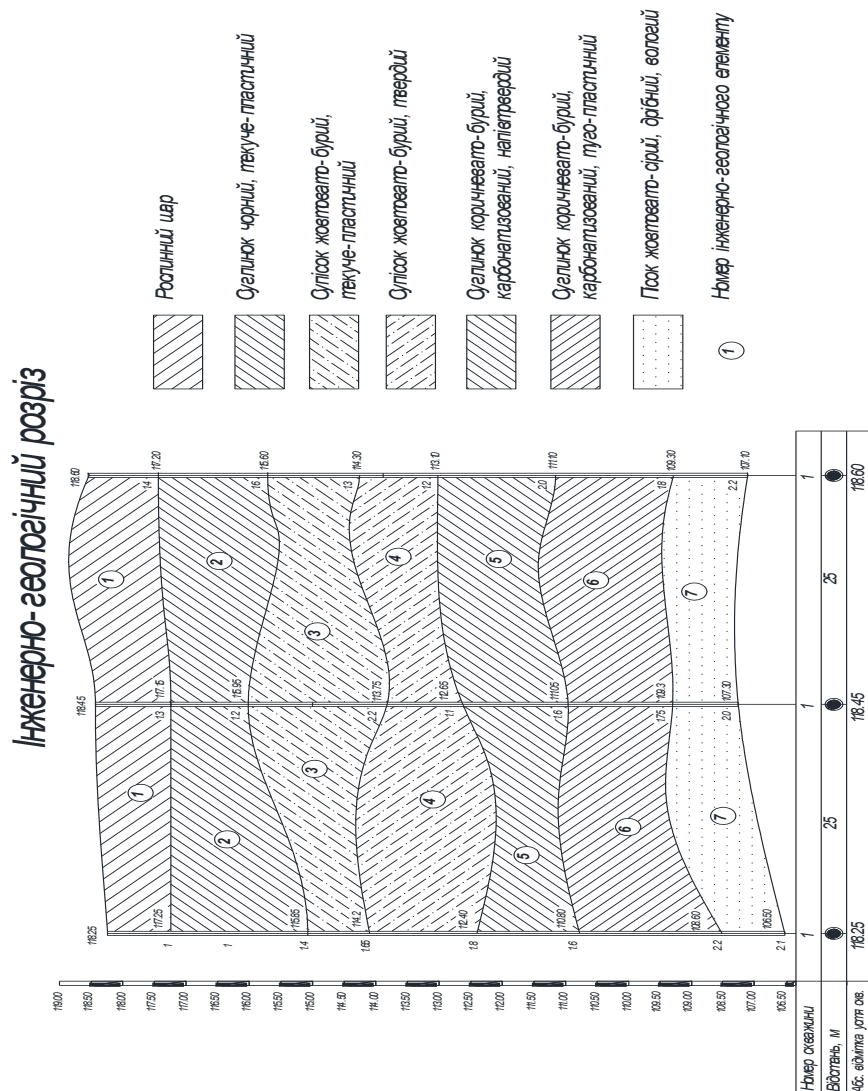


Рисунок 2.1 – Інженерно-геологічний розріз

### Проводимо збір навантажень

### Навантаження на фундамент під стіну по осі 1–13

Фундамент, розташований під стіною по осі 1–13, сприймає комплекс вертикальних навантажень від усіх конструктивних елементів будівлі, розміщених вище рівня його закладення.

До постійних навантажень належать:

- власна вага зовнішніх та внутрішніх несучих стін;

- маса міжповерхових перекриттів;
- навантаження від покрівельної конструкції;
- вага сходових маршів і площадок;
- навантаження від ліфтового обладнання та шахт.

Тимчасові (експлуатаційні) навантаження включають:

- корисні навантаження від перебування людей, меблів, обладнання та інших змінних факторів;
- снігове навантаження на покрівлю;
- вітрові навантаження, що враховуються згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006;
- можливі технологічні навантаження, пов'язані з будівельно-монтажними роботами, транспортуванням матеріалів та переміщенням будівельної техніки.

Сумарна дія навантажень передається на фундаментну конструкцію (стрічкову або плитну), де відбувається їх розподіл і передача на ґрунтову основу. Розрахунок основ і фундаментів виконується з урахуванням коефіцієнтів надійності відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2009 та ДБН В.1.1-7:2016, із забезпеченням несучої здатності та допустимих деформацій основи.

(Додаток 1)

## **Розрахунок пальового фундаменту**

### **Вибір глибини закладання ростверку та довжини паль**

Підбір типу паль, їх довжини, розмірів поперечного перерізу та необхідної кількості виконується з урахуванням величини вертикальних навантажень, що передаються від надземної частини будівлі на фундамент, а також відповідно до інженерно-геологічних характеристик ділянки будівництва.

Підосхву ростверку прийнято розташовувати на глибині 1,9 м від рівня спланованої поверхні землі. Таке рішення забезпечує розміщення конструкції нижче зони сезонного промерзання ґрунту та створює умови для ефективної передачі навантажень від ростверку на оголовки паль.

Довжину забивних паль визначають таким чином, щоб їх нижні кінці були заглиблені щонайменше на 1 м у несучий шар ґрунту з достатньою несучою здатністю. Під час призначення довжини паль враховують результати інженерно-геологічних досліджень, зокрема глибину залягання слабких ґрунтів, рівень ґрунтових вод, потужність окремих шарів та їх фізико-механічні властивості.

Довжину палі приймаємо, виходячи з інженерно-геологічних умов будівельного майданчика, занурюючи нижній кінець палі в ґрунт з досить високим розрахунковим опором на глибину 1 м в несучий шар:

$$L_{\text{палі}} = \sum h_i - d_p + l_z + 1\text{м},$$

де  $\sum h_i$  – сума довжин шарів ґрунту, яких проходить паля, м;

$d_p$  – глибина закладання підошви ростверку, м;

$l_z$  – довжина замонолічування палі у ростверк, м.

$$L_{\text{палі}} = 1,4 + 1,6 + 1,3 + 1,2 + 2 + 1,8 + 1 + 0,25 - 2 = 8,55\text{м}$$

### Вибір типу паль

Для фундаментів проєктованої будівлі прийнято збірні залізобетонні забивні палі марки ПНдр9-30, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Палі мають квадратний поперечний переріз розмірами 300×300 мм та виготовляються із застосуванням попередньо напруженої арматури. Їх занурення в ґрунт передбачається ударним способом із використанням дизель-молота.

Основні технічні характеристики паль ПНдр9-30:

довжина палі 9,0 м;

клас бетону С16/20;

об'єм бетону на одну палю 0,82 м<sup>3</sup>;

маса однієї палі 2,05 т;

витрата арматурної сталі 24,6 кг на палю.

Застосування паль зазначеного типу забезпечує ефективне передавання навантажень від несучих конструкцій будівлі через ростверк на міцні ґрунтові шари основи. Довжину паль визначено на підставі результатів інженерно-геологічних досліджень таким чином, щоб їх нижні кінці були заглиблені в несучий шар ґрунту не менше ніж на 1 м, що гарантує необхідну несучу здатність і надійність фундаментної системи.

### **Визначення несучої здатності одиночної палі**

#### **Розрахунок фундаменту на забивних залізобетонних палях**

Розрахунок пального фундаменту виконується відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2009 «Основи та фундаменти будівель і споруд».

У випадках, коли потужність окремих інженерно-геологічних елементів перевищує 2,0 м, такі шари поділяються на розрахункові інтервали товщиною не більше 2 м. Це дозволяє більш точно врахувати зміну фізико-механічних властивостей ґрунтів по глибині та підвищити достовірність визначення несучої здатності палі за ґрунтовими умовами.

Для аналізу роботи системи «палі–основа» використовується розрахункова модель жорсткого стрижня, зануреного в ґрунтовий масив. Така схема дає можливість врахувати деформаційні властивості ґрунтів, умови їх взаємодії з бічною поверхнею палі та особливості передачі навантаження через її нижній кінець.

#### **Розрахункова схема палі**

На рисунку 2 наведено розрахункову схему палі, яка відображає основні фактори, що впливають на її роботу в ґрунтовому середовищі, а саме: дію вертикальних навантажень, переданих від надземної частини будівлі; опір ґрунту вздовж бічної поверхні палі; опір ґрунту під вістрям палі; пошарову будову ґрунтової основи; взаємодію палі з навколишнім ґрунтом по всій довжині занурення.

Зазначена схема є основою для визначення несучої здатності палі та подальшого розрахунку параметрів пального фундаменту.

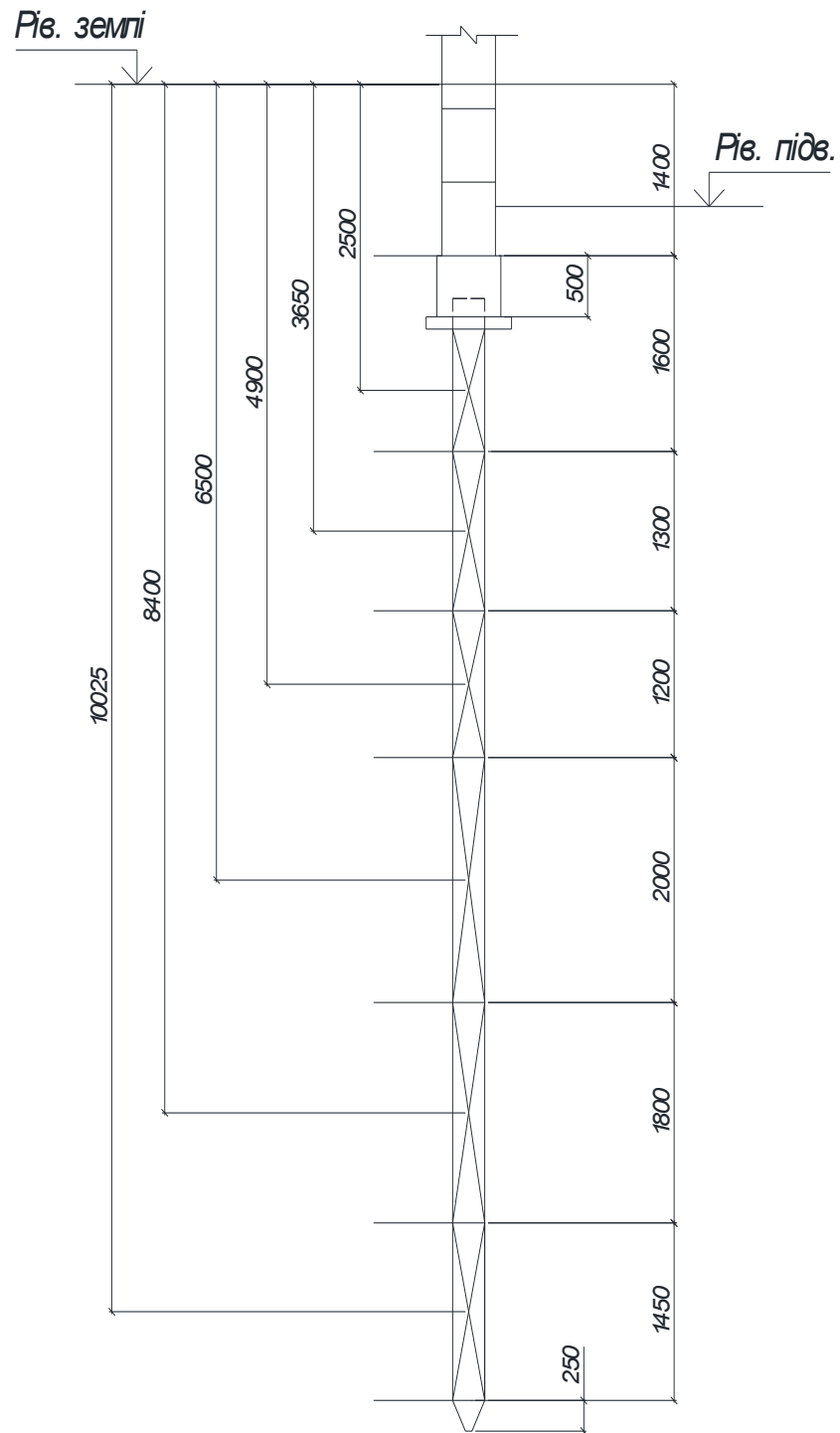


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема палі

Несуча здатність однієї палі:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i),$$

де  $\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, приймається 1,0;

$R$  – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа, приймається по ДБН  $R = 2645$  кПа, при  $h = 10,75$  м та дрібному піску, де  $h$  – глибина закладення нижнього кінця палі, яка відраховується від рівня планування;

$A$  – площа обпирання палі на ґрунт, приймається по площі поперечного перерізу палі брутто, м<sup>2</sup>:

$$A = b^2 = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2,$$

де  $b$  – довжина сторони перерізу палі;

$u$  – зовнішній периметр поперечного перерізу палі, м:

$$u = 4 \cdot b = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ м};$$

$\gamma_{CR}$  та  $\gamma_{CF}$  – коефіцієнти умов роботи ґрунту відповідно під нижнім кінцем та по боковій поверхні палі, які враховують вплив способу занурення палі на розрахункові опори ґрунту під нижнім кінцем по ДБН,  $\gamma_{CR} = 1$ ,  $\gamma_{CF} = 1$ ;

$f_i$  – розрахунковий опір  $i$ -го шару ґрунту основи на боковій поверхні палі, кПа:

$$f_i = \sigma_{zg,i} \cdot \frac{\nu}{1 - \nu} \cdot \text{tg} \varphi + c,$$

де  $\sigma_{zg,i}$  – навантаження від власної ваги ґрунту в середині кожного розрахункового шару ґрунтової основи, кН/м<sup>2</sup>:

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=n}^1 \gamma_i h_i,$$

де  $\gamma_i$  – питома вага кожного  $i$ -го шару ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;р

$h_i$  – потужність кожного  $i$ -го шару ґрунту, м;

$\nu$  – коефіцієнт Пуассона ґрунту в середині кожного розрахункового шару:

- для пісків коефіцієнт Пуассона:  $\nu = 0,27$ ;
- для супісків і суглинків коефіцієнт Пуассона:  $\nu = 0,35$ ;
- для глин коефіцієнт Пуассона :  $\nu = 0,4$ ;

$\varphi$  – кут внутрішнього тертя кожного шару ґрунту, град.;

$c$  – питома зчеплення кожного шару ґрунту, кПа.

Питома вага ґрунтів та потужність залягання складає:

ІГЕ-1:  $\gamma_1=18,6 \text{ кН/м}^3$ ;  $h_1=1,4 \text{ м}$ .

ІГЕ-2:  $\gamma_2=18,5 \text{ кН/м}^3$ ;  $h_2=1,6 \text{ м}$ .

ІГЕ-3:  $\gamma_3=17,9 \text{ кН/м}^3$ ;  $h_3=1,3 \text{ м}$ .

ІГЕ-4:  $\gamma_4=19,2 \text{ кН/м}^3$ ;  $h_4=1,2 \text{ м}$ .

ІГЕ-5:  $\gamma_5=17,8 \text{ кН/м}^3$ ;  $h_5=2 \text{ м}$ .

ІГЕ-6:  $\gamma_6=19,8 \text{ кН/м}^3$ ;  $h_6=1,8 \text{ м}$ .

ІГЕ-7:  $\gamma_7=20,3 \text{ кН/м}^3$ ;  $h_7^I=1,45 \text{ м}$ .

### Визначення навантажень від власної ваги кожного шару ґрунту

1. На поверхні ґрунту:

$$\sigma_{zg0} = 0;$$

2. На межі першого та другого шарів:

$$\sigma_{zg1} = \gamma_1 h_1 = 18,6 \cdot 1,4 = 26,1 \text{ кН/м}^2;$$

3. На межі другого та третього шарів:

$$\sigma_{zg2} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 = 26,1 + 18,5 \cdot 1,6 = 55,7 \text{ кН/м}^2;$$

4. На межі третього та четвертого шарів:

$$\sigma_{zg3} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 = 55,7 + 17,9 \cdot 1,3 = 79 \text{ кН/м}^2;$$

5. На межі четвертого та п'ятого шарів:

$$\sigma_{zg4} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 = 79 + 19,2 \cdot 1,2 = 102,1 \text{ кН/м}^2;$$

6. На межі п'ятого та шостого шарів:

$$\begin{aligned} \sigma_{zg5} &= \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 + \gamma_5 h_5 = 102,1 + 17,8 \cdot 2 \\ &= 137,9 \text{ кН/м}^2; \end{aligned}$$

7. На межі шостого та сьомого шарів:

$$\begin{aligned} \sigma_{zg6} &= \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 + \gamma_5 h_5 + \gamma_6 h_6 = 137,9 + 19,8 \cdot 1,8 = \\ &= 173,6 \text{ кН/м}^2; \end{aligned}$$

8. На межі сьомого шару та рівня кінця палі:

$$\begin{aligned} \sigma_{zg7} &= \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 + \gamma_5 h_5 + \gamma_6 h_6 + \gamma_7^I h_7^I \\ &= 173,6 + 20,3 \cdot 1,45 = 203 \text{ кН/м}^2; \end{aligned}$$

9. На рівні підосви ростверку:

$$\sigma_{zg}^I = \gamma_1 h_1 + \gamma_3 h_{3п.р.} = 26,1 + 18,5 \cdot 0,6 = 37,2 \text{ кН/м}^2.$$

**Визначення розрахункових опорів кожного шару ґрунту на боковій поверхні палі**

1. ІГЕ-1 – ІГЕ-2:

$$f_1 = \sigma_{zg,1} \cdot \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \operatorname{tg}\varphi + c = 26,1 \cdot \frac{0,35}{1-0,35} \cdot \operatorname{tg}28^\circ + 20 = 27,5 \text{ кПа};$$

2. ІГЕ-2 – ІГЕ-3:

$$f_2 = \sigma_{zg,2} \cdot \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \operatorname{tg}\varphi + c = 55,7 \cdot \frac{0,35}{1-0,35} \cdot \operatorname{tg}21^\circ + 21 = 32,5 \text{ кПа};$$

3. ІГЕ-3 – ІГЕ-4:

$$f_3 = \sigma_{zg,3} \cdot \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \operatorname{tg}\varphi + c = 79 \cdot \frac{0,35}{1-0,35} \cdot \operatorname{tg}30^\circ + 24 = 48,56 \text{ кПа};$$

4. ІГЕ-4 – ІГЕ-5:

$$f_4 = \sigma_{zg,4} \cdot \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \operatorname{tg}\varphi + c = 102,1 \cdot \frac{0,35}{1-0,35} \cdot \operatorname{tg}24^\circ + 17 = 41,5 \text{ кПа};$$

5. ІГЕ-5 – ІГЕ-6:

$$f_5 = \sigma_{zg,5} \cdot \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \operatorname{tg}\varphi + c = 137,9 \cdot \frac{0,35}{1-0,35} \cdot \operatorname{tg}31^\circ + 20 = 64,6 \text{ кПа};$$

6. ІГЕ-6 – ІГЕ-7:

$$f_6 = \sigma_{zg,6} \cdot \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \operatorname{tg}\varphi + c = 173,6 \cdot \frac{0,35}{1-0,35} \cdot \operatorname{tg}23^\circ + 16 = 55,67 \text{ кПа};$$

7. ІГЕ-6 – ІГЕ-7<sup>!</sup>:

$$f_7 = \sigma_{zg,7} \cdot \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \operatorname{tg}\varphi + c = 203 \cdot \frac{0,27}{1-0,27} \cdot \operatorname{tg}29^\circ + 2 = 43,6 \text{ кПа};$$

**Несуча здатність однієї палі складає:**

$$\begin{aligned} F_d = \gamma_c \left( \gamma_{CR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i \right) &= 1 \cdot (1 \cdot 2645 \cdot 0,09 + \\ &+ 1,2 \cdot (32,5 \cdot 1,6 + 48,56 \cdot 1,3 + 41,5 \cdot 1,2 + \\ &+ 64,6 \cdot 2 + 55,67 \cdot 1,8 + 43,6 \cdot 1,2)) = 774,03 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Допустиме розрахункове навантаження на палю:

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{774,03}{1,4} = 552,88 \text{ кН},$$

де  $N$  – розрахункове навантаження, що передається на палю, кН;

$\gamma_k = 1,4$  – несуча здатність палі визначена розрахунком.

## Визначення кількості паль у фундаменті та розміри ростверку

Число паль, що припадають на 1 м.п. в стрічковому ростверку, виходячи з умови максимального використання несучої здатності:

$$n = \frac{\sum N_i + G_{p,гр}}{P_p},$$

де  $\sum N_i$  – сума вертикальних навантажень на обрізі ростверку, в максимальній комбінації, кН;

$G_{p,гр}$  – навантаження від ростверку з ґрунтом на уступах, кН:

$$G_{p,гр} = 1,1 \cdot A_p \cdot \gamma_{ср} \cdot d_p = 1,1 \cdot 0,814 \cdot 19 \cdot 2 = 34 \text{ кН},$$

де  $A_p$  – площа подошви ростверку, м<sup>2</sup>:

$$A_p = \frac{\sum N_i}{P_p - \gamma_{ср} \cdot d_p} = \frac{525,25}{682,57 - 19 \cdot 2} = 0,814 \text{ м}^2,$$

де  $P_p$  – середній тиск під подошвою ростверку, кН;

$$P_p = \frac{F_d / 1,4}{(3 \cdot b)^2} = \frac{552,88}{0,9^2} = 682,57 \text{ кН},$$

$\gamma_{ср}$  – усереднена питома вага ростверку та ґрунту на його обрізах, приймаємо рівним 19 кН/м<sup>3</sup>;

$d_p$  – глибина закладання ростверку, м;

$$n = \frac{\sum N_i + G_{p,гр}}{P_p} = \frac{525,25 + 34}{682,57} = 0,82 \text{ шт.},$$

Приймаємо однорядне розташування паль.

Мінімальна відстань між палями в ряді:

$$l_{min} = 3 \cdot b = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ м.}$$

Відстань від межі палі до краю ростверку приймаємо 0,15 м.

Ширина ростверку в плані:

$$l_p = b + 2 \cdot 0,15 = 0,3 + 2 \cdot 0,15 = 0,6 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину ростверку в плані  $l_p = 0,6$  м.

Висота ростверку складає:

$$h_p = -\frac{d}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{d^2 + \frac{\sum N_i}{k \cdot f_{сгд}}} = -\frac{0,3}{2} + \sqrt{0,3^2 + \frac{525,25}{1 \cdot 0,867 \cdot 10^3}} = 0,5 \text{ м.},$$

де  $k$  – коефіцієнт

Приймаємо висоту ростверку  $h_p = 0,5$  м, та підготовку з бетону, товщиною  $0,1$  м.

### Розрахунок основи пальового фундаменту за деформаціями

Осереднене значення кута внутрішнього тертя ґрунтів, що прорізає паля:

$$\varphi_{II,mt} = \frac{\sum \varphi_{II,i} \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{21 \cdot 1,6 + 30 \cdot 1,3 + 24 \cdot 1,2 + 31 \cdot 2 + 23 \cdot 1,8 + 29 \cdot 1,45}{1,6 + 1,3 + 1,2 + 2 + 1,8 + 1,45}$$
$$= \frac{246,85}{9,35} = 26,4^\circ,$$

де  $\varphi_{II,i}$  – значення кута тертя  $i$ -го шару ґрунту, град..

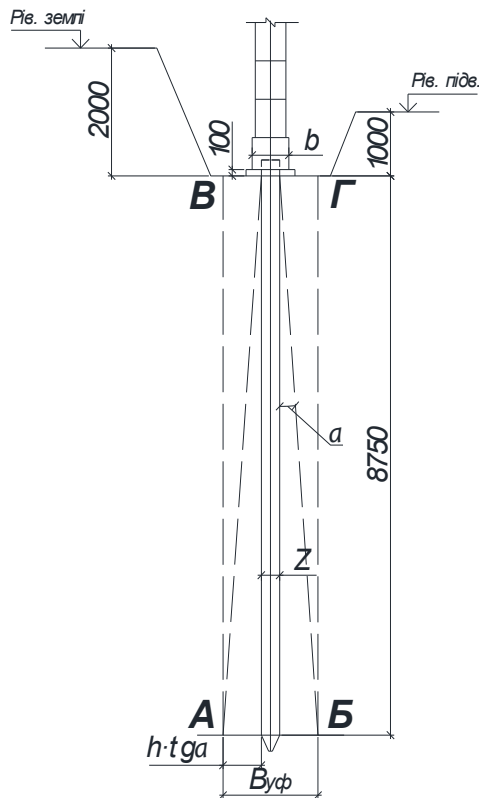


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема фундаменту за деформаціями

Осереднене значення кута внутрішнього тертя ґрунтів, град.:

$$\alpha = \frac{\varphi_{II,mt}}{4} = \frac{26,3}{4} = 6,6^\circ.$$
$$tg \alpha = tg 6,6^\circ = 0,11.$$

Ширина умовного фундаменту:

$$B_{y\phi} = z + 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg}\alpha = 0,3 + 2 \cdot 8,75 \cdot 0,11 = 2,2 \text{ м.}$$

Довжина умовного фундаменту:

$$L_{y\phi} = z + 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg}\alpha = 0,3 + 2 \cdot 8,75 \cdot 0,11 = 2,2 \text{ м.}$$

Нормативна вага паль:

$$G_{\Pi}^H = n \cdot G_{\Pi} = 1 \cdot 20,5 = 20,5 \text{ кН,}$$

де  $G_{\Pi}$  – вага однієї палі, кН.

Нормативна вага ґрунту в обсязі АБВГ:

$$G_{\text{гр.у}\phi}^H = B_{y\phi} \cdot L_{y\phi} \cdot \sum \gamma_i h_i = 2,2 \cdot 2,2 \cdot (18,5 \cdot 1,6 + 17,9 \cdot 1,3 + 19,2 \cdot 1,2 + 17,8 \cdot 2 + 19,8 \cdot 1,8 + 20,3 \cdot 1,45) = 854,67 \text{ кН.}$$

Середній тиск під подошвою умовного фундаменту:

$$P'' = \frac{\sum N_i + G_p^H \cdot 1,1 + G_{\Pi}^H + G_{\text{гр.у}\phi}^H}{B_{y\phi} \cdot L_{y\phi}} = \frac{525,25 + 7,5 \cdot 1,1 + 20,5 + 854,67}{2,2 \cdot 2,2} = 286,81 \text{ кН,}$$

де  $G_p^H$  – нормативна вага ростверку, кН.

Розрахунковий опір ґрунту основи під подошвою умовного фундаменту, кПа:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_{\gamma} \cdot B_{y\phi} \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_{y\phi} \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}],$$

де  $\gamma_{c1}, \gamma_{c2}$  – коефіцієнти умов роботи, приймаємо  $\gamma_{c1} = 1,3; \gamma_{c2} = 1,3;$

$k$  – коефіцієнт, що дорівнює 1, якщо характеристики ґрунтів отримані в результаті випробувань;

$M_{\gamma}, M_q, M_c$  – коефіцієнти, що залежать від кута внутрішнього тертя;

$$M_{\gamma} = 1,06;$$

$$M_q = 5,25;$$

$$M_c = 7,67;$$

$d_{y\phi}$  – приведена глибина закладання умовного фундаменту від підлоги підвалу, що визначається за формулою:

$$d_{y\phi} = h_s + \frac{h_{cf} \gamma_{cf}}{\gamma'_{II}} = 9,75 + \frac{0,3 \cdot 18}{18,57} = 10,04 \text{ м,}$$

де  $h_s$  – товщина шару ґрунту, вище подошви фундаменту з боку підвалу,

м;

$h_{cf}$  – товщина конструкції підлоги підвалу, м;

$\gamma_{cf}$  – розрахункове значення питомої ваги конструкції підлоги підвалу, кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma_{II}$  – осереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче подошви фундаменту, кН/м<sup>3</sup>:

$$\gamma_{II} = 20,3 \text{ кН/м}^3;$$

$\gamma'_{II}$  – осереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище подошви фундаменту, кН/м<sup>3</sup>:

$$\gamma'_{II} = 18,84 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3};$$

$d_b$  – глибина підвалу – відстані від рівня планування до підлоги підвалу, м;

$$d_b = 1 \text{ м};$$

$c_{II}$  – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під подошвою фундаменту, кПа.

$$c_{II} = 2 \text{ кПа.}$$

$$R = 1,3 \cdot 1,3 \cdot [1,06 \cdot 2,2 \cdot 20,3 + 5,25 \cdot 10,04 \cdot 18,84 + (5,25 - 1) \cdot 1 \cdot 18,84 + 7,67 \cdot 2] = 1919,5 \text{ кПа.}$$

Основна умова при розрахунку пальового фундаменту за другою групою граничних станів задовольняється:

$$P'' = 286,81 \text{ кПа} < R = 1919,5 \text{ кПа.}$$

### 3.4.6 Розрахунок осадки умовного фундаменту

Загальна осадка визначається, як сума осадок окремих елементарних шарів, методом пошарового сумування.

$$S = \beta \cdot \sum \frac{\sigma_{zp,i} h_i}{E_i},$$

де  $\beta = 0,8$  – коефіцієнт, що враховує бокове розширення ґрунту;

$E_i$  – модуль деформації  $i$ -го шару ґрунту, МПа.

Попередньо будемо епюру вертикальних напружень від власної ваги ґрунту.

1. На поверхні ґрунту:

$$\sigma_{zg0} = 0;$$

2. На межі першого та другого шарів:

$$\sigma_{zg1} = \gamma_1 h_1 = 18,6 \cdot 1,4 = 26,1 \text{ кН/м}^2;$$

3. На межі другого та третього шарів:

$$\sigma_{zg2} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 = 26,1 + 18,5 \cdot 1,6 = 55,7 \text{ кН/м}^2;$$

4. На межі третього та четвертого шарів:

$$\sigma_{zg3} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 = 55,7 + 17,9 \cdot 1,3 = 79 \text{ кН/м}^2;$$

5. На межі четвертого та п'ятого шарів:

$$\sigma_{zg4} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 = 79 + 19,2 \cdot 1,2 = 102,1 \text{ кН/м}^2;$$

6. На межі п'ятого та шостого шарів:

$$\begin{aligned} \sigma_{zg5} &= \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 + \gamma_5 h_5 = 102,1 + 17,8 \cdot 2 \\ &= 137,9 \text{ кН/м}^2; \end{aligned}$$

7. На межі шостого та сьомого шарів:

$$\begin{aligned} \sigma_{zg6} &= \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 + \gamma_5 h_5 + \gamma_6 h_6 = 137,9 + 19,8 \cdot 1,8 = \\ &= 173,6 \text{ кН/м}^2; \end{aligned}$$

8. На межі сьомого шару та рівня кінця палі:

$$\begin{aligned} \sigma_{zg7} &= \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 + \gamma_5 h_5 + \gamma_6 h_6 + \gamma_7^I h_7^I \\ &= 173,6 + 20,3 \cdot 2,2 = 218,26 \text{ кН/м}^2; \end{aligned}$$

9. На рівні підосви ростверку:

$$\sigma_{zg}^I = \gamma_1 h_1 + \gamma_3 h_{3п.р.} = 26,1 + 18,5 \cdot 0,6 = 37,2 \text{ кН/м}^2.$$

Знаходимо додатковий вертикальний тиск від зовнішнього навантаження на підосві умовного фундаменту:

$$P_0 = P'' - \sigma'_{zg,0} = 286,81 - 10,04 \cdot 18,84 = 97,66 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2},$$

Грунтову товщу, що знаходиться нижче підосви фундаменту, розбиваємо на елементарні шари з висотою:

$$h = 0,4b = 0,4 \cdot 2,2 = 0,88 \text{ м.}$$

Будуємо епюру додаткових напружень в стискуваній товщі основи фундаменту, що розраховується, за допомогою формули

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \cdot P_0,$$

де  $\alpha_i$  – коефіцієнт, який приймаємо за ДБН В.2.1-10-2009 в залежності від форми підосви фундаменту – квадратна ( $\eta = l/b = 2,2/2,2 = 1$ ) та відносної глибини, що дорівнює:

$$\xi = 2 \cdot \frac{z}{b}$$

Товща ґрунту, що стискається:

$$\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg,0} = 0,2 \cdot 189,15 = 37,83 \text{ кН/м}^2$$

Додаткове вертикальне напруження, від власної ваги ґрунту на глибині:

$$Z_0=0: \sigma'_{zg,0} = P_0 = 97,66 \text{ кН/м}^2;$$

$Z_1=0,8$ :

$$\xi = 2 \cdot \frac{z}{b} = \frac{2 \cdot 0,8}{2,2} = 0,73; \alpha = 0,828,$$

$$\sigma_{zp,1} = 0,828 \cdot 97,66 = 80,86 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$Z_2=1,6$ :

$$\xi = 2 \cdot \frac{z}{b} = \frac{2 \cdot 1,6}{2,2} = 1,45; \alpha = 0,508,$$

$$\sigma_{zp,2} = 0,508 \cdot 97,66 = 49,61 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$Z_3=2,4$ :

$$\xi = 2 \cdot \frac{z}{b} = \frac{2 \cdot 2,4}{2,2} = 2,18; \alpha = 0,828,$$

$$\sigma_{zp,3} = 0,3 \cdot 97,66 = 29,3 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$Z_4=3,2$ :

$$\xi = 2 \cdot \frac{z}{b} = \frac{2 \cdot 3,2}{2,2} = 2,91; \alpha = 0,19,$$

$$\sigma_{zp,4} = 0,19 \cdot 97,66 = 18,56 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$Z_5=4$ :

$$\xi = 2 \cdot \frac{z}{b} = \frac{2 \cdot 4}{2,2} = 3,64; \alpha = 0,129,$$

$$\sigma_{zp,5} = 0,129 \cdot 97,66 = 12,6 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$Z_6=4,8:$$

$$\xi = 2 \cdot \frac{z}{b} = \frac{2 \cdot 4,8}{2,2} = 4,36; \alpha = 0,093,$$

$$\sigma_{zp,1} = 0,093 \cdot 97,66 = 9,08 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$S = 0,8 \cdot 0,8 \cdot \left( \frac{97,66 + 80,86 + 49,61 + 29,3 + 18,56 + 12,6 + 9,08}{5000} \right) = 0,038 \text{ м}$$

$$= 3,8 \text{ см.}$$

Отже, фундамент задовольняє вимогам розрахунку за другою групою граничних станів.

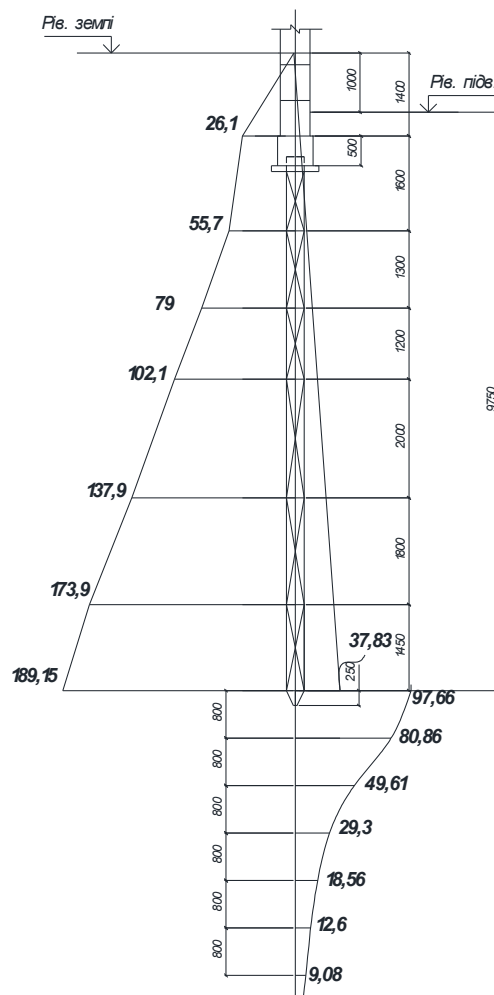


Рисунок 2.4 – Епюри зусиль для розрахунку осадки умовного фундаменту

## 2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту

### Розрахунок сходового маршу

#### Вихідні дані

Для проектування сходової клітки прийнято такі вихідні дані:

1. Ширина сходового маршу становить 1200 мм.
2. Висота поверху прийнята рівною 3,0 м.
3. Розміри сходинок складають 300 мм за проступом та 150 мм за висотою підйому.
4. Кут нахилу сходового маршу дорівнює  $\alpha=28^\circ$ .
5. Для виготовлення конструкцій сходів використовується бетон класу С20/25, фізико-механічні характеристики якого відповідають вимогам чинних нормативних документів.

розрахункове значення міцності бетону на стиск:  $f_{cd} = 14,5$  МПа;

коефіцієнт прямокутної частини білінійної епюри напружень:  $k=0,773$ ;

коефіцієнт центра ваги:  $\beta=0,446$ ;

коефіцієнт повноти білінійної епюри напружень:  $\omega_c=0,886$ ;

фактичний модуль пружності:  $E_s = 210000$  Мпа;

$\varepsilon_{(c3,cd)}=0,68$  ‰;

$\varepsilon_{(cu3,cd)}=3$  ‰.

6. Арматурні стержні класу А400С, з характеристиками:

Розрахункове значення опору на розтяг для граничних станів другої групи:  $f_{rk} = 400$  МПа;

Розрахункове значення модуля пружності попередньо напруженої арматурної сталі:  $E_p = 210000$  Мпа;

$\varepsilon_{ud}=25$ ‰;

Розрахункове значення опору розтягу арматури:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_c = 240 / 1,05 = 228,6 \text{ МПа,}$$

де  $\gamma_c$  – коефіцієнт надійності за бетоном.

Наведені параметри є вихідними даними для розрахунку та конструювання залізобетонних елементів сходової клітки, визначення їх геометричних розмірів, навантажень і необхідного армування.

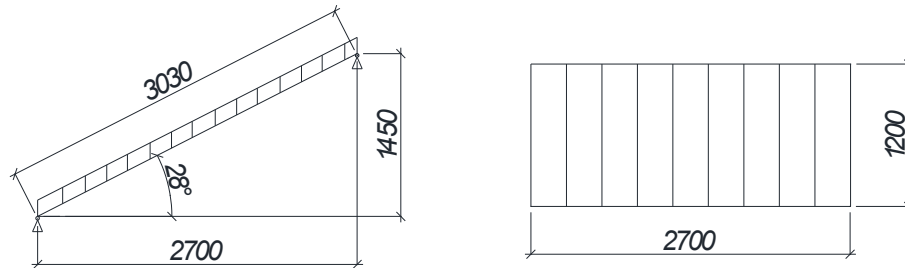


Рисунок 2.5 – Геометричні характеристики сходового маршу

### Збір навантажень та визначення зусиль

Величину власної ваги типового сходового маршу встановлено на підставі даних каталогу індустриальних залізобетонних виробів для житлових і громадських будівель. При цьому враховано конструктивні особливості елемента, його розміри та матеріал виготовлення.

Таблиця 2.4 - Збір навантажень на сходовий марш

Навантаження	Нормативне, кН/м <sup>2</sup>	$\gamma_n$	Розрахункове, кН/м <sup>2</sup>
1. Власна вага на 1 м горизонтальної поверхні	3,6	1,1	3,96
2. Тимчасове нормативне навантаження для сходин житлового будинку	3	1,3	3,9
Всього	6,6		7,86

Розрахункове навантаження на 1 м довжини сходового маршу:

$$q = (g^n + p^n) \cdot \gamma_f \cdot b = 7,86 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 11,32 \text{ кН/м,}$$

де  $\gamma_f = 1,2$  – коефіцієнт надійності за навантаженням;

$b$  – ширина сходового маршу, м.

Згинаючий момент від повного розрахункового навантаження:

$$M_{ed} = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot \cos \alpha} = \frac{11,32 \cdot 3,03^2}{8 \cos 28^\circ} = 14,71 \text{ кНм,}$$

де  $l$  – ширина проекції сходового маршу, м;

$\alpha$  – кут нахилу сходового маршу, град..

Поперечна сила від повного навантаження:

$$V_{ed} = \frac{q \cdot l}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{11,32 \cdot 3,03}{2 \cdot \cos 28^\circ} = 19,42 \text{ кН.}$$

### Розрахунок сходового маршу за граничним станом першої групи

### Розрахунок міцності перерізів, нормальних до повздовжньої осі

Для розрахунку дійсний переріз сходового маршу замінюємо на розрахунковий переріз, тавровий із полицею у зжатій зоні, висотою  $h = 187$  мм (по перерізу між сходами).

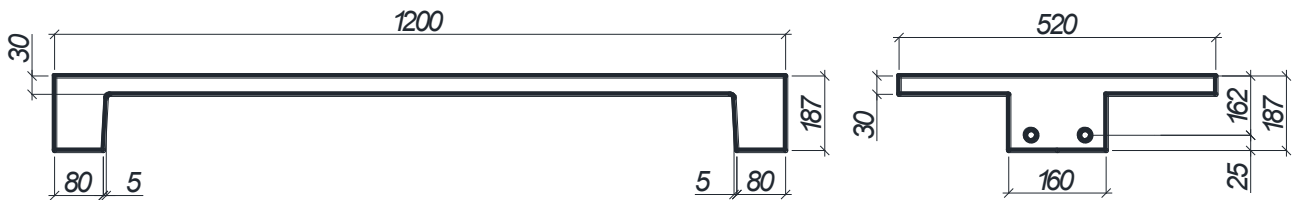


Рисунок 2.6 – Приведений розрахунковий переріз сходового маршу

Відповідно до типових заводських форма назначаємо ширину плити по перерізу між сходишками  $h_f' = 30$  мм, висоту ребра  $h = 187$  мм, товщину ребра  $b_r = 80$  мм.

Ширина ребра розрахункового перерізу дорівнює:

$$b_w = b_r \cdot 2 = 160 \text{ мм.}$$

Ширина полиці, при відсутності поперечних ребер дорівнює меншому з:

$$b_{eff} = b_w + 12 \cdot h_f' = 160 + 12 \cdot 30 = 520 \text{ мм,}$$

$$b_{eff} = b_w + 2 \cdot (l/2) = 160 + 2 \cdot (2700/6) = 1060 \text{ мм,}$$

Приймаємо  $b_{eff} = 520$  мм.

Висоту полиці приймаємо  $h_f' = 30$  мм.

Робочу висоту перерізу приймаємо, припускаючи  $a = 25$  мм:

$$d = h - a = 187 - 25 = 162 \text{ мм.}$$

Згинаючий момент, який сприймає переріз полиці (момент полиці):

$$M_{Rdf} = \alpha_{mf} \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2,$$

де  $\alpha_{mf}$  – відносний момент, що дорівнює:

$$\alpha_{mf} = \omega_c \cdot \xi_f (1 - \beta \cdot \xi_f) = 0,886 \cdot 0,185 (1 - 0,446 \cdot 0,185) = 0,15,$$

де  $\xi_f$  – відносна висота стиснутої зони, що дорівнює:

$$\xi_f = \frac{h_f}{d} = \frac{30}{162} = 0,185.$$

$$M_{Rdf} = 0,15 \cdot 14,5 \cdot 520 \cdot 162^2 = 29,68 \text{ кНм.}$$

Порівнюємо отримане значення несучої здатності стиснутої полиці  $M_{Rdf}$  з величиною згинаючого моменту від зовнішнього навантаження  $M_{ed} = 14,71$  кНм.

Так як  $M_{Rdf} \geq M_{ed}$ , то нейтральна вісь проходить в полиці, і подальший розрахунок та підбір арматури проводиться як для прямокутного перерізу, шириною  $b = 520$  мм, на дію згинального моменту  $M_{ed}$ .

Визначаємо, в якій області деформування працює переріз при розташуванні нейтральної вісі по нижній грані полиці. Для цього вивчаємо в яку область деформування по значенню  $\xi$  попадає відносна висота полиці  $\xi_f$ :

$$\xi_a = \frac{\varepsilon_{cz,cd}}{\varepsilon_{cz,cd} + \varepsilon_{ud}} = \frac{0,68}{0,68 + 25} = 0,026.$$

$$\xi_b = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{ud}} = \frac{3}{3 + 25} = 0,107.$$

$$\xi_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{so}} = \frac{3}{3 + 1,1} = 0,732,$$

де

$$\varepsilon_{so} = \frac{f_{yd}}{E_p} = \frac{228,6}{210000} = 1,1\%,$$

При  $\xi_b = 0,107 < \xi_f = 0,185 < \xi_{lim} = 0,732$  переріз працює в області деформування 2.

1. Відносне плече внутрішньої пари сил:

$$\eta = \frac{z_c}{d} = 0,5 + \sqrt{0,25 - \frac{2\beta \cdot \alpha_m}{1+k}} = 0,5 + \sqrt{0,25 - \frac{2 \cdot 0,446 \cdot 0,07}{1+0,773}} = 0,963,$$

де

$$\alpha_m = \frac{M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{14,71 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 520 \cdot 162^2} = 0,07.$$

2. Плече внутрішньої пари сил:

$$z_c = \eta \cdot d = 0,963 \cdot 162 = 156 \text{ мм.}$$

3. Необхідна площа арматури:

$$A_{st} = \frac{M_{ed}}{f_{yd} \cdot z_c} = \frac{14,71 \cdot 10^6}{228,6 \cdot 156} = 401,5 \text{ мм}^2.$$

Перевірка:

Висота стиснутої зони бетону:

$$x = \frac{d(1-\eta)}{\beta} = \frac{162(1-0,963)}{0,446} = 13,44 \text{ мм,}$$

Відносні деформації розтягнутої арматури:

$$\varepsilon_{st} = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}(d-x)}{x} = \frac{3(162-13,44)}{13,44} = 33,16 \text{ ‰.}$$

Приймаємо  $2\emptyset 16 \text{ A240C}$  ( $A_{st} = 402 \text{ мм}^2$ ). Встановлюємо по 2 плоских каркаси в кожному ребрі.

### **Розрахунок міцності перерізів похилих до повздовжньої осі**

Поперечна арматура класу A400C, з характеристиками:

- $f_{yk} = 240 \text{ МПа}$ ;
- $f_{ywd} = 170 \text{ МПа}$ .

Кількість поперечний стержнів у складі каркасу  $n=4$ .

Поперечна сила, яку може сприйняти елемент без поперечного армування:

$$V_{Rd,c} = \left[ \left( \frac{0,18}{\gamma_c} \right) \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \sigma_{cp} \right] b_w d,$$

де  $\gamma_c = 1,3$ .

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{162}} = 2,11 > 2,$$

Приймаємо  $k = 2$ .

$$\rho_l = \frac{A_{st}}{b_w \cdot d} = \frac{402}{160 \cdot 162} = 0,016.$$

$$A_c = b_w \cdot h = 160 \cdot 187 = 29920 \text{ мм}^2.$$

$$V_{Rd,min} = (V_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d.$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{ed}}{A_c} \leq 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 11,5 = 2,3,$$

де  $N_{ed}$  – осьова сила в поперечному перерізі, що викликана навантаженням або попереднім напруженням в ньютонках,  $N_{ed} > 0$  при стиску.

$$N_{ed} = V_{ed} = 19,42 \text{ кН.}$$

За формулою (3.2.27):

$$\sigma_{cp} = \frac{19420}{29920} = 0,65 < 0,2 \cdot f_{cd} = 2,9,$$

Приймаємо  $\sigma_{cp} = 0,65$ .

$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= \left[ \frac{0,18}{1,3} \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,016 \cdot 18,5)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,65 \right] \cdot 160 \cdot 162 = 24731 \text{ Н} \\ &= 24,731 \text{ кН} \end{aligned}$$

$$V_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 18,5^{\frac{1}{2}} = 0,42 \text{ Н.}$$

За формулою (4.1.26):

$$V_{Rd,min} = (0,42 + 0,15 \cdot 0,65) \cdot 160 \cdot 162 = 13413,6 \text{ Н} = 13,414 \text{ кН.}$$

$$V_{Rd,c} = 24,731 \text{ кН} > V_{Rd,min} = 13,414 \text{ кН.}$$

За результатами розрахунку встановлено, що несуча здатність елемента за поперечною силою забезпечується міцністю бетону без улаштування додаткового поперечного армування. Розрахункове значення поперечної сили не перевищує допустимої величини, яку може сприйняти бетонний переріз.

Таким чином, відповідно до вимог чинних нормативних документів, поперечне армування для даного елемента не потрібне, а його робота за дією поперечних зусиль забезпечується прийнятим перерізом і міцнісними характеристиками бетону.

### **Розрахунок сходового маршу за граничним станом другої групи**

#### **Розрахунок по утворенню тріщин нормального перерізу до повздовжньої осі**

Альтернативний розрахунок ширини розкриття тріщин – є обмеження розміру:

$$\frac{x}{h} = \xi = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{0,5 \cdot (1+k) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d}$$

$$\xi = \frac{402 \cdot 228,6}{0,5 \cdot (1+0,773) \cdot 14,5 \cdot 1200 \cdot 162} = 0,04.$$

$$X = \xi \cdot h = 0,04 \cdot 187 = 7,48 \text{ мм.}$$

Перевіряємо обмеження тріщино-утворення без прямих розрахунків у випадку, якщо забезпечено мінімальне армування та виконується обмеження щодо діаметра стержня або кроку. Максимальний діаметр стержня для обмеження тріщино-утворення та максимальний крок стержнів наведено в ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Обчислимо мінімальну площу армування в розтягнутій зоні. Для перерізу плити за формулою:

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct},$$

де  $A_{ct}$  – площа бетону в розтягнутій зоні:

$$A_{ct} = (h - x) \cdot b = (187 - 7,48) \cdot 1200 = 215424 \text{ мм}^2 = 0,215 \text{ м}^2.$$

$f_{ct,eff}$  – ефективна міцність бетону при розтязі до моменту утворення першої тріщини,  $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,2 \text{ МПа}$ .

$\sigma_s$  – абсолютне значення максимально допустимих напружень у арматурі зразу після утворення тріщин. Вони можуть прийматись такими, що дорівнюють опору текучості арматури  $f_{yk}$ .

$k_c$  – коефіцієнт, який враховує розподіл напружень у межах перерізу безпосередньо перед утворенням тріщин і зміною плеча пари сил.  $k_c = 1$  (для спрощення розрахунків прийнято максимальні напруження.)

$k$  – коефіцієнт, що враховує вплив нерівномірних само-врівноважених напружень, що спричиняють зменшення зусилля у з'єднаннях (для прямокутного перерізу  $k = 1$ ).

За формулою (4.2.35):

$$A_{s,min} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 2,2 \cdot 0,215}{240} = 0,00197 \text{ м}^2.$$

$$A_{s,min} = 0,00197 > A_{s2} = 0,000402.$$

Таким чином прямі розрахунки ширини розкриття тріщин робити не потрібно.

За результатами виконаних розрахунків умови тріщиностійкості елемента забезпечуються, тому проведення прямих розрахунків ширини розкриття тріщин не вимагається. Прийняте конструктивне рішення та параметри армування відповідають нормативним вимогам щодо експлуатаційної придатності залізобетонної конструкції.

### **Розрахунок за деформаціями**

Величину проліт/висота за формулою, якщо  $\rho > \rho_0$ :

$$\frac{l}{d} = k \left[ 11 + 1,5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho}{\rho - \rho_0} + \frac{1}{12} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \right].$$

Або якщо  $\rho < \rho_0$ :

$$\frac{l}{d} = k \left[ 11 + 1,5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right].$$

де  $\frac{l}{d}$  – граничне відношення проліт/висота.

$k = 1$  – коефіцієнт, що враховує різні конструктивні системи.

$\rho_0 = 10^{-3} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \cdot \sqrt{18,5} = 0,0043 \text{ см}^2$  – довідковий відсоток армування.

$\rho$  – необхідний відсоток армування для розтягнутої арматури у середині прольоту для сприйняття моменту від розрахункового навантаження.

$$\rho = \frac{A_{s2}}{b \cdot d} = \frac{402}{1200 \cdot 162} = 0,00206 \text{ см}^2.$$

Так як  $\rho = 0,00206 \text{ см}^2 < \rho_0 = 0,0043 \text{ см}^2$  співвідношення проліт висота розраховуємо за формулою (4.2.38):

$$\frac{l}{d} = 1 \left[ 11 + 1,5 \cdot \sqrt{18,5} \cdot \frac{0,0043}{0,00206} + 3,2 \cdot \sqrt{18,5} \cdot \left( \frac{0,0043}{0,00206} - 1 \right)^{3/2} \right] = 37,28.$$

Крім того, ще необхідно помножити отримане значення на  $310/\sigma_s$ .

$$\frac{l}{d} \cdot \frac{310}{\sigma_s} = 37,28 \cdot \frac{310}{0,71 \cdot 240} = 67,82.$$

$$\frac{l}{d} = \frac{3030}{162} = 37,28 < 67,82.$$

Отримане значення відношення прольоту до висоти елемента відповідає нормативним граничним вимогам, що підтверджує достатню жорсткість конструкції. Відповідно до положень чинних норм, розрахунок прогину в даному випадку може не виконуватися, оскільки критерій деформативності забезпечується конструктивними параметрами елемента.

### **Розділ 3 Технологія та організація будівельного виробництва**

#### **Підготовчі роботи будівельного майданчика**

Підготовка до будівництва являє собою комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на створення необхідних умов для безперебійного та безпечного виконання будівельно-монтажних робіт.

До основних заходів підготовчого етапу належать:

а) забезпечення будівництва затвердженою проєктною, кошторисною та проєктно-технологічною документацією;

б) отримання дозвільних документів та виконання інших процедур, передбачених чинним законодавством для здійснення підготовчих і будівельних робіт;

в) впровадження комплексу заходів із забезпечення безпеки будівництва та охорони праці;

г) виведення з експлуатації, демонтаж або знесення існуючих будівель і споруд, що потрапляють у зону виконання робіт;

д) забезпечення будівельного майданчика необхідною інженерною інфраструктурою, зокрема під'їзними шляхами, мережами електро-, тепло- та водопостачання, системами протипожежного водозабезпечення, засобами зв'язку, пожежогасіння, а також тимчасовими будівлями та спорудами. До цього комплексу робіт також належить організація збору, накопичення, сортування та вивезення будівельних відходів і вторинної сировини;

е) формування системи управління будівництвом та координації робіт усіх учасників будівельного процесу;

ж) організація технічного та авторського нагляду, а за потреби — залучення науково-технічного супроводу будівництва;

з) обладнання будівельного майданчика інформаційними стендами та схемами, розміщеними біля в'їздів. На них повинні бути відображені об'єкти будівництва, тимчасові споруди, небезпечні зони, транспортні під'їзди,

маршрути руху та місця маневрування транспортних засобів відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016.

Реалізація зазначених заходів забезпечує належну організацію будівельного процесу, підвищує рівень безпеки виконання робіт та створює передумови для своєчасного введення об'єкта в експлуатацію.

## **Організаційно-технологічні схеми та методи будівництва**

### **Організаційно-технологічна схема будівництва**

Організація праці на будівельному майданчику повинна бути спрямована на забезпечення високої продуктивності праці, своєчасного виконання робіт, досягнення необхідного рівня якості будівельної продукції та створення безпечних умов для працівників. Для ефективної роботи бригади необхідно своєчасно забезпечувати її достатнім фронтом робіт, необхідними матеріалами, виробами, конструкціями, технічними засобами та іншими матеріально-технічними ресурсами.

Під час організації трудового процесу слід дотримуватися вимог чинного законодавства щодо допуску працівників до виконання робіт з урахуванням їх віку, особливостей праці жінок, неповнолітніх та осіб пенсійного віку. Також необхідно враховувати встановлені норми щодо допустимих мас вантажів, які можуть переміщуватися вручну, особливо для жінок, та забезпечувати виконання вимог з охорони праці, виробничої санітарії, технологічної дисципліни й пожежної безпеки.

Контроль за дотриманням вимог до учасників будівельного процесу, якості будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, а також забезпечення відповідності будівельної продукції встановленим нормативам здійснюється згідно з положеннями ДБН А.3.1-5:2016. Це сприяє підвищенню надійності та довговічності об'єкта будівництва, а також забезпечує безпечне виконання будівельно-монтажних робіт.

### **Земляні роботи**

Для виконання робіт із вертикального планування території та зворотного засипання ґрунту передбачено використання бульдозерів марки ДЗ-17. Зняття рослинного шару та попереднє розроблення ґрунту здійснюється бульдозерами ДЗ-43. Товщина шару ґрунту, що підлягає зрізанню, становить 0,15 м.

Розроблення котловану виконується екскаватором НІТАСНІ ЕХ135, оснащеним прямою та зворотною лопатою. Вийнятий ґрунт завантажується в автосамоскиди та вивозиться для подальшого використання під час благоустрою території. Частина ґрунту залишається на майданчику для виконання зворотного засипання пазух фундаментів після завершення робіт зі зведення стін першого поверху. Засипання проводиться пошарово, шарами товщиною 20–30 см із подальшим ущільненням за допомогою пневматичних трамбівок. Проектна глибина котловану становить 1,5 м.

Усі земляні роботи виконуються в одну робочу зміну.

### **Фундаментні роботи**

Для влаштування пальового фундаменту застосовуються попередньо виготовлені залізобетонні палі марки ПНдр9-30. Їх занурення в ґрунт здійснюється дизель-молотами СП-76А, встановленими на гусеничних копрах СП-49Д.

По оголовках паль улаштовується монолітний залізобетонний ростверк стрічкового типу висотою 500 мм та шириною 600 мм, який забезпечує рівномірний розподіл навантажень від надземної частини будівлі на пальове поле.

Перед бетонуванням виконується монтаж двосторонньої щитової опалубки системи PERI з наступною перевіркою правильності її встановлення. Після цього здійснюється монтаж арматурних сіток і каркасів. Арматурні елементи повинні бути надійно закріплені для запобігання їх зміщенню під час укладання бетонної суміші.

Подача бетонної суміші до місця укладання здійснюється автобетононасосом марки М47-5. Для забезпечення необхідної щільності та однорідності бетону проводиться його ущільнення глибинними вібраторами.

Тривалість вібрування залежить від рухливості суміші та становить від 20 до 60 секунд, що дозволяє усунути повітряні порожнини та забезпечити якісне формування конструкції.

Після завершення бетонування організовується догляд за бетоном, спрямований на підтримання оптимального температурно-вологісного режиму тверднення. Це дає змогу запобігти передчасному висиханню бетонної суміші та виникненню температурно-усадкових деформацій. Одночасно вживаються заходи щодо захисту свіжоукладеного бетону від механічних пошкоджень та забезпечення стійкості конструкції в період набору міцності.

### **Зведення підземної частини будівлі**

Стіни підвального поверху виконуються зі збірних бетонних фундаментних блоків відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-108:2010. Монтаж блоків здійснюється на монолітний залізобетонний ростверк із використанням цементно-піщаного розчину та обов'язковим дотриманням перев'язки вертикальних швів.

Для захисту конструкцій від впливу ґрунтової вологи між фундаментними блоками та ростверком передбачено влаштування горизонтальної гідроізоляції. Крім того, зовнішні поверхні стін підвалу, що контактують із ґрунтом, покриваються вертикальною обмазувальною гідроізоляцією з гарячого бітуму, який наноситься у два шари.

Підлога підвального поверху виконується монолітною бетонною, що забезпечує необхідну міцність і довговічність конструкції.

### **Цегляна кладка стін і монтаж перемичок**

До виконання кам'яної кладки допускаються лише після завершення всього комплексу робіт нульового циклу.

Зовнішні та внутрішні стіни будівлі зводяться із силікатної цегли. Для підвищення просторової жорсткості будівлі в кутах, місцях примикання внутрішніх стін, а також у простінках на рівні верху та низу перекриттів у горизонтальних швах передбачено встановлення арматурних сіток.

Зовнішні стіни виконуються із силікатної цегли розмірами 250×120×65 мм із застосуванням ефективного теплоізоляційного шару товщиною 100 мм. Загальна товщина зовнішніх стін становить 510 мм. Внутрішні несучі стіни мають товщину 380 мм. Вентиляційні канали влаштовуються перерізом 140×140 мм.

Для перекриття дверних та віконних прорізів у зовнішніх і внутрішніх стінах застосовуються збірні залізобетонні брускові перемички згідно з ДСТУ Б В.2.6-55:2008. У процесі монтажу суміжні перемички з'єднуються між собою сталевим дротом діаметром 4–6 мм.

Технологічний процес кам'яної кладки включає встановлення підмостків, подачу та розміщення цегли й розчину на робочому місці, виконання кладки, за потреби підрізування або сколювання цегли, розшивання швів і контроль якості виконаних робіт.

Зведення стін здійснюється із застосуванням шарнірно-панельних риштувань. Під час виконання кладки обов'язково влаштовуються зовнішні захисні козирки для забезпечення безпечних умов праці.

Кладка виконується поярусним методом. Після завершення робіт на одному ярусі муляри переходять до виконання кладки наступного.

Робоче місце муляра складається з робочої зони та зони складування матеріалів. Загальна ширина робочого місця на риштуваннях приймається 2,3 м, з яких 0,7 м відводиться безпосередньо для виконання робіт. Для розміщення матеріалів передбачається смуга шириною 1,0–1,6 м. Ящики з розчином встановлюються перпендикулярно до стіни, що зводиться.

Для підвищення продуктивності праці цеглу та розчин розміщують уздовж фронту робіт у порядку, зручному для використання. При кладці стін із прорізами цеглу складують навпроти простінків, а ящики з розчином розташовують навпроти прорізів.

Кладка стін належить до робіт середньої складності. Товщина вертикальних швів приймається 10 мм, а горизонтальних 12 мм.

Усі операції з укладання цегли виконуються вручну із застосуванням спеціального інструменту. Для виконання кладки використовуються комбіновані кельми для розрівнювання розчину та формування швів, лопати для подавання і перемішування розчину, молотки-кайла для рубання та підгонки цегли, а також інструменти для розшивання швів. Застосування зазначених пристроїв забезпечує необхідну якість кладки та дотримання проєктних вимог до конструкцій будівлі.

### **Покрівельні роботи**

Влаштування покрівлі виконується після завершення робіт зі зведення парапетів будівлі. Технологічний процес передбачає поетапне виконання всіх конструктивних шарів покрівельного покриття відповідно до проєктних рішень.

На першому етапі по цементно-піщаній стяжці влаштовується обмазувальна пароізоляція із застосуванням бітумної мастики. Після цього укладається теплоізоляційний шар із керамзитобетону, який забезпечує необхідний рівень теплозахисту будівлі. По утеплювачу виконується армована цементно-піщана стяжка, що створює рівну та міцну основу для подальшого влаштування гідроізоляційного покриття.

Підготовлену поверхню обробляють полімерною ґрунтовкою для покращення адгезії рулонних матеріалів до основи. Після висихання ґрунтовки влаштовується тришаровий гідроізоляційний килим із наплавлюваного руберойду. Проєктний ухил покрівлі становить ( $i = 0,015$ ) і спрямований від зовнішніх стін до водоприймальних елементів, що забезпечує організоване відведення атмосферних опадів.

Перед укладанням рулонних матеріалів проводиться їх підготовка. З метою усунення деформацій полотна всі рулони попередньо перемотують у зворотному напрямку, одночасно виконуючи візуальний контроль якості та відбраковування пошкоджених ділянок матеріалу.

Перед початком наклеювання перевіряється вологість основи шляхом пробного приклеювання фрагмента руберойду. За умови відповідності основи

нормативним вимогам виконується послідовне укладання смуг рулонного матеріалу. Монтаж здійснюється від нижньої частини покрівлі у напрямку до верхньої з дотриманням необхідної величини нахльсту. Кожний наступний шар зміщується відносно попереднього, що забезпечує формування надійного тришарового водонепроникного покрівельного килима.

Подача всіх покрівельних матеріалів на робоче місце здійснюється баштовим краном КБ-403Б, що забезпечує безперервність технологічного процесу та своєчасне постачання матеріалів до зони виконання робіт.

### **Обґрунтування засобів механізації**

Підбір засобів механізації для виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення проєктованої будівлі здійснено з урахуванням вимог щодо комплексної механізації виробничих процесів, підвищення продуктивності праці, скорочення трудомісткості робіт та забезпечення нормативних строків будівництва.

Для виконання робіт із вертикального планування території та зворотного засипання ґрунту прийнято бульдозер ДЗ-17 на базі трактора Т-100М, обладнаний поворотним відвалом. Потужність двигуна машини становить 79 кВт. Основні технічні характеристики бульдозера:

- довжина відвалу 2940 мм;
- висота відвалу 815 мм;
- кут різання 47–57°;
- експлуатаційна маса 14 т.

Для зняття рослинного шару та попереднього розроблення ґрунту використовується бульдозер ДЗ-43 на базі трактора ДТ-75Б потужністю 59 кВт. Основні характеристики машини:

- довжина відвалу 3500 мм;
- висота відвалу 800 мм;
- кут різання 55°;
- експлуатаційна маса 9,1 т.

Розроблення ґрунту в котловані з навантаженням у транспортні засоби виконується одноковшевим гусеничним екскаватором НІТАСНІ EX135 із місткістю ковша 0,5 м<sup>3</sup>. Технічні параметри екскаватора:

максимальний радіус копання 7570 мм;

максимальна глибина копання 4860 мм;

максимальна висота копання 8590 мм;

висота розвантаження 6160 мм;

експлуатаційна маса 14 т.

Для транспортування розробленого ґрунту передбачено використання автосамоскидів КрАЗ-222 вантажопідйомністю 10 т, що забезпечують своєчасне вивезення ґрунту за межі будівельного майданчика або його переміщення до місць тимчасового складування.

Занурення збірних залізобетонних паль марки ПНдр9-30 здійснюється копровою установкою СП-49Д, оснащеною дизель-молотом СП-76А з масою ударної частини 2,5 т. Застосування даного обладнання забезпечує ефективне занурення паль до проектної відмітки та досягнення необхідної несучої здатності фундаменту.

Монтаж арматурних каркасів, щитової опалубки, а також подача будівельних матеріалів і конструкцій виконуються за допомогою баштового крана КБ-403Б. Вибір крана обумовлений геометричними параметрами будівлі, необхідною висотою підйому вантажів, величиною вильоту стріли та максимальною вантажопідйомністю.

Бетонування монолітного ростверку здійснюється із застосуванням автобетононасоса М47-5, що забезпечує безперервне подавання бетонної суміші до місця укладання та сприяє підвищенню якості виконання бетонних робіт.

Таким чином, прийнятий комплект будівельних машин і механізмів забезпечує комплексну механізацію основних виробничих процесів, сприяє підвищенню ефективності будівництва та створює умови для виконання робіт у встановлені календарним планом строки. На рисунку 7 наведено основні

технічні характеристики баштового крана КБ-403Б, прийнятого для виконання монтажних робіт на об'єкті.

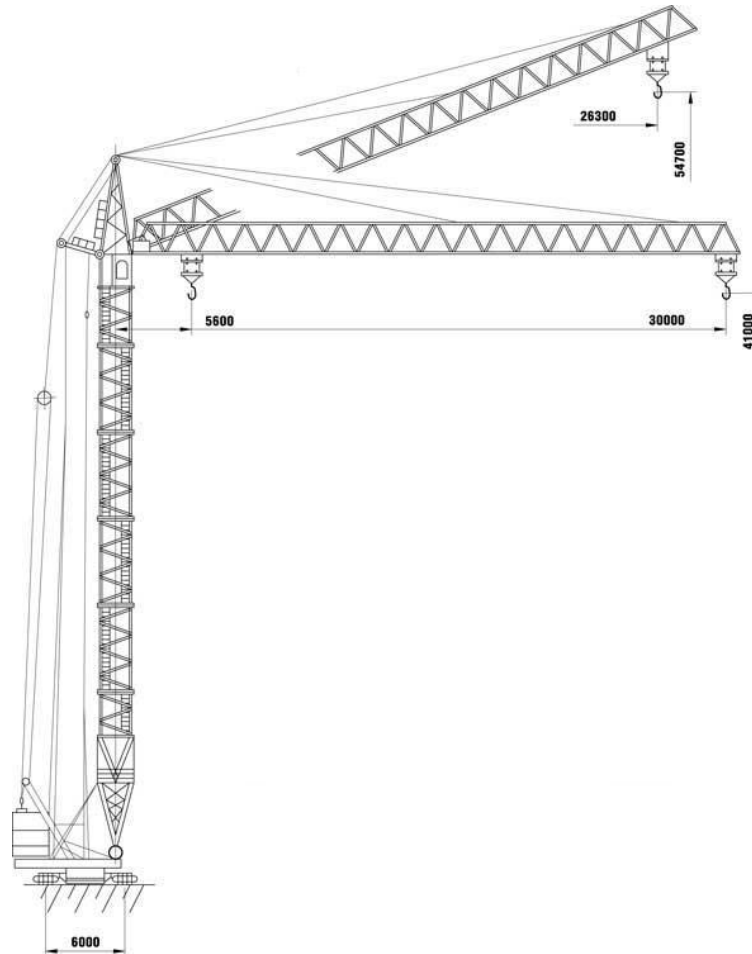


Рисунок 3.1 – Основні параметри баштового крану КБ-403Б

### **Характеристика баштового крана КБ-403Б та інших засобів механізації**

Для виконання монтажних робіт на об'єкті прийнято баштовий кран КБ-403Б, технічні параметри якого відповідають габаритам будівлі, масі монтажних елементів та необхідній висоті їх подавання. Основні характеристики крана наведено нижче:

*Вантажопідйомність:*

максимальна 8 т;

при максимальному вильоті горизонтальної стріли 3 т;

при максимальному вильоті похилої стріли під кутом  $30^\circ$  3,7 т.

*Виліт стріли:*

максимальний для горизонтального положення стріли 30 м;

максимальний для похилого положення стріли 26,3 м;  
при максимальній вантажопідйомності 15 м;  
мінімальний 5,6 м.

*Висота підйому вантажу:*

при горизонтальному положенні стріли до 41 м;  
при похилому положенні стріли до 54,7 м.

*Додаткові характеристики:*

максимальна глибина опускання вантажу 5 м;  
сумарна встановлена потужність електродвигунів 121 кВт.

Завдяки зазначеним технічним параметрам кран КБ-403Б забезпечує виконання всього комплексу вантажопідіймальних і монтажних операцій під час зведення будівлі.

Для транспортування будівельних матеріалів, виробів і конструкцій до будівельного майданчика використовуються бортові автомобілі ЗИЛ-4331 вантажопідйомністю 6 т, що забезпечують своєчасне постачання ресурсів відповідно до графіка виконання робіт.

Ущільнення ґрунту під час виконання земляних робіт і зворотного засипання здійснюється пневматичними трамбівками, які працюють від пересувного компресора ПКСД-5,25. Застосування такого обладнання дозволяє досягти необхідного ступеня ущільнення ґрунту та забезпечити нормативні показники його щільності.

Для влаштування асфальтобетонного покриття вимощення передбачено використання асфальтоукладачів марки ДС-191 продуктивністю до 250 т/год, що забезпечує високу якість та рівномірність укладання асфальтобетонної суміші.

Монтаж збірних конструкцій, подавання матеріалів і виконання основних вантажопідіймальних операцій здійснюються баштовим краном КБ-403Б. Подача розчинних сумішей для виконання цегляної кладки, закладання монтажних швів і отворів у перекриттях виконується за допомогою

розчинонасосних установок СО-126, що забезпечують безперервне транспортування розчину безпосередньо до робочих місць мулярів.

Застосування прийнятого комплексу машин і механізмів дозволяє механізувати основні будівельно-монтажні процеси, підвищити продуктивність праці, забезпечити необхідну якість робіт та виконання будівництва у встановлені строки.

### **Технологічна карта на виконання цегляної кладки**

#### **Область застосування**

Технологічна карта розроблена на виконання цегляної кладки зовнішніх і внутрішніх стін дев'ятиповерхового житлового будинку з одночасним розшиванням швів. Карта поширюється на роботи зі зведення стін усіх поверхів будівлі та визначає порядок організації й технологію їх виконання.

До складу робіт, що розглядаються технологічною картою, входять:

1. Виконання цегляної кладки зовнішніх і внутрішніх стін.
2. Перестановка підмостків у процесі зведення стін.
3. Монтаж збірних залізобетонних перемичок над дверними та віконними прорізами.

Будівельно-монтажні роботи виконуються у двозмінному режимі, що забезпечує раціональне використання трудових ресурсів і скорочення тривалості будівництва.

#### **Організація та технологія виконання робіт**

До початку виконання цегляної кладки повинні бути завершені такі підготовчі заходи:

- виконані роботи з організації будівельного майданчика;
- завершено роботи нульового циклу;
- проведено геодезичне закріплення та винесення в натуру осей будівлі;
- доставлено та підготовлено до роботи баштовий кран, підмостки, інструмент, інвентар і необхідні матеріали.

Постачання цегли на будівельний майданчик здійснюється бортовими автомобілями у пакетах на піддонах. Розчин доставляється спеціалізованими розчиновозами та розвантажується в установки для його приймання і подачі до робочих місць. У процесі виконання робіт забезпечується безперервне поповнення запасів будівельних матеріалів.

Складування цегли передбачено на попередньо підготовлених і спланованих майданчиках у піддонах або на залізобетонних плитах. Розвантаження та подача цегли до місця виконання робіт здійснюються пакетами із застосуванням вантажопідіймальних механізмів. Для запобігання випадінню цегли під час транспортування днища пакетів обладнуються захисними брезентовими фартухами.

Розчин подається до робочої зони інвентарними роздатковими бункерами місткістю 1 м<sup>3</sup> з подальшим розвантаженням у металеві ящики місткістю 0,25 м<sup>3</sup>.

Зведення одного поверху житлового будинку виконує комплексна бригада чисельністю 22 працівники у складі:

- мулярів 3-го розряду 5 осіб;
- мулярів 4-го розряду 5 осіб;
- монтажників-такелажників 2-го розряду 2 особи;
- теслярів 2-го розряду 10 осіб.

Для виконання кладки використовуються інвентарні шарнірно-панельні підмости. У зоні сходової клітки застосовуються перехідні майданчики та спеціальні помости для виконання кладки окремих конструктивних елементів.

Загальна ширина робочого місця на підмостках приймається 2,5 м, з яких 0,6–0,7 м становить робоча зона, а решта використовується для розміщення матеріалів та інструменту.

Технологічна послідовність виконання робіт передбачає:

- підготовку робочих місць мулярів;
- виконання цегляної кладки стін із розшиванням швів;
- монтаж перемичок над прорізами;

- перестановку підмостків у міру зведення стін.

Підготовка робочих місць здійснюється в такому порядку:

- встановлення підмостків у проектне положення;
- розміщення на робочому місці запасу цегли, необхідного для безперервної роботи протягом двох годин;
- встановлення ящиків із розчином;
- монтаж рядовок із нанесеними відмітками рядів кладки, рівнів перекриттів, а також дверних і віконних прорізів.

Процес виконання цегляної кладки включає такі технологічні операції:

- встановлення та перестановку шнура-причалки;
- рубання і підрізання цегли за необхідності;
- подачу та розкладку цегли вздовж фронту робіт;
- перемішування, подачу, розстилання та вирівнювання розчину;
- укладання цегли у верстові ряди та забутку;
- розшивання швів;
- контроль правильності виконання кладки за допомогою вимірювальних інструментів.

У процесі виконання робіт здійснюється постійний контроль якості кладки, дотримання геометричних розмірів конструкцій, вертикальності та горизонтальності поверхонь, а також товщини швів відповідно до вимог чинних нормативних документів. Це забезпечує необхідну міцність, стійкість і довговічність зведених конструкцій.

Цегляну кладку зовнішніх і внутрішніх стін із розшиванням швів передбачено виконувати ланками типу «двійка» у дві зміни. Роботи організуються за захватками та ярусами, що забезпечує безперервність виробничого процесу та раціональне використання трудових ресурсів.

У складі ланки обов'язки між працівниками розподіляються таким чином. Муляр 4-го розряду (N1) встановлює рядовки, натягує шнур-причалку та контролює правильність виконання кладки. Муляр 3-го розряду (N2) подає цеглу до робочої зони та розкладає її на стіні у встановленому порядку. Для

виконання зовнішньої версти цеглу розміщують з внутрішнього боку стіни, а для внутрішньої версти по осі стіни. Після цього муляр N2 виконує подачу та розстилання розчину.

У цей час муляр N1 здійснює кладку зовнішньої та внутрішньої верст способом «впритиск», забезпечуючи необхідну якість заповнення швів. Після укладання декількох цеглин надлишки розчину, що виступають на лицьову поверхню стіни, видаляються кельмою.

Паралельно з процесом кладки муляр N2 виконує розшивання швів. Спочатку обробляються вертикальні шви, після чого горизонтальні. Після завершення кладки верстових рядів муляр N2 виконує заповнення забутки, а муляр N1 за необхідності надає допомогу.

У місцях розташування віконних прорізів під час виконання внутрішньої версти муляр N1 встановлює просмолені дерев'яні пробки або інші закладні елементи, передбачені проектом, для подальшого кріплення віконних блоків.

Після завершення кладки на захватці виконується контроль якості робіт. Вертикальність і прямолінійність стін перевіряються за допомогою правила, рівня та виска, а горизонтальність рядів будівельним рівнем. Товщину стін, ширину прорізів та довжину простінків контролюють вимірювальною рулеткою. Виявлені відхилення усуваються шляхом коригування кладки із застосуванням правила та молотка-кайла.

Після завершення робіт на одній захватці ланка переходить до наступної. По закінченні кладки першого ярусу роботи продовжуються на другому ярусі.

Для виконання кладки застосовуються інвентарні шарнірно-панельні підмости. Їх установа в перше робоче положення здійснюється таким чином. Монтажник-такелажник 2-го розряду виконує стропування підмостків за чотири монтажні петлі. За сигналом стропальника машиніст баштового крана подає підмости до місця встановлення. Теслярі приймають конструкцію, орієнтують її у проектне положення та плавно встановлюють на перекриття, контролюючи щільність прилягання до суміжних підмостків. За потреби

положення коригується за допомогою ломів. Після остаточного встановлення виконується розструпування конструкції.

Переведення підмостків із першого робочого положення в друге здійснюється за допомогою баштового крана. Теслярі виконують стропування конструкції та переходять на сусідні підмостки. Після подачі сигналу машиністу крана проводиться піднімання підмостків із одночасним контролем рівномірності розкриття опор та збереження горизонтального положення робочої площадки. Після повного розкриття опор підмостки встановлюють у нове робоче положення на перекритті. Після закінчення монтажу працівники піднімаються на робочу площадку по сходах та виконують розструпування конструкції.

Така організація праці забезпечує безпечне виконання кам'яних робіт, високу продуктивність праці та необхідну якість цегляної кладки відповідно до вимог чинних будівельних норм і правил.

### **Вимоги до якості та приймання робіт**

Приймання виконаних кам'яних конструкцій необхідно здійснювати до виконання штукатурних робіт, що забезпечує можливість повного контролю якості кладки та своєчасного виявлення можливих дефектів.

Під час зведення кам'яних стін обов'язково здійснюється огляд прихованих робіт із оформленням відповідних актів. До таких робіт належать:

- армування кам'яної кладки;
- улаштування деформаційних швів;
- виконання вузлів опирання несучих збірних елементів;
- закріплення в кладці карнизів, балконних плит та інших виступаючих конструкцій;
- улаштування вентиляційних і димових каналів.

Якість цегли та каменів повинна відповідати вимогам чинних нормативних документів. Допускається наявність виробів із незначними дефектами, однак їх загальна кількість у партії, включаючи половняк, не повинна перевищувати 5 %.

Кількість виробів із допустимими тріщинами не повинна перевищувати 10 % від загальної партії. Частка цегли та каменів із неприпустимими відколами, пошкодженнями граней і кутів за кількістю та розмірами також не повинна перевищувати 5 %.

Рухливість розчинної суміші повинна відповідати умовам її застосування:

- при подачі розчинонасосом 14 см;
- для кладки з повнотілої цегли 9–13 см;
- для кладки з керамічних каменів або саману 7–8 см.

Розмір зерен піску в кладочних розчинах не повинен перевищувати 2,5 мм, при цьому вміст зерен більшої фракції допускається не більше 10 % за масою. Застосування розчинів, що втратили вологу або мають ознаки зневоднення, не допускається, оскільки це призводить до зниження міцності та погіршення якості кладки.

### **Потреба в матеріалах, напівфабрикатах та конструкціях**

У таблиці 5 наведено відомість потреби в основних будівельних матеріалах, напівфабрикатах та конструкціях, необхідних для виконання цегляної кладки зовнішніх і внутрішніх стін, а також монтажу збірних перемичок на всі дев'ять поверхів проєктованого житлового будинку. Зазначена відомість складена з урахуванням обсягів робіт, прийнятої технології виконання будівельно-монтажних процесів та діючих норм витрат матеріальних ресурсів. Отримані дані використовуються для планування матеріально-технічного забезпечення будівництва, організації постачання та формування графіків поставок на будівельний майданчик.

Таблиця 3.1 - Відомість потреби в матеріалах, напівфабрикатах та конструкціях для виконання для виконання робіт з цегляної кладки та монтажу перемичок на всі дев'ять поверхів житлового будинку

Найменування матеріалу, конструкції, напівфабрикату	Одиниця виміру	Кількість
---	----------------	-----------

1. Цегла силікатна одинарна повнотіла, 250x120x65 мм, марка - М150	1000 шт	1111
2. Розчин готовий кладковий важкий, цементно-піщаний, марка - М50	м <sup>3</sup>	848
3. Перемички залізобетонні масою до 0,3т:		
1ПБ10-1		111
2ПБ13-1		107
2ПБ16-2		14
2ПБ19-3		18
3ПБ13-37	шт	240
3ПБ16-37		36
3ПБ21-8		44
3БП25-8		234
3ПБ34-4		36
3ПБ18-37		264
3ПБ36-4		72
4. Перемички залізобетонні масою від 0,3т до 0,7т:		
5ПБ25-37		76
5ПБ27-37	шт	54
5ПБ30-37		18
5ПБ36-20		36

### Охорона праці

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно суворо дотримуватися інструкцій з експлуатації будівельних машин, механізмів та технологічного обладнання. Усі операції з транспортування цегли та дрібних блоків у вертикальному напрямку повинні здійснюватися із застосуванням спеціальних пакетувальних пристроїв або захисних футлярів, що запобігають випадінню матеріалів і забезпечують безпеку виконання вантажопідіймальних робіт.

Рівень виконаної кладки після кожного переміщення риштувань повинен перевищувати рівень робочого настилу або перекриття не менше ніж на 0,7 м, що забезпечує безпечні умови праці мулярів.

Розшивання зовнішніх швів кладки дозволяється виконувати лише з риштувань або перекриттів після укладання не більше двох рядів цегли, що виключає перебування працівників у небезпечній зоні.

Під час виконання цегляної кладки обов'язковим є влаштування захисних козирків по периметру будівлі. Ширина козирків повинна становити не менше 1,5 м, а зазор між стіною та козирком — не перевищувати 50 мм. Захисні козирки встановлюються через кожні 6 м по висоті будівлі. Перебування працівників на козирках, а також розміщення на них матеріалів забороняється.

Риштування та підмостки повинні мати достатню міцність і стійкість, а їх навантаження не повинно перевищувати розрахункові значення, встановлені проєктом виконання робіт. Підйом і спуск працівників на риштування та підмостки допускається лише по надійно закріплених сходах.

Під час виконання робіт у небезпечних зонах працівники зобов'язані використовувати запобіжні пояси, закріплені за надійні конструктивні елементи будівлі, а також захисні каски. Дотримання зазначених вимог є обов'язковою умовою безпечного виконання кам'яних робіт і запобігає виникненню виробничого травматизму.

### **Об'єктний будівельний генеральний план**

Будівельний генеральний план розроблено на період максимального розгортання будівельно-монтажних робіт на майданчику та відображає стан будівельного майданчика під час виконання надземної частини будівлі.

Вихідними даними для розроблення будівельного генерального плану є:

- генеральний план із нанесеними існуючими будівлями, об'єктами нового будівництва та підземними інженерними мережами;
- календарний графік виконання будівництва з графіками руху робітників;
- відомість потреби в матеріалах, конструкціях та напівфабрикатах;
- перелік і кількість будівельних машин і механізмів, прийнятих для виконання будівельно-монтажних робіт.

Розроблення будгеплану здійснюється з метою вирішення питань раціонального розміщення тимчасових будівель і споруд, монтажних механізмів, складів для зберігання матеріалів і конструкцій, побутових приміщень для обслуговування працівників, а також організації тимчасових доріг, інженерних мереж, систем водопостачання, каналізації, електропостачання та інших комунікацій, необхідних для забезпечення будівництва.

У разі виконання робіт у другу зміну в осінньо-зимовий період передбачається організація освітлення робочих місць, а також влаштування приміщень для обігріву працівників. Кількість прожекторів визначається розрахунком, який наводиться у розділі «Охорона праці».

Протипожежне забезпечення будівельного майданчика передбачає розміщення пожежних гідрантів по периметру будівлі. Пожежний водопровід виконується з труб діаметром 100 мм і підключається до існуючої мережі водопостачання.

Тимчасові побутові та санітарно-гігієнічні приміщення розміщуються з урахуванням зручності їх використання, вимог охорони праці та пожежної безпеки. Підходи до них повинні бути вільними та забезпечені твердим дорожнім покриттям. Біля побутових приміщень передбачаються первинні засоби пожежогасіння, зокрема ящики з піском та пожежні щити з інвентарем.

Доставка розчину, будівельних матеріалів і конструкцій на об'єкт здійснюється автотранспортом із подальшим розвантаженням у зоні дії баштових кранів. Об'єктні склади розміщуються вздовж тимчасових будівельних доріг з урахуванням зручності подачі матеріалів до робочих місць.

На період будівництва будівельний майданчик огорожується тимчасовим огороженням, яке обладнується охоронним освітленням. Зона розміщення побутових приміщень організовується з виділенням окремих ділянок для відпочинку та куріння.

Після завершення будівельно-монтажних робіт тимчасові будівлі та споруди демонтуються, після чого виконується комплекс робіт з благоустрою території відповідно до проєктних рішень.

## **Розділ 4 Охорона праці**

### **4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні**

Сфера реалізації державної політики щодо соціального захисту громадян у процесі їх трудової діяльності регулюється системою законодавчих і нормативно-правових актів. До неї, зокрема, належать Закон України «Про охорону праці», Кодекс законів про працю України, Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», а також інші підзаконні нормативні акти, розроблені на їх основі.

Законодавча база України у сфері охорони праці ґрунтується на конституційному праві кожного громадянина на безпечні та здорові умови праці, що гарантується статтею 43 Конституції України. Ця стаття також передбачає заборону використання праці жінок і неповнолітніх у шкідливих і небезпечних умовах. Стаття 45 Конституції України закріплює право працівників на відпочинок, щотижневі вихідні, щорічну оплачувану відпустку, а також можливість регулювання тривалості робочого часу, зокрема при роботі в нічний час та для окремих категорій працівників.

Інші конституційні положення гарантують громадянам соціальний захист у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності (ст. 46), право на охорону здоров'я та медичну допомогу (ст. 49), а також право на отримання та використання інформації про свої права і обов'язки (ст. 57).

Основним нормативно-правовим актом у сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає правові, організаційні та соціальні засади забезпечення безпеки, збереження життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності.

Зазначений закон встановлює основні принципи державної політики у сфері охорони праці, зокрема обов'язки роботодавця щодо створення безпечних умов праці, права працівників на належні умови праці, порядок проведення навчання

та інструктажів з охорони праці, а також процедуру розслідування нещасних випадків на виробництві.

Кодекс законів про працю України містить норми щодо регулювання робочого часу і часу відпочинку, умов праці, охорони праці жінок і неповнолітніх, а також визначає види відповідальності за порушення трудової дисципліни та вимог безпеки.

Технічні регламенти та галузеві нормативні документи встановлюють конкретні вимоги безпеки до виробничих процесів, будівельних робіт, машин, механізмів та обладнання.

Контроль за дотриманням законодавства у сфері охорони праці здійснюється Державною службою України з питань праці (Держпраці), профспілковими організаціями, а також уповноваженими представниками працівників.

За порушення вимог охорони праці передбачено адміністративну, дисциплінарну, матеріальну та кримінальну відповідальність відповідно до чинного законодавства.

Нормативно-правове забезпечення охорони праці в Україні спрямоване на формування безпечного та здорового виробничого середовища. Дотримання встановлених вимог є обов'язком як роботодавців, так і працівників, а державний контроль забезпечує зниження рівня виробничого травматизму та професійних захворювань.

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

##### **Умови праці та виробничі небезпеки у будівництві**

Будівництво належить до однієї з найбільш травмонебезпечних галузей господарства, оскільки працівники постійно зазнають впливу значної кількості виробничих факторів, здатних негативно впливати на їхнє здоров'я та безпеку. Умови праці в будівництві характеризуються підвищеним фізичним навантаженням, виконанням робіт на висоті, використанням важкої будівельної техніки, а також впливом несприятливих факторів навколишнього середовища.

Виконання земляних робіт у котлованах, особливо за умов одночасної роботи будівельних машин, супроводжується дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів, серед яких підвищений рівень шуму, вібрації та запиленості, що є типовими для даного етапу будівництва.

Під час монтажних та оздоблювальних робіт, зокрема при виконанні зварювальних операцій, працівники зазнають впливу шкідливих речовин, таких як аерозолі зварювання та токсичні випари. Їх дія може призводити до розвитку професійних захворювань (зокрема пневмоконіозів), подразнення шкірних покривів, головного болю, болю у грудній клітці, а також порушень роботи нервової, травної систем і органів зору. Для зменшення впливу таких факторів застосовуються засоби індивідуального захисту: зварювальні щитки, респіратори, спеціальний одяг та захисне взуття.

Широке використання у будівництві машин і механізмів вібраційної та ударної дії (зокрема пневматичних трамбівок і відбійних молотків) призводить до підвищення рівня виробничого ризику та може негативно впливати на стан здоров'я працівників. Тривала дія вібрації здатна викликати порушення роботи серцево-судинної системи, підвищену нервову збудливість або, навпаки, апатію, швидку втому, м'язовий біль, нудоту та загальне погіршення самопочуття.

Пил, що утворюється під час виконання будівельно-монтажних робіт, становить значну небезпеку для органів дихання та може спричиняти розвиток хронічних захворювань, зокрема бронхітів. Для зменшення його впливу передбачається використання респіраторів, захисних окулярів і спецодягу. Додатково необхідним є дотримання санітарно-гігієнічних вимог, зокрема регулярне очищення шкірних покривів та зміна робочого одягу після завершення зміни. Відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009, гранично допустимий рівень запиленості в робочій зоні не повинен перевищувати 18 мг/м<sup>3</sup>.

## **Основні фактори виробничого ризику у будівництві**

У будівельній галузі на працівників впливає комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть призводити до травмування або погіршення стану здоров'я.

*Фізичні фактори* включають ризик падіння з висоти (будівельні ліси, дахи, перекриття), травмування внаслідок падіння предметів, вплив підвищеної вібрації від інструментів і машин, а також шум, рівень якого може перевищувати допустимі норми.

*Механічні фактори* пов'язані з роботою електро- та пневмоінструменту, експлуатацією будівельних машин і механізмів (кранів, екскаваторів, бетонозмішувачів тощо), а також із можливими несправностями або недостатньою ефективністю захисних пристроїв.

*Хімічні фактори* охоплюють вплив шкідливих речовин, зокрема фарб, клеїв, розчинників, а також пилу мінерального походження. Особливу небезпеку становить цементний і кварцовий пил, вдихання якого може спричинити професійні захворювання органів дихання.

*Кліматичні та метеорологічні фактори* пов'язані з виконанням робіт за несприятливих погодних умов: високих або низьких температур, підвищеної вологості, дощу, снігу та обмерзання робочих поверхонь.

*Психофізіологічні фактори* включають інтенсивний темп праці, підвищене навантаження відповідальності, монотонність окремих операцій, а також втому через недостатній відпочинок.

*Організаційні фактори* зумовлені недостатньою організацією робочих місць, порушенням технології виконання робіт та недостатнім рівнем підготовки і навчання персоналу.

### **Потенційні наслідки дії небезпечних факторів**

Вплив зазначених факторів може призводити до:

- виробничих травм різного ступеня тяжкості;
- професійних захворювань (силікоз, порушення слуху, дерматити тощо);
- зниження працездатності та загрози життю працівників;

- виникнення аварійних ситуацій і матеріальних збитків для підприємства.

Ефективне забезпечення безпеки праці в будівництві потребує систематичного аналізу умов праці, своєчасного виявлення небезпечних факторів та впровадження профілактичних заходів. До них належать регулярне навчання персоналу, використання сучасних засобів індивідуального захисту, удосконалення технологічних процесів і посилення контролю за дотриманням вимог охорони праці.

#### **4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування**

Згідно з чинними державними стандартами, шкідливі та небезпечні виробничі фактори за характером впливу поділяються на чотири основні групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

*Фізичні фактори* охоплюють шум, вібрацію та інші механічні коливання, іонізуючі й неіонізуючі випромінювання, метеорологічні умови (температуру, вологість, швидкість руху повітря), атмосферний тиск, рівень освітленості, а також вплив фіброгенного пилу та подібних чинників.

*Хімічні фактори* поділяються за характером дії на організм людини і можуть бути токсичними, подразнювальними, алергенними (сенсibilізуючими), канцерогенними та мутагенними. Вони можуть існувати в різних агрегатних станах і спричиняти як локальні, так і системні або віддалені наслідки. Шляхи проникнення в організм включають органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви та слизові оболонки.

*Біологічні фактори* включають патогенні мікроорганізми, препарати мікробного походження, біологічні пестициди, спороутворювальну сапрофітну мікрофлору, а також мікроорганізми, що використовуються у виробництві мікробіологічних препаратів.

*Психофізіологічні фактори* пов'язані з фізичними та нервово-психічними навантаженнями. До них належать статичні та динамічні перевантаження (піднімання й переміщення вантажів, тривале перебування в незручних позах, локальний тиск на тканини), обмеження рухової активності (гіподинамія), а

також нервово-емоційні навантаження, зумовлені інтенсивною розумовою діяльністю, високою відповідальністю та сенсорним напруженням.

Наслідками впливу зазначених факторів є розвиток професійних захворювань і виробничий травматизм. При цьому межа між шкідливими та небезпечними факторами є умовною, оскільки один і той самий чинник може проявлятися по-різному залежно від інтенсивності впливу. Так, пил може спричиняти як захворювання органів дихання, так і ушкодження очей та шкірних покривів; іонізуюче випромінювання як променеві ураження, так і смертельні наслідки; шум розвиток професійних порушень слуху або гострі травматичні ушкодження слухового апарату.

Управління ризиками на робочих місцях, відповідно до міжнародних підходів, включає ідентифікацію небезпек, оцінювання та контроль ризиків. Процес оцінювання ризику передбачає послідовні етапи: збір вихідних даних, виявлення небезпек, визначення ймовірності та тяжкості наслідків, розрахунок рівня ризику, розроблення заходів управління ризиками та формування підсумкових результатів.

Таблиця 4.1 - Матриця оцінювання ризиків

Ураження шумом (робоче місце – Машиніст бульдозера)				
Визначення категорії серйозності небезпеки		Визначення рівня ймовірності небезпеки		Індекс розвитку небезпеки
Вид, категорія	Опис	Вид, рівень	Опис	
2 - критична	Серйозна травма, стійке захворювання, суттєве пошкодження в системі	A – часта	Велика ймовірність того, що подія відбудеться	2A – Неприпустимий (надмірний)
Ураження шумом (робоче місце – кранівник)				
Визначення категорії серйозності небезпеки		Визначення рівня ймовірності небезпеки		Індекс розвитку небезпеки
Вид, категорія	Опис	Вид, рівень	Опис	
2 - вірогідна	Незначна травма, короточасне захворювання, пошкодження в системі	A – часта	Може трапитися декілька разів за життєвий цикл	2A – Неприпустимий (надмірний)

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

##### **Заходи захисту від впливу вібрації та електробезпеки**

Заходи, спрямовані на захист працівників від впливу вібрації, поділяються на технічні, організаційні та лікувально-профілактичні, а також можуть класифікуватися як колективні та індивідуальні.

**Технічні заходи** передбачають зменшення вібрації безпосередньо в джерелі її виникнення шляхом удосконалення конструктивних та технологічних рішень, зокрема на етапі проектування обладнання (вибір кінематичних схем, що мінімізують динамічні навантаження). Також застосовуються методи зниження поширення вібрації шляхом віброгасіння, вібропоглинання та віброізоляції.

**Організаційні заходи** включають організаційно-технічні рішення, такі як своєчасне технічне обслуговування та ремонт обладнання відповідно до регламентів, контроль рівнів вібрації, застосування дистанційного керування вібронебезпечними механізмами. До організаційно-режимних заходів належать встановлення раціонального режиму праці та відпочинку, а також заборона залучення до робіт з підвищеною вібрацією осіб віком до 18 років.

**Лікувально-профілактичні заходи** передбачають регулярні медичні огляди працівників, а також проведення лікувально-оздоровчих процедур, зокрема фізіотерапії, вітаміно- та фітотерапії.

Одним із найбільш ефективних напрямів зниження впливу вібрації є конструктивне вдосконалення машин і механізмів, спрямоване на зменшення віброактивності шляхом зниження динамічних зусиль і оптимізації параметрів конструкцій.

Окремо регламентуються **організаційні заходи безпеки під час роботи в діючих електроустановках**, до яких належать призначення відповідальних осіб за підготовку та виконання робіт, оформлення нарядів-допусків або розпоряджень, організація постійного нагляду за виконанням робіт, а також належне оформлення завершення робіт, тимчасових перерв або переведення персоналу на інші ділянки.

**Технічні заходи безпеки при знятті напруги** включають повне відключення електроустановки або її частини від джерела живлення, блокування комутаційної апаратури, зняття запобіжників і від'єднання ліній електропостачання для запобігання випадковій подачі напруги. Обов'язковим є встановлення заземлення, захисних огорожень та попереджувальних знаків у небезпечних зонах.

Під час виконання робіт під напругою або поблизу струмопровідних частин передбачаються додаткові заходи безпеки: виконання робіт щонайменше двома працівниками за нарядом-допуском, використання засобів індивідуального електрозахисту, постійний нагляд за персоналом, а також дотримання безпечних відстаней до струмопровідних елементів.

**Організація безпечної експлуатації електроустановок** передбачає підбір кваліфікованого персоналу, проведення навчання та інструктажів, суворе дотримання організаційних і технічних вимог безпеки, а також забезпечення працівників знаннями з надання першої домедичної допомоги при ураженні електричним струмом.

#### **4.5 Висновки**

Наукові дослідження у сфері гігієни праці та виробничої санітарії, а також проєктна документація, що передбачає раціональну організацію трудових процесів, сприяють усуненню або суттєвому зниженню впливу небезпечних виробничих факторів. Вони дозволяють мінімізувати негативні наслідки фізичних і психофізіологічних перевантажень та забезпечують створення безпечних умов праці.

У результаті впровадження таких рішень досягається підтримання стабільного рівня працездатності працівників протягом тривалого часу, а також зменшення впливу шкідливих чинників під час виконання будівельно-монтажних робіт.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 46 с. [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315\\_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf)
2. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП45.2-7.02-12) [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=25399](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25399)
3. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2016–10–31]. К. : Мінрегіон України, 2016. 39 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=68456](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=68456)
4. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна №1 К. : Мінбуд України, 2006. 75 с. [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=21670106](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=21670106)
5. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019–01–19]. Зі Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 51 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=59627](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=59627)
6. ДБН В.2.6:220-2017. Покриття будівель і споруд. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 46 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=72201](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=72201)
7. ДБН А.1.1-1:2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. К.: Мінрегіонбуд України, 2013. 16 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112664](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112664)
8. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 26 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=71184](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=71184)
9. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2019. 50 с.

[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=84353](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=84353)

10. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Із Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України. 2022. 103 с.

[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=26738](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=26738)

11. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.

[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112670](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112670)

12. ДСТУ-Н Б В 2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 98 с.

[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=54094](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=54094)

13. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій. [Чинний від 2016–04–01]. К. : Мінрегіон України, 2015. 62 с.

[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=63372](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=63372)

14. ДСТУ 9243.4:2023. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 59 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=103963](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=103963)

15. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=64463](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=64463)

16. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=60541](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=60541)

17. Інноваційні технології каркасного будівництва : навч. посібник / Г.М. Тонкачєєв, О.С. Молодід, В.Г. Тонкачєєв, О.Г. Шандра : Під ред. проф. Г.М. Тонкачєєва. К.: Видавництво Ліра-К. 2024. 316 с.

18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>
19. Теліченко О.І., Нагорний М.В. Зведення і монтаж будівель та споруд : навч. пос. Суми : Видавництво СНАУ, 2020. 197 с.
20. Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. пос. / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачєєв та ін.; За ред. В. К. Черненка. Вид. 1-ше і 2-ге. видання К.: Горобець, 2011. 372 с.: іл.
22. Davydenko O., Druzhinin E., Obukhova N., Riumin V., Dzhalalov M. Evaluation of the effectiveness of investments in objects of unfinished construction at the pre-project stage. INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN INFRASTRUCTURE SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND RENOVATION (MISTOBUD-2025). JANUARY 30-31 2025 - KHARKIV, UKRAINE (VIRTUAL)  
DOI 10.1088/1755-1315/1499/1/012077  
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1499/1/012077/pdf>
23. Problems of optimization of innovative solutions and improvement of the current building information system  
Anatoly Druzhinin; **Oksana Davidenko**; Svitlana Bratishko; Oleg Kuchma; Olena Zhyliakova  
AIP Conf. Proc. 2490, 040006 (2023) DECEMBER 07 2023  
<https://doi.org/10.1063/5.0143924>  
[https://knameedu-my.sharepoint.com/:b/g/personal/oksana\\_davydenko2\\_kname\\_edu\\_ua/EWztU6nNAPREILBBjPrAHnIBzZTmIylKEk7PhY\\_Qnl0XFQ?e=ZaUd6m](https://knameedu-my.sharepoint.com/:b/g/personal/oksana_davydenko2_kname_edu_ua/EWztU6nNAPREILBBjPrAHnIBzZTmIylKEk7PhY_Qnl0XFQ?e=ZaUd6m)
24. Risk-oriented approach to optimising management in the context of using BIM technology Druzhinin A., Druzhinin E., **Davydenko O.**, Obukhova N. P. 57-67  
Collective monograph edited by I. Linde INFORMATION SYSTEMS IN PROJECT AND PROGRAM MANAGEMENT  
European University Press ISMA University of Applied Sciences Riga (Latvia) 2023  
ISBN 978-9984-891-22-4

[https://knameedu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/oksana\\_davydenko2\\_kname\\_edu\\_ua/EaTpgsheJyxPjmFZrkWTHTABOCsnAxGRe9EUjNM1I3HrSg?e=gc7rOc](https://knameedu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/oksana_davydenko2_kname_edu_ua/EaTpgsheJyxPjmFZrkWTHTABOCsnAxGRe9EUjNM1I3HrSg?e=gc7rOc)

25. А. В. Дружинін, Є.А. Дружинін, О. А. Давиденко, Н.В. Обухова Управління проектами на базі будівельного інформаційного моделювання – ХАМГ, Комунальне господарство міст, 2023

<https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6110>

## Додаток 1

### Збір навантажень на фундамент по осі 1 – 3

Найменування навантаження	Нормативне навантаження, кН	Коеф. надійності, $\gamma$	Розрахункове навантаження, кН
<b>1. Постійне навантаження</b>			
<b>1.1. Перекриття</b>			
1.1.1. Лінолеум на тепло-звукоізоляційній основі $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$ , $\delta=4 \text{ мм}$ ; $1 \cdot 3 \cdot 1800 \cdot 0,004 \cdot 0,01$	0,22	1,3	0,28
1.1.2. Мастика $\rho=1100 \text{ кг/м}^3$ , $\delta=1 \text{ мм}$ . $1 \cdot 3 \cdot 1100 \cdot 0,001 \cdot 0,01$	0,03	1,3	0,04
1.1.3. Цементно-піщана стяжка М150 $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$ ; $\delta=10 \text{ мм}$ . $1 \cdot 3 \cdot 1800 \cdot 0,01 \cdot 0,01$	0,54	1,3	0,70
1.1.4. Пінобетон: $\rho=400 \text{ кг/м}^3$ , $\delta=154 \text{ мм}$ . $1 \cdot 3 \cdot 400 \cdot 0,154 \cdot 0,01$	1,85	1,3	2,40
1.1.5. ПВХ плівка: $\rho=1350 \text{ кг/м}^3$ , $\delta=1 \text{ мм}$ . $1 \cdot 3 \cdot 1350 \cdot 0,001 \cdot 0,01$	0,41	1,3	0,53
1.1.6. Залізобетонна плита переkritтя, $\delta=220 \text{ мм}$ .	2,5	1,1	2,75
1.1.7 Підлога в тех.підпіллі. Цементно-піщаний розчин:	1,62	1,3	2,11

$\rho=1800 \text{ кг/м}^3$ ; $\delta=30 \text{ мм.}$ $1 \cdot 3 \cdot 1800 \cdot 0,03 \cdot 0,01$			
Всього від перекриттів	51,50		62,45
1.2. Горище			
1.2.1. Руберойд $\rho=600$ $\text{кг/м}^3$ , $\delta=1,5 \text{ мм.}$ $1 \cdot 3 \cdot 600 \cdot 0,0015 \cdot 0,01$	0,03	1,3	0,04
1.2.2. Мастика $\rho=1100$ $\text{кг/м}^3$ , $\delta=1 \text{ мм.}$ $1 \cdot 3 \cdot 1100 \cdot 0,001 \cdot 0,01$	0,03	1,3	0,04
1.2.3. Цементно-піщана стяжка М150, $\delta=10 \text{ мм}$	0,54	1,3	0,70
1.2.4. Пінобетон: $\rho=400$ $\text{кг/м}^3$ , $\delta=260 \text{ мм.}$ $1 \cdot 3 \cdot 400 \cdot 0,260 \cdot 0,01$	3,12	1,3	4,06
1.2.5. ПВХ плівка: $\rho=1350$ $\text{кг/м}^3$ , $\delta=1 \text{ мм.}$ $1 \cdot 3 \cdot 1350 \cdot 0,001 \cdot 0,01$	0,04	1,3	0,05
1.2.6. Цементно-піщана стяжка М150, $\delta=10 \text{ мм.}$	0,54	1,3	0,70
1.2.7. Залізобетонна плита перекриття, $\delta=220 \text{ мм.}$	2,5	1,1	2,75
Всього від горища	6,80		8,34
1.3. Дах			
1.3.1. Руберойд $\rho=600$ $\text{кг/м}^3$ , $\delta=3 \text{ мм}$ $1 \cdot 3 \cdot 600 \cdot 0,003 \cdot 0,01$	0,054	1,3	0,07

1.3.2. Мастика $\rho=1100$ $\text{кг/м}^3$ , $\delta=1$ мм. $1 \cdot 3 \cdot 1100 \cdot 0,001 \cdot 0,01$	0,033	1,3	0,04
1.3.3. Цементно-піщана стяжка $\rho=1800$ $\text{кг/м}^3$ ; $\delta=30$ мм. $1 \cdot 3 \cdot 1800 \cdot 0,03 \cdot 0,01$	1,46	1,3	1,90
1.3.4. Арматурна сітка $\text{Ø3Bp-1 } 100 \times 100$	0,03	1,3	0,04
1.3.5. Гравій керамзитовий $\rho=500$ $\text{кг/м}^3$ , $\delta=170$ мм. $1 \cdot 3 \cdot 500 \cdot 0,3 \cdot 0,01$	2,55	1,3	3,32
1.3.6. Мастика бітумна: $\rho=2500$ $\text{кг/м}^3$ , $\delta=1$ мм. $1 \cdot 3 \cdot 2500 \cdot 0,001 \cdot 0,01$	0,08	1,3	0,10
1.3.6. Цементно-піщана стяжка М50, $\delta=10$ мм.	0,54	1,3	0,70
1.3.7. Залізобетонна плита, $\delta=220$ мм.	2,5	1,1	2,75
Всього від даху	7,24		8,91
1.4. Стіни зовнішні			
1.4.1. Зовнішня стіна з силікатної цегли марки М150 на цементно-піщаному розчині М50: $\rho=1800$ $\text{кг/м}^3$ , $\delta=510$ мм. $1800 \cdot 0,51 \cdot 0,01$	9,18	1,1	10,10

1.4.2. Утеплювач – плити з пінополістиролу, $\rho=31$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta=100$ мм. 31·0,1·0,01	0,03	1,1	0,033
1.4.3. Внутрішня штукатурка: $\rho=1700$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta=10$ мм. 1700·0,01·0,01	0,17	1,1	0,19
1.4.4. Зовнішня штукатурка: $\rho=2000$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta=10$ мм. 2000·0,01·0,01	0,2	1,1	0,22
Всього від стін з силікатної цегли, висотою 30,5 м	298,60		328,45
1.5. Стіни підвалу з фундаментних блоків стін на цементно-піщаному розчині М50: $\rho=2000$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta=500$ мм; 2000·0,5·0,01	10	1,1	11
Всього від стін підвалів	20		22
1.6. Стіни цоколя з керамічної цегли та оштукатурені: $\rho_{\text{ц}}=2000$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta_{\text{ц}}=120$ мм; $\rho_{\text{ш}}=2000$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta_{\text{ш}}=10$ мм. Від стін: 2000·0,12·0,01 Від штукатурки: 2000·0,01·0,01	2,6	1,1	2,86
Всього від стін цоколя	3,9		4,29
Всього від стін	322,50		354,74

Всього постійне навантаження	388,03		434,44
2. Тимчасове навантаження			
2.1. Короткочасне навантаження для житлових будинків 1·3·1,5·9	40,5	1,3	52,65
2.2. Довгострокове 1·3·1	27	1,2	32,4
2.4. Снігове 1·3·1,6	4,8	1,2	5,76
Всього тимчасове навантаження	72,3		90,81
Повне навантаження	460,33		525,25

Де 3 м – довжина половини прольоту будівлі.

Розрахункові навантаження на фундамент дорівнюють:

- постійне:  $g = 434,44$  кН;
- тимчасове:  $v=90,81$  кН;
- повне:  $g + v=434,44+90,81=525,25$  кН.