**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО- НАУКОВИЙ ІСТИТУТ**
**ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ**
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра промислове та цивільне будівництва**

# Кваліфікаційна робота

_____перший (бакалаврський) рівень_____
(рівень вищої освіти)

на тему: Нове будівництво 2-х секційного житлового комплексу «Кременчуцький обрій» у м. Кременчук

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1923-пцб-с2
___Птіцин Андрій Васильович_____
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
освітньої програми промислове і цивільне будівництво
Керівник: _доцент каф. ПЦБ, к.т.н. Юхименко А.І.
Рецензент ___ст. викл, доктор PHD Арутюнян Є.Е.__

Запоріжжя
2026

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**
**ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ**
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти перший бакалаврський рівень
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
*(шифр та назва)*
Освітньо-професійна програма «Промислове і цивільне будівництво»
*(шифр та назва)*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
«09» 02 2026 року

**З А В Д А Н Н Я**
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Птіцину Андрію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Нове будівництво 2-х секційного житлового комплексу «Кременчуцький обрій» у м. Кременчук
Керівник роботи Юхимено Артем Ігорович, к.т.н.,
*(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)*
затверджені наказом ЗНУ від «25» грудня 2025 року №1832-с
2 Строк подання студентом роботи 10.06.2026 р.
3 Вихідні дані до роботи *Завдання на проектування, кліматичні та геологічні умови, місця забудови, функціональне призначення будівлі, технологічні процеси до яких проектується будівля, територіальне місцезнаходження будівлі, законодавства.*
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *Загальна характеристика будівлі, теплотехнічний розрахунок, розрахунок конструкцій, розрахунки до технологічних карт на будівництво будівлі, проектування організації будівництва, розрахунок локального кошторису на будівельні роботи, техніко-економічні показники, рішення з техніки безпеки та охорони праці.*
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) *Архітектурно-будівельний розділ – 2 кресл.; будівельні конструкції*

*– 1 кресл.; технологія будівельного виробництва – 1 кресл.; організація будівництва – 2 кресл.*

6 Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1 | Юхименко А.І., доц. | | |
| Розділ 2 | Юхименко А.І., доц. | | |
| Розділ 3 | Юхименко А.І., доц. | | |
| Розділ 4 | Юхименко А.І., доц. | | |
| Розділ 5 | Юхименко А.І., доц. | | |
| Розділ 6 | Юхименко А.І., доц. | | |

**7** Дата видачі завдання 06 січня 2026 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 Архітектурно-будівельні рішення будівництва | 11.03.2026 | |
| 2 | 2 Конструктивні рішення | 10.04.2026 | |
| 3 | 3 Технологічні процеси будівництва | 13.05.20266 | |
| 4 | 4 Організація будівельних процесів | 02.06.2026 | |
| 5 | 5 Економіка будівництва | 02.06.2026 | |
| 6 | 6 Охорона праці | 08.06.2026 | |
| 7 | Оформлення та підготовка до захисту | 10.06.2026 | |

Студент _____ А.В. Птіцин
*(підпис)* *(ініціали та прізвище)*

Керівник роботи _____ А.І. Юхименко
*(підпис)* *(ініціали та прізвище)*

**Нормоконтроль пройдено** _____ Н.О. Данкевич
*(підпис)* *(ініціали та прізвище)*

# АНОТАЦІЯ

Птіцин А.В. Нове будівництво 2-х секційного житлового комплексу «Кременчуцький обрій» у м. Кременчук.

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник А.І. Юхименко, Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2026.

У кваліфікаційній роботі виконано комплексне проєктування житлового будинку у місті Кременчук, що складається з двох об’ємно-планувальних секцій поверховістю 5 та 9 поверхів із перепадом висот. Розглянуто архітектурно-планувальні рішення, конструктивні особливості будівлі, інженерно-геологічні умови майданчика, а також виконано розрахунок основ і фундаментів з урахуванням характеристик ґрунтової основи. Детально опрацьовано організаційно-технологічні рішення зведення об’єкта, включаючи вибір монтажних механізмів, технологію виконання основних будівельно-монтажних процесів та розробку будівельного генерального плану. Виконано розрахунок потреб у матеріально-технічних ресурсах, тимчасових будівлях і спорудах, а також інженерному забезпеченні будівельного майданчика. У роботі також визначено основні техніко-економічні показники будівництва, включаючи кошторисну вартість, трудомісткість та тривалість зведення об’єкта. Отримані результати підтверджують можливість реалізації прийнятих проєктних рішень у заданих інженерно-геологічних умовах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: житловий будинок, організація будівництва, фундамент, кошторисна вартість, будівельно-монтажні роботи, будгенплан, монтаж крана, охорона праці, залізобетонні конструкції.

# ABSTRACT

Ptitsyn A.V. New construction of a 2-section residential complex "Kremenchuk Horizon" in the city of Kremenchuk.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 192 - Construction and Civil Engineering, scientific supervisor A.I. Yukhymenko, Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebnia, Department of Industrial and Civil Engineering, 2026.

The qualification work includes a comprehensive design of a residential building in the city of Kremenchuk, consisting of two volume-planning sections with 5 and 9 floors with a height difference. Architectural and planning solutions, structural features of the building, engineering and geological conditions of the site, and also a calculation of foundations and foundations taking into account the characteristics of the soil base. The organizational and technological solutions for the construction of the facility have been worked out in detail, including the choice of assembly mechanisms, the technology for performing the main construction and assembly processes, and the development of the construction master plan. The calculation of the needs for material and technical resources, temporary buildings and structures, as well as engineering support for the construction site has been performed. The work also determines the main technical and economic indicators of construction, including the estimated cost, labor intensity and duration of the construction of the facility. The results obtained confirm the possibility of implementing the adopted design solutions in the specified engineering and geological conditions.

KEYWORDS: residential building, construction organization, foundation, estimated cost, construction and assembly work, budget plan, crane installation, labor protection, reinforced concrete structures.

**ЗМІСТ**

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА 8
1.1 Загальна характеристика будинку 8
1.2 Об’ємно-планувальні рішення 8
1.3 Теплотехнічний розрахунок 13
1.3.1 Основні положення теплотехнічного розрахунку 13
1.3.2 Теплотехнічний розрахунок конструкції зовнішньої стіни 15
1.3.3 Теплотехнічний розрахунок утеплювача в конструкції покриття над горищем 17
1.3.4 Розрахунок показника теплозасвоєння запроєктованої конструкції підлоги 19
1.4 Рішення генерального плану забудови 22

2 РОЗРАХУНКОВА-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА 23
2.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика 23
2.2 Збір навантажень 35
2.3 Визначення глибини закладання фундаментів 36
2.4 Фундамент на забивних призматичних палях 38

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 42
3.1 Загальна характеристика об’єкта будівництва та його конструктивних елементів 42
3.2 Структура комплексного процесу й обсяг робіт 43
3.3 Вибір організаційно-технологічної схеми виконання цегляної кладки 45
3.4 Технологічна карта монтажу плит перекриття 47
3.4.1 Склад процесу монтажу та обсяг виконуваних робіт 47
3.4.2 Підбір вантажозахоплювальних пристроїв і монтажних кранів 48
3.4.3 Організація та технологія виконання робіт 49

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА 52
4.1 Принципи розрахунку та вибору місць розташування складських зон на будівельному майданчику 53
4.2 Визначення площі тимчасових будівель та споруд на будівельному майданчику 55
4.3. Визначення чисельності працівників та робітників під час будівництва об’єкта 55
4.4 Організація тимчасового електропостачання будівельного майданчика 56
4.5 Організація безперервного водопостачання будівельного майданчика 57
4.6 Визначення ключових параметрів вибраного варіанта монтажного крана 60
4.7 Технологічна послідовність зведення запроєктованого будівельного об’єкта 61

5 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА 66

6 ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ 68
6.1 Експлуатація засобів виконання будівельно-монтажних робіт 68
6.2 Вимоги безпеки під час експлуатації мобільних будівельних машин 71
6.3 Експлуатація засобів підмощування, ручних машин та інструменту 75

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 78

# 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Загальна характеристика будинку

Житловий будинок проєктується як об’єкт, що складається з двох функціонально об’єднаних секцій: перша секція має 5 поверхів, друга — 9 поверхів. У межах кожної з частин передбачені перепади відміток по вертикалі, що зумовлено особливостями інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.

Будівля запроєктована з чотирма під’їздами. Кожен під’їзд обладнаний пасажирським ліфтом та системою сміттєпроводу для забезпечення комфортної експлуатації.

Житловий фонд включає квартири різної кімнатності, а саме:

• 1-кімнатні: 5 квартир;

• 2-кімнатні: 28 квартир;

• 3-кімнатні: 19 квартир.

Загальна кількість квартир становить 52 одиниці. Площа квартир варіюється в межах від 49,16 м² до 110,43 м².

## 1.2 Об’ємно-планувальні рішення

У проєкті прийнято пальовий тип фундаменту. По оголовках паль влаштовується монолітний залізобетонний ростверк, на який спираються елементи збірного фундаменту з бетонних блоків.

Зовнішні стіни виконуються як багатошарова конструкція з силікатної цегли. Як теплоізоляційний шар застосовуються плити з мінеральної вати.

Фасадне оздоблення не передбачає додаткового оштукатурювання. Зовнішній шар кладки виконується з розшивкою швів, що формує завершений архітектурний вигляд без додаткової обробки.

Внутрішні перегородки запроєктовані з силікатної цегли товщиною 88 мм. У приміщеннях ванних кімнат і санвузлів застосовується керамічна цегла товщиною 65 мм.

Перекриття та покриття виконуються із пустотних залізобетонних плит із попередньо напруженим армуванням, що дозволяє підвищити темпи монтажу та скоротити строки зведення будівлі.

Внутрішнє опорядження передбачає обклеювання оштукатурених цегляних стін шпалерами. У кухонних приміщеннях використовуються шпалери, придатні для вологого очищення, а зони над санітарним обладнанням облицьовуються глазурованою плиткою. У санвузлах підлоги виконуються з керамічної плитки. Стелі та стіни фарбуються клейовими фарбами у два шари до висоти 2,1 м, після чого виконується панельне оздоблення з емалевим фарбуванням у два шари.

Підлоги в житлових кімнатах прийняті з урахуванням вимог міцності, зносостійкості, пружності, шумоізоляційних властивостей та зручності при прибиранні. Як покриття використовується лінолеум на теплоізолюючій основі. У санвузлах і ванних кімнатах підлоги виконуються з керамічної плитки по цементно-піщаній стяжці.

Віконні та дверні блоки прийняті відповідно до ДСТУ EN 14351-1 з урахуванням площі приміщень. Усі житлові кімнати забезпечені природним освітленням. Планування квартир передбачає окремі входи до кожного приміщення.

Для забезпечення безпечної евакуації двері відкриваються назовні у напрямку виходу з будівлі відповідно до вимог пожежної безпеки. Кріплення дверних коробок здійснюється в прорізах за допомогою антисептованих дерев’яних пробок, закладених у кладку під час мурування стін. Двері оснащуються ручками, засувками та врізними замками.

Кухні обладнуються системою природної витяжної вентиляції, газовими плитами та санітарно-технічними приладами у вигляді мийок.

Ванні кімнати та санвузли також мають природну витяжну вентиляцію. Оздоблення стін у цих приміщеннях виконується керамічною плиткою на висоту 2,1 м від рівня підлоги.

Сходова клітка передбачена як внутрішньобудинкова для щоденної експлуатації та виконується зі збірних залізобетонних елементів. Сходи прийняті двомаршеві з опиранням на міжповерхові площадки. Ухил сходових маршів становить 1:2. Передбачено вихід зі сходової клітки на покрівлю через металеві сходи, обладнані протипожежними дверима. Освітлення сходової клітки здійснюється як природним способом через віконні прорізи, так і штучним освітленням.

Усі двері на шляху евакуації, включно зі сходовою кліткою та тамбуром, відкриваються у напрямку виходу з будівлі відповідно до вимог пожежної безпеки. Огородження сходів виконується з металевих елементів, а поручні облицьовуються пластмасовим покриттям.

Система керування ліфтами передбачена змішаного типу — комбіноване керування здійснюється як за допомогою внутрішніх команд, так і викликів з поверхів під час руху кабіни вниз. Ліфтове машинне відділення розташоване на покрівлі будівлі, що забезпечує зручність обслуговування та оптимальне використання простору.

Система опалення та гарячого водопостачання підключена до магістральних теплових мереж. Розподіл теплоносія виконано за нижньою схемою прокладання трубопроводів у підвальній частині будинку. Як опалювальні прилади прийняті конвектори. Для кожної секції передбачено індивідуальний тепловий вузол, який забезпечує регулювання параметрів теплоносія та його облік. Магістральні трубопроводи і стояки, що проходять у підвалі, теплоізольовані та захищені покриттям з алюмінієвої фольги.

Система холодного водопостачання організована від внутрішньоквартального водопровідного колектора з двома вводами. Подача води до кожної секції здійснюється через внутрішньобудинкові магістралі, прокладені у підвальній зоні будівлі. Трубопроводи також мають

теплоізоляційний захист із зовнішнім покриттям алюмінієвою фольгою. Для кожної секції та вбудованого блоку передбачено окремий вузол введення. Навколо будівлі влаштовано кільцеву систему господарсько-питного та протипожежного водопостачання з оглядовими колодязями, у яких встановлені пожежні гідранти.

Каналізаційна система виконана як внутрішньодвірська з підключенням до колодязів внутрішньоквартальної мережі. Для кожної секції передбачено окремі випуски господарсько-побутової та дощової каналізації.

Електропостачання здійснюється від дворової трансформаторної підстанції. Живлення кожної секції організовано двома кабельними лініями — основною та резервною, що підвищує надійність системи електрозабезпечення. Електрощитові приміщення розміщені на перших поверхах будівлі для зручності експлуатації та обслуговування.

Економічні показники житлових будівель формуються на основі їх об’ємно-планувальних та конструктивних рішень, а також рівня оснащення санітарно-технічними системами. Важливим чинником є співвідношення житлової та допоміжної площі у квартирах, висота приміщень, раціональність розміщення санвузлів і кухонного обладнання.

Проєктні рішення житлових будинків характеризуються такими основними показниками:

• будівельний об’єм ($м^3$);

• площа забудови ($м^2$);

• загальна площа ($м^2$);

• житлова площа ($м^2$);

• $K_1$ — коефіцієнт відношення житлової площі до загальної, що характеризує ефективність використання площ;

• $K_2$ — коефіцієнт відношення будівельного об’єму до загальної площі, що відображає ефективність використання об’ємного рішення будівлі.

Будівельний об’єм надземної частини житлового будинку з неопалюваним горищем визначається як добуток площі горизонтального перерізу на рівні

першого поверху вище цоколя (за зовнішнім контуром стін) на висоту від підлоги першого поверху до верхньої межі теплоізоляційного шару перекриття горища.

Об’єм підземної частини будівлі обчислюється як добуток площі горизонтального перерізу по зовнішньому обводу на рівні цоколя на висоту від підлоги підвалу до рівня підлоги першого поверху.

До загального будівельного об’єму включаються також тамбури та лоджії, якщо вони розташовані в межах габаритів будівлі.

Загальний будівельний об’єм будинку з підвальною частиною визначається як сума об’ємів надземної та підземної частин.

Площа забудови визначається як площа горизонтальної проєкції будівлі на рівні цоколя з урахуванням усіх виступаючих елементів і конструкцій, що мають покриття (ґанки, веранди, тераси тощо).

Житлова площа квартири визначається як сумарна площа всіх житлових кімнат, а також додається площа кухні, якщо вона перевищує 8 м².

Загальна площа квартири формується як сукупність площ житлових і допоміжних приміщень, а також враховує веранди, вбудовані шафи, лоджії, балкони та тераси. При цьому застосовуються понижувальні коефіцієнти: для лоджій — 0,5; для балконів і терас — 0,3.

Таблиця 1.1 − Технічні показники будівлі

| Найменування | Значення |
|---|---|
| Будівельний обсяг підземної частини | 4287 м$^3$ |
| Будівельний обсяг надземної частини | 51725 м$^3$ |
| Будівельний обсяг загальний | 56012 м$^3$ |
| Житлова площа | 8367 м$^2$ |
| Загальна площа | 15026 м$^2$ |
| Площа забудови | 1754 м$^2$ |
| Площа будинку | 20450 м$^2$ |

Вимірювання площ приміщень виконується по внутрішніх поверхнях стін і перегородок на рівні підлоги. Загальна площа житлового будинку визначається як сума площ усіх поверхів, що обчислюються в межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, включаючи лоджії та балкони. Площі сходових кліток і шахт інженерних комунікацій також враховуються у площі поверху. Водночас площі технічного підпілля та господарських зон до загальної площі будівлі не включаються.

## 1.3 Теплотехнічний розрахунок

### 1.3.1 Основні положення теплотехнічного розрахунку

Під час проєктування огороджувальних конструкцій використовується вимога, згідно з якою фактичний опір теплопередачі конструкції повинен бути не меншим за нормативне значення, встановлене санітарно-гігієнічними вимогами:

$$R_0 > R_0^{тр} \tag{1.1}$$

де $R_0$ — розрахунковий опір теплопередачі огороджувальної конструкції, що проєктується, який визначається на основі прийнятої конструктивної схеми, м²·°С/Вт; $R_0^{тр}$ — нормативний (вимоговий) опір теплопередачі, м²·°С/Вт.

Опір теплопередачі проєктованої огороджувальної конструкції визначається за залежністю:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + R_к + \frac{1}{\alpha_н} R_0^{тр} \tag{1.2}$$

де $\alpha_в$ — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огородження, Вт/м²·°С; Rк — сумарний термічний опір конструктивних шарів, м²·°С/Вт; $\alpha_н$ — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні в зимових умовах, Вт/м²·°С.

Термічний опір багатошарової огороджувальної конструкції визначається як сума опорів окремих шарів:

$$R_k = \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\gamma_i} \quad (1.3)$$

де δі — товщина і-го шару конструкції, м; λі — розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу і-го шару, Вт/м·°С; n — кількість шарів у складі огородження.

Нормативний опір теплопередачі визначається за формулою:

$$R_0^{тр} = \frac{n(t_в - t_н)}{\Delta t_n \propto_в^н} \quad (1.4)$$

де n — коефіцієнт, що враховує умови розташування зовнішньої поверхні конструкції відносно зовнішнього повітря; tв — розрахункова температура внутрішнього повітря, °С; tн — розрахункова температура зовнішнього повітря в зимовий період, °С; Δtн — нормативна різниця між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні огородження, °С; αв— коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, Вт/м²·°С.

Додатковою характеристикою, що використовується при теплотехнічних розрахунках, є теплова інерція огороджувальної конструкції. Її значення визначається за виразом:

$$D = \sum_{i=1}^{n} (R_i S_i) \quad (1.5)$$

де Ri — термічний опір і-го шару конструкції, м²·°С/Вт; si — коефіцієнт теплозасвоєння матеріалу і-го шару, Вт/м²·°С; n — кількість шарів у складі огороджувальної конструкції.

### 1.3.2 Теплотехнічний розрахунок конструкції зовнішньої стіни

Відповідно до чинних нормативних вимог, розрахункову температуру внутрішнього повітря для будівлі приймаємо рівною tв=+18°С. З урахуванням кліматичних характеристик району будівництва середню температуру найхолоднішої п’ятиденної періоди з забезпеченістю 0,92 приймаємо tн=−19°С. Експлуатаційні умови будівлі віднесено до нормального режиму, а за умовами вологості прийнято тип Б.

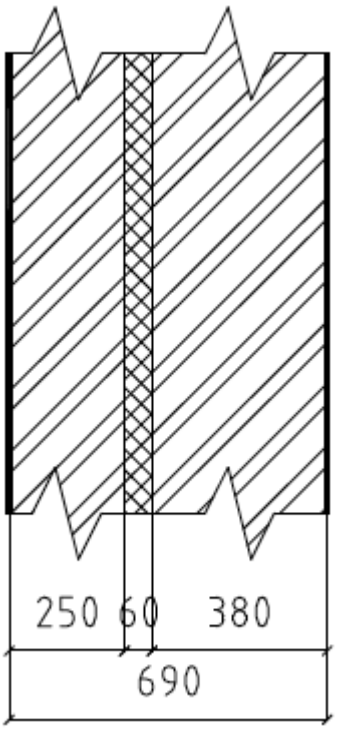



Рисунок 1.1 − Розрахункова схема зовнішньої стіни

Додаткові розрахункові параметри мають такі значення:

- αв=8,7 Вт/м²·°С;
- αн=23 Вт/м²·°С; n=1;
- Δtн=6°С.

Характеристики матеріалів шарів огороджувальної конструкції (товщина, щільність, коефіцієнти теплопровідності та теплозасвоєння) наведені у

табличній формі (табл. 1.2), що дозволяє коректно виконати подальші розрахунки.

Таблиця 1.2 − Підбір матеріалів конструкції зовнішньої стіни

| Матеріал | Товщина шару, δ, м | Щільність, кг/м³ | Коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/м·°С | Коефіцієнт теплозасвоєння, s, Вт/м²·°С |
|---|---|---|---|---|
| Цегла силікатний на цементно-піщаному розчині | 0,25 | 1800 | 0,87 | 10,90 |
| Плита з мінеральної вати | 0,06 | 50 | 0,06 | 0,48 |
| Цегла силікатний на цементно-піщаному розчині | 0,38 | 1800 | 0,87 | 10,90 |

Після підстановки вихідних даних визначаємо величину теплової інерції огороджувальної конструкції за відповідною формулою (1.5).

$$D = \sum \left(\frac{\delta}{\gamma} s\right) = \frac{0.25}{0.87} 10.90 + \frac{0.06}{0.06} 0.48 + \frac{0.38}{0.87} 10.90 = 8.3732$$

Оскільки отримане значення D>7, подальші розрахунки виконуємо з уточненим кліматичним параметром: середню температуру найхолоднішої п’ятиденки з забезпеченістю 0,92 приймаємо tн=−26°С.

Далі визначаємо сумарний термічний опір багатошарової стіни за формулою (1.3).

$$R_k = \frac{0,25}{0,87} + \frac{0,06}{0,06} + \frac{0,38}{0,87} = 1.724 \text{ м}^2 \cdot °\text{С/Вт}$$

На основі отриманого значення розраховуємо фактичний опір теплопередачі проєктованої конструкції відповідно до виразу (1.2).

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 1,724 + \frac{1}{23} = 1,882 \text{ м}^2 \cdot °\text{С/Вт}$$

Паралельно виконується перевірка нормативної вимоги — опір теплопередачі за санітарно-гігієнічними умовами визначається за формулою (1.4).

$$R_0^{тр} = \frac{1(20+26)}{6 \cdot 8,7} = 0,881 \text{ м}^2 \cdot °\text{C/Вт}$$

Порівнявши отримані значення двох опорів теплопередачі, необхідних для перевірки умови (1.1), встановлюємо, що нормативні вимоги виконуються.

$$R_0 = 1,882 \text{ м}^2 \cdot ° \frac{\text{C}}{\text{Вт}} > R_0^{тр} = 0,881 \text{ м}^2 \cdot °\text{C/Вт}$$

Отже, можна зробити висновок, що запроєктована конструкція зовнішньої стіни відповідає діючим теплотехнічним нормам і може бути прийнята до реалізації.

### 1.3.3 Теплотехнічний розрахунок утеплювача в конструкції покриття над горищем

Аналогічно до п. 1.3.2, згідно з нормативними кліматичними параметрами, розрахункову температуру внутрішнього повітря приймаємо tв=+18°С. Середню температуру найхолоднішої п’ятиденки із забезпеченістю 0,92 приймаємо рівною tн=−19°С. Будівля експлуатується в нормальному режимі, а за умовами вологості прийнято тип Б.

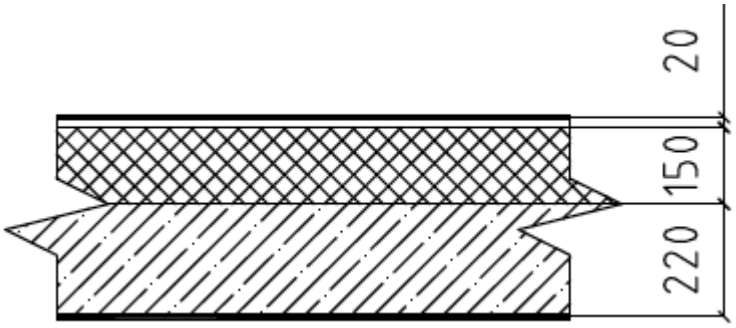



Рисунок 1.2 − Розрахункова схема покриття над горищем

Інші вихідні розрахункові параметри мають такі значення:

- αв=8,7 Вт/м²·°С;
- αн=12 Вт/м²·°С; n=1;
- Δtн=4,5°С.

У табличній формі (табл. 1.3) подано вихідні параметри для кожного шару огороджувальної конструкції, зокрема товщину, щільність, а також коефіцієнти теплопровідності й теплозасвоєння матеріалів, що входять до її складу.

Таблиця 1.3 − Підбір матеріалів горищного перекриття

| Матеріал | Товщина шару, δ, м | Щільність, кг/м$^3$ | Коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/м·°С | Коефіцієнт теплозасвоєння, s, Вт/м$^2$·°С |
|---|---|---|---|---|
| Вапняно-піщана | 0,02 | 1600 | 0,81 | 9,76 |
| Гравій керамзитови | 0,15 | 800 | 0,21 | 3,60 |
| Залізобетонна плита | 0,22 | 2500 | 2,04 | 16,95 |

Розрахунок теплової інерції огородження виконуємо за формулою (1.5).

$$D = \sum \left(\frac{\delta}{\gamma} s\right) = \frac{0,02}{0,81} 9,76 + \frac{0,15}{0,23} 3,6 + \frac{0,22}{2,04} 16,95 = 4,417$$

Оскільки значення знаходиться в межах 7>D>4, для визначення розрахункової середньої температури найхолоднішої п’ятиденної періоди приймаємо усереднене значення між температурою найхолоднішої доби із забезпеченістю 0,92 та середньою температурою найхолоднішої п’ятиденки при тому ж рівні забезпеченості. У результаті отримуємо:

$$t_н = \frac{-31 + (-26)}{2} = -28,5°С$$

Далі виконуємо розрахунок нормативного опору теплопередачі для прийнятого покриття відповідно до санітарно-гігієнічних вимог за рівнянням (1.4).

$$R_0^{тр} = \frac{n(t_в - t_н)}{\Delta t_n \propto_в^н} = \frac{1(20 + 28,5)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,239 \text{ м}^2 \cdot °С/Вт$$

Термічний опір конструкції покриття визначаємо за формулою (1.3), при цьому початково не враховуємо наявність шару утеплювача серед конструктивних елементів.

$$R_к = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{12} = 0,331 \text{ м}^2 \cdot °C/Вт$$

На основі отриманих результатів визначаємо необхідну товщину теплоізоляційного шару:

$\delta_в = (1,239 - 0,321) \cdot 0,23 = 0,918 \cdot 0,21 = 0,193$ м

У результаті розрахунку приймаємо товщину утеплювача

δв=0,2 м.

Після уточнення конструктивного складу повторно визначаємо теплову інерцію покриття з урахуванням утеплювального шару.

$$D = \sum \left(\frac{\delta}{\gamma} s\right) = \frac{0,02}{0,81} 9,76 + \frac{0,2}{0,21} 3,6 + \frac{0,22}{2,04} 16,95 = 5,49$$

Оскільки значення знову потрапляє в діапазон 7>D>4, остаточно приймаємо запроєктовану конструкцію покриття над горищем без подальших змін.

### 1.3.4 Розрахунок показника теплозасвоєння запроєктованої конструкції підлоги

Розглянемо конструктивне рішення підлоги, розрахункова схема якої наведена нижче (рис. 1.3).

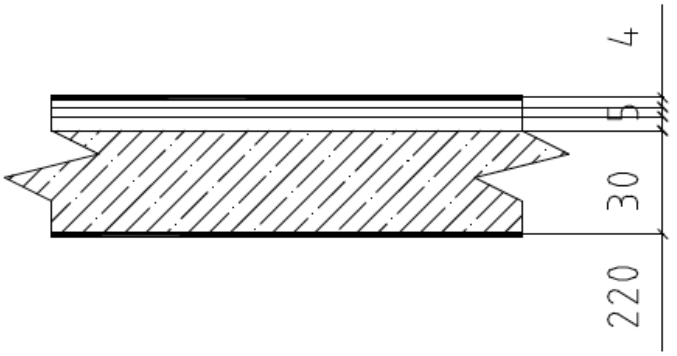



Рисунок 1.3 − Розрахункова схема підлоги

Основні фізико-технічні характеристики матеріалів, що використані в даній конструкції, наведені у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 — Характеристики матеріалів запроектованої підлоги

| Матеріал | Товщина шару, δ, м | Коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/м·°С | Коефіцієнт теплозасвоєння, s, Вт/м$^2$·°С | $R_n$, м·°С/Вт | $D_n$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Паркет | 0,004 | 0,38 | 8,56 | 0,011 | 0,090 |
| Плита ДВП | 0,005 | 0,16 | 4,43 | 0,031 | 0,138 |
| Цементно-піщана стяжка | 0,03 | 0,93 | 11,09 | 0,032 | 0,357 |
| Залізобетонна плита | 0,22 | 2,04 | 16,95 | 0,108 | 1,828 |

Показник теплозасвоєння підлоги визначається через інтенсивність теплового потоку, який передається від нагрівального елемента до поверхні покриття. Перевірка відповідності нормативним вимогам здійснюється за умовою:

$$Y_n < Y_n^H \tag{1.6}$$

Для кожного окремого шару конструкції визначається значення теплозасвоєння (1.7):

$$Y_n = \frac{2 \cdot R_n \cdot s_n^2 + s_{n+1}}{0.5 + R_n \cdot s_{n+1}} \tag{1.7}$$

Для першого шару конструкції підлоги значення теплової інерції становить D1>0,5.

Для двошарової системи отримуємо:

$D_1+D_2=0,090+0,138=0,228<0,5$

Аналогічно виконується розрахунок для тришарової конструкції:

$D_1 + D_2 + D_3 = 0,228 + 0,357 = 0,585 > 0,5$

Далі визначаємо показник теплозасвоєння підлоги для двошарової схеми:

$$Y_n = \frac{2 \cdot 0{,}331 \cdot 4{,}43^2 + 11{,}09}{0{,}5 + 0{,}331 \cdot 11{,}09} = 14{,}6 \ \text{м}^2 \cdot °\text{C}/\text{Вт}$$

За умови i=1 отримуємо:

Нормативне значення показника теплозасвоєння підлоги приймається

Ynн=14 Вт/м²·°С.

Порівняння показує, що

Yn=15,3 Вт/м²·°С перевищує нормативне значення

Ynн=14 Вт/м²·°С, отже початкове конструктивне рішення не відповідає вимогам.

У зв'язку з цим виконується заміна матеріалу стяжки на керамзитобетон, фізико-технічні характеристики якого наведені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 — Характеристики керамзитобетону

| Матеріал | Товщина шару, δ, м | Коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/м·°С | Коефіцієнт теплозасвоєння, s, Вт/м²·°С | $R_n$, м·°С/Вт | $D_n$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Керамзитобетон | 0,03 | 0,26 | 3,78 | 0,115 | 0,436 |

Після внесення змін розглядається оновлена тришарова конструкція підлоги, для якої визначається теплова інерція.

D1 + D2 + D3 = 0,228 + 0,436 = 0,664 > 0,5

Повторно виконується розрахунок показника теплозасвоєння для двошарової схеми.

$$Y_2 = \frac{2 \cdot 0{,}331 \cdot 4{,}43^2 + 3{,}78}{0{,}5 + 0{,}331 \cdot 3.78} = 8{,}096 \ \text{Вт}/\ \text{м}^2 \cdot °\text{C}$$

За умови i=1 отримуємо:

$$Y_1 = \frac{4 \cdot 0{,}010 \cdot 8{,}56^2 + 8{,}096}{1 + 0{,}010 \cdot 8{,}096} = 10{,}26 \ \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot °\text{C} < 14\text{Вт}/\ \text{м}^2 \cdot °\text{C}$$

У підсумку встановлено, що оновлена конструкція підлоги повністю відповідає чинним нормативним вимогам.

## 1.4 Рішення генерального плану забудови

Архітектурно-планувальна організація будівельного генерального плану розроблена з урахуванням функціонального призначення запроєктованого об’єкта. При формуванні планувальних рішень також враховано особливості складного рельєфу будівельної ділянки, а також забезпечено виконання вимог чинних санітарних норм і правил пожежної безпеки.

Генеральний план об’єкта наведено на кресленнях у масштабі 1 : 500.

Рельєф ділянки, відведеної під будівництво, характеризується відмітками в межах 221,1…221,7.

За результатами інженерно-геологічних досліджень встановлено, що рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 9,5…9,8 м від поверхні землі.

Ґрунтові умови майданчика були попередньо досліджені лабораторними та аналітичними методами, які підтвердили відсутність агресивного впливу ґрунтів на бетонні та залізобетонні конструкції збірного типу.

Проєктом передбачено організацію системи поверхневого водовідведення з використанням лотків, із подальшим скидом стічних вод у понижені ділянки природного рельєфу.

З метою дотримання санітарно-гігієнічних вимог на території будівельного майданчика передбачено комплекс заходів із благоустрою та озеленення. На вільних від забудови ділянках запроєктовано влаштування газонів, квітників, а також висадження листяних дерев і кущових насаджень.

Інженерні мережі (водопровід, каналізація, електропостачання, газопостачання та інші) передбачено прокладати в спільному інженерному каналі. Таке рішення забезпечує захист комунікацій від пошкоджень, а також значно спрощує їх подальше обслуговування в процесі експлуатації об’єкта.

# 2 РОЗРАХУНКОВА-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

## 2.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

ІГЕ–1 : ґрунтово-рослинний шар потужністю 0,9–1,0 м із щільністю ρ=1,5 г/см$^3$.

ІГЕ–2 : суглинок.

На першому етапі визначаємо розрахункове значення числа пластичності:

$$I_P = W_L - W_P = 0{,}285 - 0{,}205 = 0{,}08\ (8\%) \qquad (2.1)$$

Згідно з класифікацією, наведеною в таблиці Б12 [1], при значенні Ір=8% досліджуваний ґрунт належить до суглинків.

Після цього визначаємо коефіцієнт пористості ґрунту за відповідною залежністю:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho}(1 + \omega) - 1 = \frac{2{,}68}{1{,}44}(1 + 0{,}13) - 1 = 1{,}10 \qquad (2.2)$$

Далі обчислюємо щільність сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \omega} = \frac{1{,}44}{1 + 0{,}13} = 1{,}27\ \text{г/см}^3 \qquad (2.3)$$

Наступним кроком визначаємо коефіцієнт водонасичення суглинку:

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot \omega}{\rho_w \cdot e} = \frac{2{,}68 \cdot 0{,}13}{1 \cdot 1{,}1} = 0{,}32 \qquad (2.4)$$

Показник текучості для глинистого ґрунту розраховуємо за формулою:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_P} = \frac{0{,}13 - 0{,}205}{0{,}08} < 0 \qquad (2.5)$$

Відповідно до таблиці Б14 [1], якщо виконується умова $I_L<0$, ґрунт класифікується як твердий суглинок.

З урахуванням значення Sr=0,9 показник текучості матиме вигляд:

$$I_{LL} = \frac{\frac{0{,}9 \cdot e \cdot \gamma_w}{\gamma_s} - W_P}{I_P} = \frac{\frac{0{,}9 \cdot 1{,}1 \cdot 10}{26{,}8} - 0{,}205}{0{,}08} > 1. \qquad (2.6)$$

Разом з тим, відповідно до положень таблиці Б14 [1], за умови $I_{LL}>1$ ґрунт у водонасиченому стані відноситься до текучих суглинків.

Для визначення можливості виникнення просадочних деформацій виконуємо оцінку властивостей глинистого ґрунту за формулами (2.7) та (2.8):

$$e_L = \frac{\rho_s}{\rho_w \cdot W_L} = \frac{2{,}68}{1{,}0} \cdot 0{,}285 = 0{,}76 \qquad (2.7)$$

$$I_{SS} = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0{,}76 - 1{,}1}{1 + 1{,}1} = -0{,}16 \qquad (2.8)$$

Оскільки отримано $I_{SS}=-0{,}16<I_{SS}*=0{,}1$ (при Ip=8%), а також виконується умова Sr=0,32<0,8, можна припустити наявність просадочних властивостей. У зв'язку з цим для остаточного підтвердження необхідно провести додаткові компресійні випробування водонасичених зразків методом «двох кривих».

Результати випробувань, необхідні для побудови відповідної залежності, наведені в таблиці 2.1.

На підставі даних таблиці 2.1 побудовано графік відносної просадочності ґрунту ІГЕ–2 (рис. 2.1).

Аналіз наведених результатів показує, що початковий тиск просадочності становить: psl=0,050 МПа

Таблиця 2.1 − Відомості для побудови кривої при визначенні просадочності шару грунту ІГЕ-2

| Вертикальний тиск, МПа | Відносна просадочність |
|---|---|
| 0,05 | 0,010 |
| 0,10 | 0,038 |
| 0,20 | 0,067 |
| 0,30 | 0,092 |

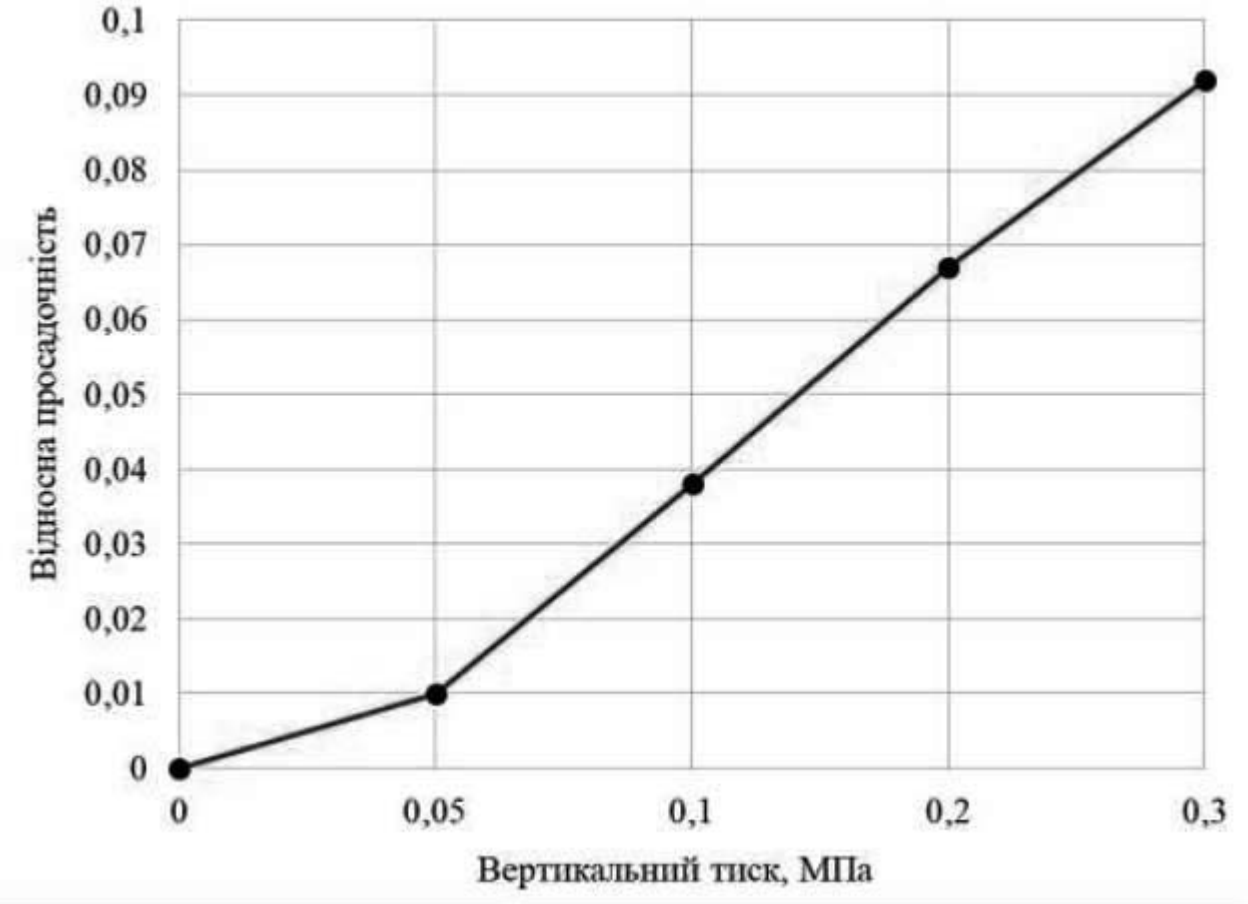



Рисунок 2.1 − Графік відносної просадочності досліджуваного шару ґрунту ІГЕ-2

За результатами проведених досліджень встановлено, що ґрунт даного шару є просадочним. Ознак наявності органічних домішок не виявлено. Дані щодо засоленості відсутні. До категорії мулуватих або набухаючих ґрунтів цей шар не належить.

Остаточна інженерно-геологічна характеристика шару: суглинок твердий, який у водонасиченому стані переходить у текучий, просадочний (psl=50 кПа).

ІГЕ–3 – суглинок:

На першому етапі визначаємо розрахункове значення числа пластичності:

$$I_P = W_L - W_P = 0{,}285 - 0{,}20 = 0{,}08\ (8\%)$$

Згідно з класифікацією, наведеною в таблиці Б12 [1], при значенні Ip=8% досліджуваний ґрунт належить до суглинків.

Після цього визначаємо коефіцієнт пористості ґрунту за відповідною залежністю:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho}(1 + \omega) - 1 = \frac{2{,}68}{1{,}59}(1 + 0{,}145) - 1 = 0{,}93$$

Далі обчислюємо щільність сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \omega} = \frac{1{,}59}{1 + 0{,}145} = 1{,}40\ \text{г/см}^3$$

Наступним кроком визначаємо коефіцієнт водонасичення суглинку:

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot \omega}{\rho_w \cdot e} = \frac{2{,}68 \cdot 0{,}145}{1 \cdot 0{,}93} = 0{,}42$$

Показник текучості для глинистого ґрунту розраховуємо за формулою:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_P} = \frac{0{,}145 - 0{,}205}{0{,}08} < 0$$

Відповідно до таблиці Б14 [1], якщо виконується умова $I_L$<0, ґрунт класифікується як твердий суглинок.

З урахуванням значення Sr=0,9 показник текучості матиме вигляд:

$$I_{LL} = \frac{\frac{0{,}9 \cdot e \cdot \gamma_w}{\gamma_s} - W_P}{I_P} = \frac{\frac{0{,}9 \cdot 1{,}1 \cdot 10}{26{,}8} - 0{,}205}{0{,}08} > 1.$$

Разом з тим, відповідно до положень таблиці Б14 [1], за умови $I_{LL}$>1 ґрунт у водонасиченому стані відноситься до текучих суглинків.

Для визначення можливості виникнення просадочних деформацій виконуємо оцінку властивостей глинистого ґрунту за формулами (2.7) та (2.8):

$$e_L = \frac{\rho_s}{\rho_w \cdot W_L} = \frac{2{,}68}{1{,}0} \cdot 0{,}285 = 0{,}76$$

$$I_{SS} = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0{,}76 - 0{,}93}{1 + 0{,}93} = -0{,}09$$

Оскільки отримано ISS=−0,09<ISS∗=0,1 (для Ip=8%), а також виконується умова Sr=0,42<0,8, існують підстави вважати цей шар потенційно просадочним. У такому випадку необхідно виконати додаткові компресійні випробування водонасичених зразків методом «двох кривих» для уточнення його деформаційних характеристик та підтвердження наявності просадочності.

Для побудови залежності просадочності сформуємо вихідні дані у вигляді таблиці 2.2, яку наведено нижче.

На основі результатів, поданих у таблиці 2.2, будуємо графік відносної просадочності ґрунту інженерно-геологічного елемента ІГЕ–3 (рис. 2.2).

З аналізу даних таблиці 2.2 встановлено, що початковий тиск просадочності становить: psl=0,100 МПа

Таблиця 2.2 − Відомості для побудови кривої при визначенні просадочності шару грунту ІГЕ-3

| Вертикальний тиск, МПа | Відносна просадочність |
|---|---|
| 0,05 | 0,010 |
| 0,10 | 0,038 |
| 0,20 | 0,067 |
| 0,30 | 0,092 |

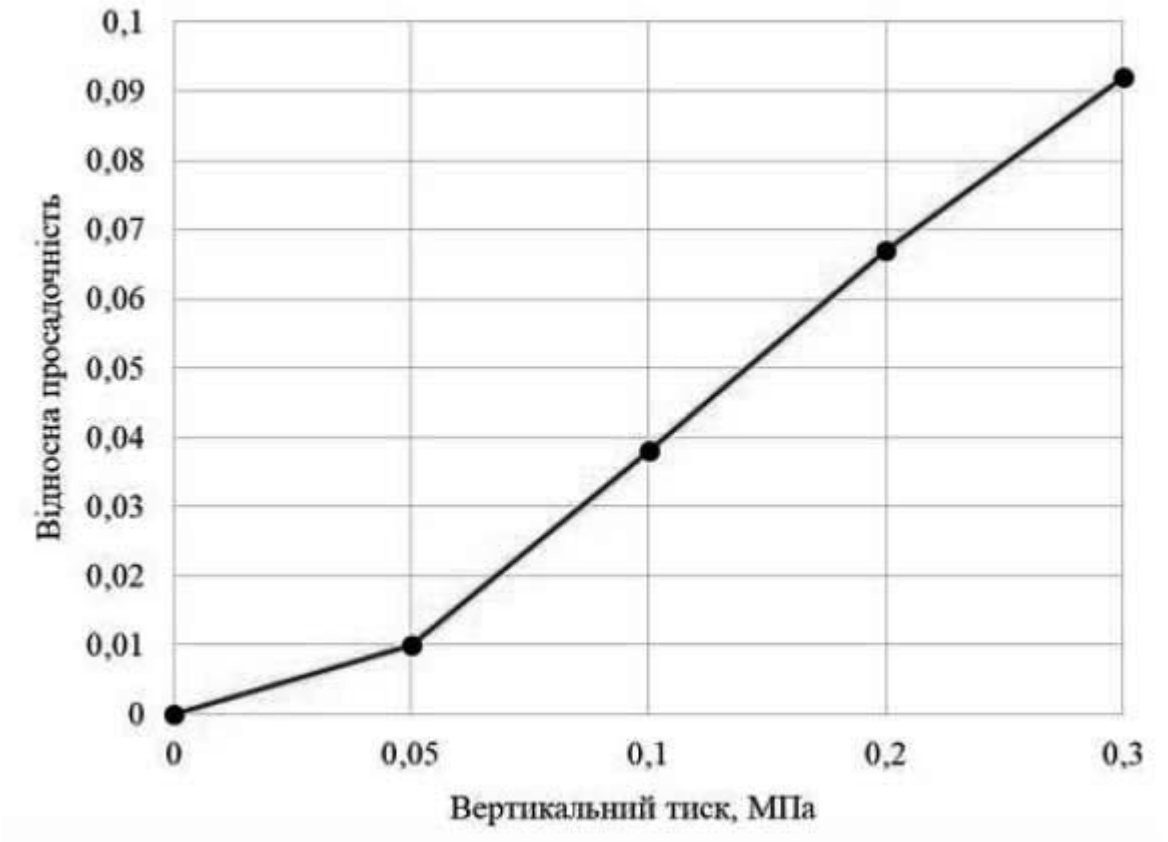



Рисунок 2.2 − Графік відносної просадочності досліджуваного шару ґрунту ІГЕ-3

За результатами виконаних досліджень можна зробити висновок, що розглянутий ґрунтовий шар характеризується просадочними властивостями. Органічні включення в його складі не виявлені. Інформація щодо засоленості ґрунту відсутня. До категорії мулуватих або набухаючих ґрунтів цей шар не належить.

Повна інженерно-геологічна характеристика ґрунту має такий вигляд: суглинок твердий, який при замочуванні переходить у текучий стан, просадочний (psl=100 кПа).

ІГЕ–4 — суглинок:

На першому етапі визначаємо розрахункове значення числа пластичності:

$$I_P = W_L - W_P = 0{,}34 - 0{,}23 = 0{,}11\ (11\%)$$

Згідно з класифікацією, наведеною в таблиці Б12 [1], при значенні Ip=8% досліджуваний ґрунт належить до суглинків.

Після цього визначаємо коефіцієнт пористості ґрунту за відповідною залежністю:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho}(1 + \omega) - 1 = \frac{2,68}{1,70}(1 + 0,165) - 1 = 0,84$$

Далі обчислюємо щільність сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \omega} = \frac{1,70}{1 + 0,165} = 1,50 \text{ г/см}^3$$

Наступним кроком визначаємо коефіцієнт водонасичення суглинку:

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot \omega}{\rho_w \cdot e} = \frac{2,68 \cdot 0,165}{1 \cdot 0,84} = 0,53$$

Показник текучості для глинистого ґрунту розраховуємо за формулою:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_P} = \frac{0,165 - 0,23}{0,11} < 0$$

Відповідно до таблиці Б14 [1], якщо виконується умова $I_L$<0, ґрунт класифікується як твердий суглинок.

З урахуванням значення Sr=0,9 показник текучості матиме вигляд:

$$I_{LL} = \frac{\frac{0,9 \cdot e \cdot \gamma_w}{\gamma_s} - W_P}{I_P} = \frac{\frac{0,9 \cdot 0,84 \cdot 10}{26,8} - 0,23}{0,11} = 0,47$$

Разом з тим, відповідно до положень таблиці Б14 [1], за умови $I_{LL}$=0,47 ґрунт як суглинок тугопластичний.

Для визначення можливості виникнення просадочних деформацій виконуємо оцінку властивостей глинистого ґрунту за формулами (2.7) та (2.8):

$$e_L = \frac{\rho_s}{\rho_w \cdot W_L} = \frac{2,68}{1,0} \cdot 0,285 = 0,91$$

$$I_{SS} = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0,76 - 0,93}{1 + 0,93} = 0,04$$

Оскільки отримано значення ISS=0,04<ISS∗=0,1 (при Ip=11%), а також виконується умова Sr=0,53<0,8, існують підстави вважати даний ґрунт потенційно просадочним. У зв'язку з цим для остаточного підтвердження його властивостей необхідно провести додаткові компресійні випробування водонасичених зразків методом «двох кривих».

Вихідні дані, необхідні для побудови кривої просадочності, систематизовано у таблиці 2.3, яка наведена нижче.

Таблиця 2.3 − Відомості для побудови кривої при визначенні просадочності шару ґрунту ІГЕ-4

| Вертикальний тиск, МПа | Відносна просадочність |
|---|---|
| 0,05 | 0,003 |
| 0,10 | 0,008 |
| 0,20 | 0,012 |
| 0,30 | 0,015 |

На підставі результатів, наведених у таблиці 2.3, будуємо графік відносної просадочності для ґрунтового шару ІГЕ–4 (рис. 2.3).

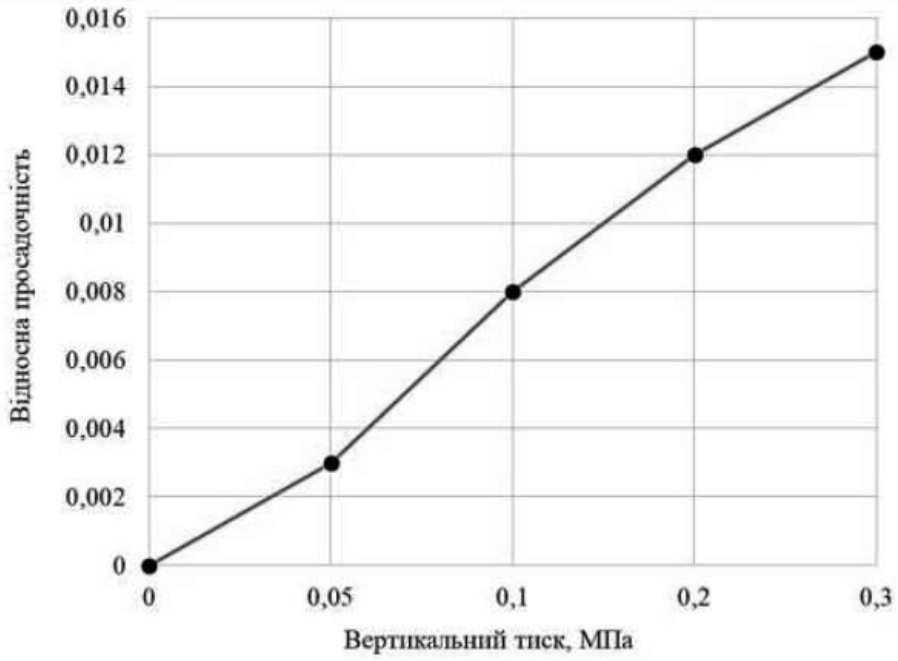



Рисунок 2.3 − Графік відносної просадочності досліджуваного шару ґрунту ІГЕ-4

Аналіз даних таблиці 2.3 показує, що початковий тиск просадочності для даного шару становить: psl=0,150 МПа

За результатами проведеного аналізу встановлено, що досліджуваний ґрунт належить до просадочних. Органічні домішки в його складі відсутні. Даних про засоленість ґрунту не виявлено. Також цей шар не відноситься до мулуватих або набухаючих ґрунтів.

Повна характеристика шару має такий вигляд: суглинок твердий, який при замочуванні переходить у тугопластичний стан, просадочний (psl=150 кПа).

ІГЕ–5 — супісок. Для даного шару визначаємо число пластичності за відповідною формулою:

На першому етапі визначаємо розрахункове значення числа пластичності:

$$I_P = W_L - W_P = 0{,}34 - 0{,}23 = 0{,}11\ (11\%)$$

Згідно з класифікацією, наведеною в таблиці Б12 [1], при значенні Ip=6% досліджуваний ґрунт належить до супісків.

Після цього визначаємо коефіцієнт пористості ґрунту за відповідною залежністю:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho}(1 + \omega) - 1 = \frac{2{,}68}{1{,}70}(1 + 0{,}165) - 1 = 0{,}68$$

Далі обчислюємо щільність сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \omega} = \frac{1{,}70}{1 + 0{,}165} = 1{,}58\ г/см^3$$

Наступним кроком визначаємо коефіцієнт водонасичення суглинку:

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot \omega}{\rho_w \cdot e} = \frac{2{,}68 \cdot 0{,}165}{1 \cdot 0{,}84} = 0{,}67$$

Показник текучості для глинистого ґрунту розраховуємо за формулою:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_P} = \frac{0{,}165 - 0{,}23}{0{,}11} < 0$$

Відповідно до таблиці Б14 [1], якщо виконується умова $I_L$<0, ґрунт класифікується як твердий супісок.

З урахуванням значення Sr=0,9 показник текучості матиме вигляд:

$$I_{LL} = \frac{\frac{0{,}9 \cdot e \cdot \gamma_w}{\gamma_s} - W_P}{I_P} = \frac{\frac{0{,}9 \cdot 0{,}68 \cdot 10}{26{,}8} - 0{,}255}{0{,}06} = 0{,}58$$

Разом з тим, відповідно до положень таблиці Б14 [1], за умови $I_{LL}$=0,47 ґрунт як суглинок тугопластичний.

Для визначення можливості виникнення просадочних деформацій виконуємо оцінку властивостей глинистого ґрунту за формулами (2.7) та (2.8):

$$e_L = \frac{\rho_s}{\rho_w \cdot W_L} = \frac{2{,}68}{1{,}0} \cdot 0{,}285 = 0{,}682$$

$$I_{SS} = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0{,}76 - 0{,}93}{1 + 0{,}93} = 0{,}001$$

Відповідно до таблиці Б14 [1], при значеннях показника текучості, менших за нормативну межу, ґрунт класифікується як твердий супісок.

Оскільки отримано ISS=0,001<ISS∗=0,1 (при Ip=6%), а також виконується умова Sr=0,67<0,8, даний ґрунтовий шар може проявляти просадочні властивості.

За результатами аналізу встановлено, що шар не містить органічних включень. Відомості щодо засоленості відсутні. До набухаючих або мулуватих ґрунтів він не належить.

Повна інженерно-геологічна назва ґрунту: супісок твердий, у водонасиченому стані пластичний.

ІГЕ–6 — суглинок.

На першому етапі визначаємо розрахункове значення числа пластичності:

$$I_P = W_L - W_P = 0{,}34 - 0{,}23 = 0{,}1\ (10\%)$$

Згідно з класифікацією, наведеною в таблиці Б12 [1], при значенні Ip=10% досліджуваний ґрунт належить до суглинків.

Після цього визначаємо коефіцієнт пористості ґрунту за відповідною залежністю:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho}(1 + \omega) - 1 = \frac{2{,}68}{1{,}70}(1 + 0{,}165) - 1 = 0{,}72$$

Далі обчислюємо щільність сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \omega} = \frac{1{,}70}{1 + 0{,}165} = 1{,}56\ г/см^3$$

Наступним кроком визначаємо коефіцієнт водонасичення суглинку:

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot \omega}{\rho_w \cdot e} = \frac{2{,}68 \cdot 0{,}165}{1 \cdot 0{,}84} = 0{,}93$$

Показник текучості для глинистого ґрунту розраховуємо за формулою:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_P} = \frac{0{,}165 - 0{,}23}{0{,}11} = 0{,}2$$

Відповідно до таблиці Б14 [1], якщо виконується умова $I_L$-0,2, ґрунт класифікується як суглинок напівтвердий.

Проведений аналіз показав відсутність органічних домішок у складі ґрунту. Інформація щодо засоленості не наведена. До категорії набухаючих або мулуватих ґрунтів він не належить.

Повна інженерно-геологічна характеристика шару: суглинок напівтвердий.

Для оцінювання можливості просідання ґрунтової товщі під впливом власної ваги виконаємо відповідні розрахунки. Спочатку визначимо значення щільності ґрунту як у природному, так і у водонасиченому стані за такими залежностями:

для ґрунту в природному стані:

$$\gamma = \rho \cdot g; \tag{2.9}$$

для ґрунту після замочування при коефіцієнті водонасичення Sr=0,9:

$$\gamma_{eq} = (1 + \frac{0,9 \cdot e \cdot \rho_w}{\rho_s}) \cdot g \cdot \rho_d \tag{2.10}$$

Після цього визначаємо тиск на рівні підошви фундаменту для кожного з виділених інженерно-геологічних елементів. Розрахунок виконуємо за такими формулами:

тиск від власної ваги ґрунту природної вологості:

$$\sigma_{zg} = \gamma \cdot h; \tag{2.11}$$

тиск від власної ваги водонасиченого ґрунту:

$$\sigma_{zg.eq} = \gamma_{eq} \cdot h. \tag{2.12}$$

Основні характеристики розрахункових ґрунтових шарів наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 − Характеристики досліджуваних шарів грунту

| № | Ґрунт | Питома вага ґрунту, кН/м$^3$ | | Тиск на рівні підошви шару ґрунту, кПа | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | природного | замоклого | природного | замоклого |
| 1 | Ґрунтово-рослинний шар | 15 | 17 | 12,8 | 13,6 |
| 2 | Суглинок | 14,4 | 17,4 | 47,2 | 53,3 |
| 3 | Суглинок | 15,9 | 18,4 | 59,9 | 68 |
| 4 | Суглинок | 17 | 19,2 | 87,1 | 98,7 |

Аналіз результатів, представлених у таблиці 2.4, свідчить про те, що виникнення просідання лесової товщі після замочування можливе лише в межах шарів ІГЕ–3 та ІГЕ–4.

Необхідно врахувати, що в межах ІГЕ–3 просідання від власної ваги водонасиченого лесового ґрунту починається лише з тієї глибини, де виконується умова: Pzg=Psl=0,05 МПа

Відповідне значення досягається на глибині 2,9 м від поверхні землі. Таким чином, зона можливого просідання в цьому шарі поширюється на товщу ґрунту потужністю: 3,1−2,9=0,2 м

При цьому середній тиск від власної ваги водонасиченого ґрунту становить: (50+53,3)/2=52 кПа а значення відносної просадочності дорівнює 0,015.

Для шару ІГЕ–4 середній тиск від власної ваги замоченого ґрунту визначається як: (68+53,3)/2=60,7 кПа а величина відносної просадочності становить 0,02.

Загальне значення просідання лесової товщі після зволоження визначаємо:

$S_{Sl.g}$=20·0,015·1,0+80 ·0,02 ·1,0=1,9 см < 5см

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що інженерно-геологічні умови ділянки належать до I типу за просадочністю ґрунтів.

## 2.2 Збір навантажень

Визначення навантажень, які передаються на основу через фундамент, виконується відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006.

Початковим етапом розрахунку є встановлення вантажних площ для прийнятих розрахункових перерізів будівлі:

по осі 6:

$$F_{I-I} = \frac{1 \cdot 6,44}{2} = 3,22 \text{ м}^2 \quad (2.13)$$

по осі 1:

$$F_{II-II} = \frac{1 \cdot 3,7}{2} = 1,86 \text{ м}^2 \quad (2.14)$$

Для систематизації вихідних даних щодо маси конструкцій покриття та міжповерхових перекриттів формуємо таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 − Відомості ваги покриття та перекриттів

| Назва шару конструкції | Вага шару, кН |
|---|---|
| Вага 1 м$^2$ покриття: | |
| Гідроізоляція | 0,04 |
| Асфальтова стяжка | 0,44 |
| Гравій керамзитовий | 2,7 |
| Плита покриття | 2,5 |
| Всього: | 5,68 |
| Вага 1 м$^2$ горищного перекриття: | |
| Вапняно-піщана стяжка | 0,32 |
| Гравій керамзитовий | 2,7 |
| Пароізоляція | 0,02 |
| Плита перекриття | 2,5 |
| Всього: | 5,54 |
| Вага 1 м$^2$ міжповерхового перекриття: | |
| Паркет | 0,16 |
| Вапняно-піщана стяжка | 0,32 |
| Плита перекриття | 2,5 |
| Всього: | 2,88 |

На підставі відомостей, наведених у таблиці 2.5, виконуємо збір постійних і тимчасових навантажень та оформлюємо результати у вигляді таблиці 2.6.

### 2.3 Визначення глибини закладання фундаментів

Відповідно до вимог п. 7.5.1 ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти будівель і споруд», глибина закладання фундаментів встановлюється з урахуванням комплексу факторів, серед яких:

− конструктивна схема та функціональне призначення будівлі;

Таблиця 2.6 − Збір навантажень

| Навантаження: | Переріз | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I-I | | II-II | |
| | норм | розрах | норм | розр |
| Покриття | 5,68 · 3,22 = 18,3 | 21,96 | 5,68 · 1,86 = 10,6 | 12,72 |
| Горищне перекриття | 5,54 · 3,22 = 17,8 | 21,36 | 5,54 · 1,86 = 10,3 | 12,36 |
| Міжповерхове перекриття | 2,88 · 3,22 · 9 = 3,5 | 100,15 | 2,88 · 1,86 · 9 = 48,2 | 453,07 |
| Стіна | 0,38 · 30,4 · 18 = 207,94 | 249,52 | 0,69 · 30,4 · 18 = = 377,56 | 1,82 |
| Тимчасове навантаження: | | | | |
| Корисне | 2 · 3,22 · 9 = 57,96 | 69,55 | 2 · 1,86 · 9 = 33,48 | 40,18 |
| Снігове | 0,7 · 3,22 = 2,25 | 3,15 | 0,7 · 1,86 = 1,3 | 1,82 |
| **Всього, кН** | **387,75** | **465,69** | **481,44** | **578,0** |

− величина навантажень і впливів, що передаються на фундамент;

− наявність існуючих будівель і споруд поблизу майданчика будівництва, глибина їх фундаментів та розташування інженерних мереж;

− особливості рельєфу території;

− інженерно-геологічні та гідрогеологічні характеристики майданчика;

− нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту для району будівництва.

Для визначення проєктної відмітки підошви фундаменту виконується висотна прив’язка будівлі до топографічної основи ділянки.

За результатами прив’язки встановлено, що проєктна відмітка ±0,000 відповідає абсолютній позначці 224,85 м. Відмітка підошви фундаменту прийнята на рівні 221,35 м. Таким чином, розрахункова глибина закладання фундаментів становить 3,5 м.

## 2.4 Фундамент на забивних призматичних палях

На підставі результатів аналізу інженерно-геологічних умов, наведених у п. 2.1, як несучий шар для пальового фундаменту прийнято ґрунт ІГЕ–6 — напівтвердий суглинок. Для проєктування обрано забивну залізобетонну палю марки С 9-30, нижній кінець якої розташовується на абсолютній відмітці 212,65 м (відносна відмітка –12,400 м).

Ростверк приймається висотою 0,4 м, при цьому його підошва знаходиться на відмітці –3,500 м, що відповідає абсолютній позначці 221,35 м. Оскільки пальовий фундамент сприймає виключно вертикальні центрально прикладені навантаження, закріплення паль приймається шарнірним. Для цього верхня частина палі заводиться в тіло ростверку на глибину 0,1 м. За таких умов розрахункова довжина палі, що працює в ґрунті, становить: lр=8,9 м

Розрахункову схему палі наведено на рис. 2.4.

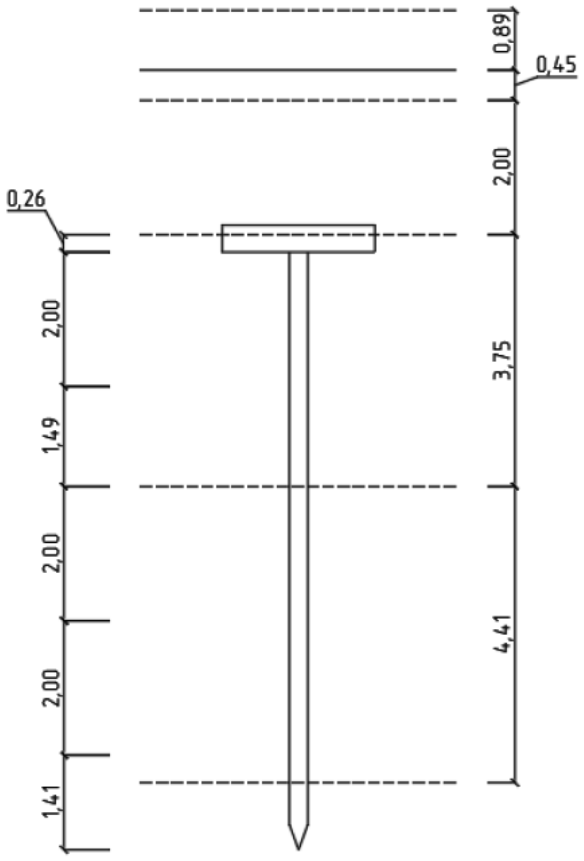



Рисунок 2.4 − Розрахункова схема закладання палі

Несучу здатність прийнятої висячої палі визначаємо відповідно до вимог чинних нормативних документів за формулою:

$$F_d = \gamma_C \left( \gamma_{CR} \cdot R \cdot A + u \sum \gamma_{Cf} \cdot f_i \cdot h_i \right) \quad (2.15)$$

$$F_d = 1(1 \cdot 3500 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 383,44) = 315 + 460,13 = 775,13 \ кПа$$

Далі обчислюємо навантаження, яке передається на одну палю:

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{775,13}{1,4} = 553,66, \quad (2.16)$$

Розрахунок виконується за першою групою граничних станів. Для цього попередньо перевіряємо виконання умови: $P_ф$<N

$$l_w = \frac{N}{1,2N_I + 0,1N_I} = \frac{553,66}{521,5 + 52,14} = 0,96м \quad (2.17)$$

Після цього приймаємо розрахункову довжину палі рівною 1 м та виконуємо повторну перевірку фактичного навантаження, що діє на палю.

$$P_ф = 1,2N_I + G_{фгр} l_w < N \quad (2.18)$$

$$G_{фгр} = 0,4 \cdot 2,7 \cdot 24 \cdot 1 = 25,92 \quad (2.19)$$

$$P_ф = 521,5 + 25,92 \cdot 1 = 547,42 \quad (2.20)$$

Наступним етапом визначаємо осідання пальового фундаменту. Розрахунок проводимо за залежністю:

$$a = h \cdot tg \frac{\phi_{mt}}{4} = 0,2 \quad (2.21)$$

Для подальших обчислень визначаємо значення кута:

$$\phi_{mt} = \overline{\phi}_{II} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \phi_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^{n} h_i} = 31 \qquad (2.22)$$

Далі встановлюємо геометричні параметри умовного фундаменту на рівні вістря паль:

$$b_y = 0,6 + 2a = 1м \qquad (2.23)$$

Після цього визначаємо вагу умовного фундаменту:

$$G = b_y \cdot l_y \cdot d \cdot \gamma_0 = 1 \cdot 1 \cdot 2,8 \cdot 20 = 56кН. \qquad (2.24)$$

Середній тиск по підошві умовного фундаменту розраховуємо за виразом:

$$P = \frac{F_V^H + G}{l_y \cdot b_y} = \frac{553,66 + 56}{1} = 610кПа \qquad (2.25)$$

У результаті отримуємо:

$$R_{pr} = \frac{1,25 \cdot 1,0}{1} \cdot \left[1,24 \cdot 1,6 \cdot 20,3 \cdot 1 + 5,95 \cdot 9,7 \cdot 18,2 + 3 \cdot 8,24\right] = 1400кПа$$

$$R_{pr} = 1400кПа > p = 610кПа$$

Таким чином, попередня перевірка підтверджує виконання умови, необхідної для подальшого розрахунку основи за деформаціями.

Подальше визначення осідання виконуємо методом Розенфельда. Відповідно до рекомендацій нормативних документів осідання умовного фундаменту визначається за формулою:

$$S = 1,44 \cdot \frac{\eta}{\eta + 1} \cdot \frac{p - \sigma_{Zg,0}}{E_m} \cdot b \quad (2.26)$$

Використовуючи дані таблиці Д.2 додатка Д [3], встановлюємо, що при співвідношенні η/b>10 коефіцієнт приймається рівним: k=6,0

Тоді висота стисливої товщі під підошвою умовного фундаменту становить: Hc=kby=6·1=6 м

Середньозважений модуль загальної деформації основи приймаємо: Em=14 МПа

Природний тиск на рівні підошви умовного фундаменту визначаємо як:

σzgII=γ′·d=176 кПа

Після підстановки всіх необхідних параметрів у формулу (2.60) отримуємо значення осідання умовного фундаменту:

$$S = 1,44 \cdot \frac{P - \sigma_{Zg,0}}{E_{Cp,в}} \cdot b_y = 1,44 \cdot \frac{610 - 176}{14 \cdot 10^3} \cdot 1 = 45 \cdot 10^{-3} м \approx 4,5 см \quad (2.27)$$

За результатами проведеного розрахунку осідання фундаменту становить: S=4,5 см. Відповідно до вимог чинних нормативних документів допустиме значення осідання для даного типу споруди складає: Su=12 см

Отже, розрахункове осідання є суттєво меншим за гранично допустиме, що свідчить про відповідність прийнятого пальового фундаменту вимогам щодо деформаційної надійності та забезпечує його нормальну експлуатацію впродовж усього розрахункового строку служби будівлі.

# 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## 3.1 Загальна характеристика об’єкта будівництва та його конструктивних елементів

У межах виконання кваліфікаційної роботи як об’єкт проєктування прийнято житловий будинок, що складається з двох функціонально об’єднаних секцій. Зовнішні та внутрішні стіни запроєктовано з керамічної цегли. Товщина зовнішніх огороджувальних конструкцій становить 640 мм, внутрішніх несучих та перегородок — 380 мм.

У зовнішніх стінах передбачено влаштування віконних прорізів розміром 1320 × 1600 мм, а також дверних отворів відповідно до функціонального призначення приміщень. Внутрішні стіни містять прорізи під монтаж дверей, що забезпечує зручну вертикальну та горизонтальну комунікацію між приміщеннями різного типу.

Висота кожного з трьох поверхів прийнята на рівні 3000 мм, що відповідає нормативним вимогам та функціональній доцільності будівлі.

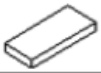
Міжповерхові перекриття запроєктовано із застосуванням залізобетонних плит перекриття VI категорії міцності. Залежно від габаритів елементи мають три типорозміри:

- 1,5 × 6 × 0,22 м масою 1,6 т;
- 1,5 × 5,4 × 0,22 м масою 1,4 т;
- 1,5 × 2,4 × 0,22 м масою 0,8 т.

У внутрішньому просторі будівлі також передбачено монтаж сходових конструкцій, які складаються зі сходових площадок масою 1,5 т та маршів масою 1,8 т. Таке рішення забезпечує безперервне вертикальне переміщення як будівельників на етапі зведення, так і майбутніх користувачів об’єкта після введення його в експлуатацію.

## 3.2 Структура комплексного процесу й обсяг робіт

Таблиця 3.1 − Відомість збірних монтажних конструкцій, призначених для влаштування міжповерхових перекриттів і сходових елементів

| Назва елементів | Марка | Ескіз | Кількість, шт | Маса елементів, тн. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | одного | усіх |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПП-1 | ПК 60.15-VI |  | 36 | 1,6 | |
| ПП-2 | ПК 54.15-VI |  | 84 | 1,4 | |
| ПП-3 | ПК 24.15-VI |  | 78 | 0,8 | |
| Сх. площ. СП-1 | ЛП 28-19 |  | 6 | 1,5 | 9 |
| Сх. марш СМ-1 | ЛМ 33-14 | | 6 | 1,8 | 10,8 |

Таблиця 3.2 − Обсяг кладки цегляної

| Вид стін | Довж. стін, м | Вис. стін, м | Запис підрахунку площі стін | Площа прорізів, м² | | Площа стін без площі рорізів, м² | Товщ. стін | Обсяг кладки, м³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Зовнішні | 199,92 | 3 | 599,76 | 114,8 | 0 | 484,96 | 0,64 | 310,37 |
| Внутрішні | 223,2 | 3 | 669,6 | 0 | 105,3 | 564,3 | 0,38 | 214,4 |
| Перегородки | 158,4 | 3 | 475,2 | 0 | 28,9 | 446,3 | 0,12 | 53,56 |
| | | | | | | | Σ | 578,33 |

Таблиця 3.3 − Відомість обсягів робіт

| Назва процесу | Одиниця виміру | Запис підрахунку | Обсяг робіт |
|---|---|---|---|
| Подача цегли | 1000 шт | $\frac{578,33 \cdot 380}{1000}$ | 219,76 |
| Подача розчину | $м^3$ | $0,25 \cdot 578,33$ | 144,58 |
| Кладка зовнішніх стін | $м^3$ | $484,96 \cdot 0,64$ | 310,37 |
| Кладка внутрішніх стін | $м^3$ | $564,3 \cdot 0,38$ | 214,4 |
| Укладання брускових пер. | 1 проріз | Див. робочі креслення | 105 |
| Встановлення, перестано-влення помостів на готових конвертах | 10 $м^3$ | $\delta = 640$ мм | 31,04 |
| | | $\delta = 380$ мм | 21,4 |
| Заливання швів перекриття механізованим спосібом | 100 м | $\frac{640}{100}$ | 6,4 |
| Приймання розчину | $м^3$ | $0,1 \cdot 0,05 \cdot 640 + 144,58$ | 144,58 |
| Укладання збірних елементів перекриття | шт | 198 | 198 |
| Влаштування перегородок | $м^3$ | $446,3 \cdot 0,12$ | 53,56 |
| Установка сходових площадок і маршів | шт | 6 + 6 | 12 |
| Електрозварювання стиків сходових площадок і маршів | 1 шов – 10 м (1 марш – 0,7 м) | $\frac{6 \cdot 0,7}{10}$ | 0,42 |
| Антикорозійне покриття зварних з'єднань | 10 стиків | $\frac{6 \cdot 6}{10}$ | 3,6 |

## 3.3 Вибір організаційно-технологічної схеми виконання цегляної кладки

Для зведення будівлі прийнято потокову організацію будівельного процесу з розподілом робіт по поверхах та поділом будівлі на захватки, що забезпечує ритмічність і безперервність виконання кладочних робіт.

### 3.3.1 Вибір вантажозахоплювальних пристроїв

Для підбору вантажозахоплювальних засобів виконуємо розрахунок основних параметрів монтажного процесу. Схему розташування крана відносно будівлі наведено на рис. 3.1.

Таблиця 3.4 − Технічні характеристики пристроїв

| Призначення | Назва | Вантажо-підйомність | Власна маса, т | Розрах. висота, м | Посилання на джерело |
|---|---|---|---|---|---|
| Для укладання цегли в пакети /200шт/ | Піддон | 0,75 | 0,022 | 0,12 | Методичні вказівки до виконання курсового проекту “Технологічна карта на комплексний процес цегляної кладки стін” |
| Для підйому одного пакета цегли | Підхоплювач | 1,0 | 0,023 | 2,2 | |
| Для розчину місткістю 0,2 м$^3$ | Інвентарний ящик контейнер | - | 0,050 | 0,35 | |
| Для підйому з/б виробів та інших вантажів | Строп чотиривітковий | 3 | 0,090 | 4,2 | |

Далі визначаються ключові розрахункові характеристики:

- маса елементів, що піднімаються m=1,69 т
- висота підйому гака H=21,5 м

– необхідний робочий виліт стріли крана L=32 м

Оскільки весь комплекс матеріалів та конструкцій планується монтувати одним краном, остаточний вибір здійснюється за максимальними значеннями отриманих параметрів.

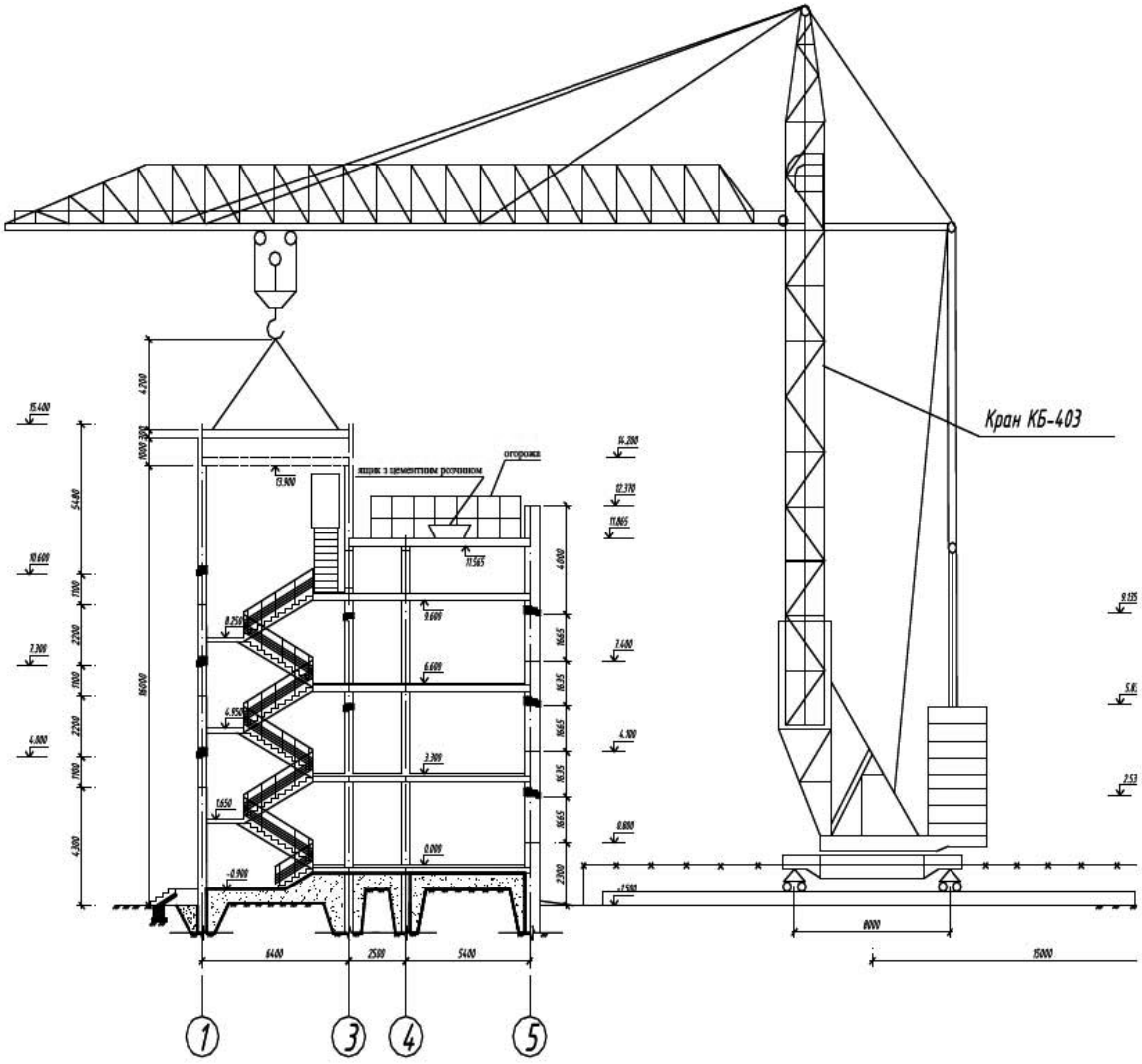


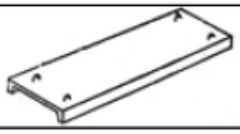

Рисунок 3.1 – Схема розташування баштового крана

У відповідності до розрахункових параметрів обираємо баштовий кран КБ-403. Відповідно, саме цей варіант приймається як оптимальний для подальшого використання.

## 3.4 Технологічна карта монтажу плит перекриття

Основні характеристики плит перекриття, що застосовуються у проєкті, наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 − Специфікація плит покриття

| Назва елемента | Марка | Ескіз | Кількість, шт | Маса елементів, т | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | одного | усіх |
| Плита покриття | П-1 |  | 115 | 1,69 | 194,35 |
| | | | | Σ | 194,35 |

### 3.4.1 Склад процесу монтажу та обсяг виконуваних робіт

Перелік технологічних операцій для монтажу плит перекриття прийнято відповідно до вимог. Обсяги робіт визначаються розрахунковим шляхом для кожного процесу окремо.

Отримані результати розрахунків систематизовано у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 − Відомість обсягів робіт

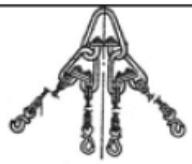
| Назва процесу | Од. вим. | Вираз для обчислення | Обсяг робіт |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Розвантаження плит | т | За проектом | 194,35 |
| Монтаж плит покриття | шт | За проектом | 115 |
| Електрозвар. закладних деталей | 10 м шва | 0,4·115 | 4,48 |
| Антикор. покриття звар. з'єднань | 10 стиків | 14·2+115·3 | 35 |
| Заливання швів плит покриття | 100 м | (B·16+L·n)/100 | 10,1 |
| Прийм. розчину з автосамоскида | 100 м$^3$ | 10,1·0,2·0,1 | 0,202 |

### 3.4.2 Підбір вантажозахоплювальних пристроїв і монтажних кранів

Відомість вантажозахоплювальних пристроїв, які використовуються під час монтажу плит перекриття, оформлюється у вигляді таблиці 3.7 із зазначенням основних технічних характеристик.

Приймаємо, що в процесі монтажу самохідний стріловий кран встановлюється у центральній частині прольотів будівлі, що забезпечує оптимальне охоплення робочої зони.

Таблиця 3.7 − Відомість вантажозахоплювальних пристроїв

| Призначення | Назва | Принципова схема | Вантажопід., т | Власна маса, т | Розрах. висота над констр., м |
|---|---|---|---|---|---|
| Підіймання плит | строп чотирьох-вітковий |  | 5 | 0,044 | 4,5 |

За таких умов основні монтажні параметри крана визначаються наступним чином:

1) Монтажна маса елементів, яка розраховується за формулою:

$$m_e = m_в + \sum m_з \tag{4.1}$$

$$m_e^{пл} = 1,69 + 0,044 = 1,734\, m$$

2) Монтажну висоту підйому гака крана визначають розрахунковим шляхом за відповідним аналітичним виразом:

$$H_к^{ПТ} = h_o + h_з + h_в + h_c, \tag{4.2}$$

3) Аналітичне визначення довжини стріли монтажного крана виконується за формулою (4.3):

$$l^{ПТ} = \sqrt{(H_к^{ПТ} + h_п - h_ш)^2 + (L - c)^2} \quad (4.3)$$

У свою чергу, виліт гака крана під час монтажу плит покриття визначається геометрично, на основі схеми монтажу та подібності трикутників:

$$\frac{b/2 + a}{L - c} = \frac{h_п + h_c}{H_k^{ПТ(пл)} + h_п - h_ш} \quad (4.4)$$

На основі наведених геометричних залежностей отримуємо:

$$L^{ПТ(пл)} = \frac{(b/2 + a)(H_k^{ПТ(пл)} + h_п - h_ш)}{h_п + h_ш} + c \quad (4.5)$$

У формулах (4.4) та (4.5) прийнято такі позначення: b — крок колон каркаса будівлі; a — мінімальна безпечна горизонтальна відстань від найближчої колони до місця встановлення крана.

Додатково слід зазначити, що для забезпечення потокової організації монтажного процесу будівлю умовно поділено на три монтажні захватки, що відображено у графічній частині проєкту.

### 3.4.3 Організація та технологія виконання робіт

Транспортування збірних конструкцій.

Плити перекриття, що використовуються у проєкті, належать до збірних залізобетонних елементів. Їх доставку на будівельний майданчик виконують автотранспортом — вантажними автомобілями або автопоїздами з напівпричепами.

Під час транспортування елементи каркаса рекомендується розташовувати максимально наближено до їхнього проєктного положення. Для запобігання пошкодженням застосовують дерев’яні прокладки. У випадку багатоярусного

перевезення обов’язково встановлюють розділювальні елементи в зонах потенційного контакту монтажних петель та підйомних пристроїв.

Між бічними поверхнями конструкцій і бортами транспортного засобу необхідно витримувати зазор не менше 50 мм.

Вхідний контроль збірних елементів.

Після доставки на будівельний майданчик здійснюється приймальний контроль конструкцій. Перевіряють наявність супровідної документації (паспортів), відповідність геометричних розмірів проєктним, правильність розташування закладних елементів і монтажних петель, а також загальний стан поверхонь та відсутність дефектів.

Таблиця 3.8 − Контроль рівня якості

| Назва процесу | Предмет контролю | Спосіб та інструмент контролю | Періодичність контролю | Відповід. за контроль |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Приймання плит | Документація, відповідність габаритів, дефекти | Візуально, метр складний | До початку монтажу | майстер |
| Підготовка плит до монтажу | Очистка від бруду та іржі, наявність контрольних рисок | Візуально | До початку монтажу | майстер |
| Підготовка місць установки плит | Очистка від бруду та іржі | Візуально | До початку монтажу | майстер |
| Монтаж плит покриття | Послідовність монтажу, установка елементів в проектне положення | Візуально | В процесі монтажу | майстер |
| Замоноличування стиків між плитами | Відповідність заробки швів проекту | Візуально | В процесі монтажу | майстер, геодезист |
| Монтаж плит покриття | Надійність стропування, відповідність позначок пректу | Візуально, метр складний, нівелір | В процесі монтажу | виконроб |

Складування та зберігання: приоб’єктний склад, призначений для зберігання збірних залізобетонних конструкцій, необхідно проєктувати з урахуванням вимог безпеки праці, зручності виконання монтажних робіт та забезпечення належних умов зберігання матеріалів. Територія складу повинна мати спланована поверхню з ухилами, що забезпечують ефективне відведення атмосферних та поверхневих вод, запобігаючи їх накопиченню та можливому погіршенню стану конструкцій.

Розташування збірних елементів на складі виконується відповідно до технологічної послідовності монтажу, що дозволяє мінімізувати внутрішньомайданчикові переміщення та скоротити тривалість монтажних операцій. Крім того, місця складування повинні знаходитись у межах робочої зони монтажного крана, забезпечуючи можливість безпечного та безперешкодного підйому конструкцій без додаткових перевантажень.

Плити перекриття, передбачені проєктом, рекомендується зберігати у штабелях на спеціальних інвентарних підкладках та прокладках, які розташовують строго одна над одною по вертикалі. Висота штабеля не повинна перевищувати шести елементів, що забезпечує стійкість складованих конструкцій та виключає виникнення надмірних напружень у нижніх плитах. Між штабелями необхідно передбачати проходи та проїзди для транспортних засобів і монтажної техніки.

# 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Будівельний генеральний план являє собою комплексне графічне рішення будівельного майданчика, яке відображає просторове розміщення як постійних, так і тимчасових будівель і споруд. До його складу також входять мобільні будівельні конструкції, внутрішньомайданчикові транспортні шляхи, зони роботи кранів, а також існуючі та проєктовані інженерні мережі.

На будгенплані обов’язково фіксуються межі будівельної території з її огородженням, розташування інженерних комунікацій, місця встановлення будівельних кранів, траєкторії їх переміщення та межі небезпечних зон під час виконання робіт.

Розробка будівельного генерального плану об’єкта передбачає послідовне виконання таких етапів:

- нанесення контурів будівельного майданчика відповідно до затвердженого генерального плану;
- формування схем розміщення існуючих і проєктованих будівель та споруд;
- визначення черговості зведення об’єкта та відображення етапності будівництва;
- розбиття будівлі на монтажні захватки з позначенням їх меж на плані;
- вибір і прив’язка вантажопідіймальних кранів, визначення зон їх роботи та маршрутів переміщення;
- нанесення постійних і тимчасових автомобільних та залізничних шляхів;
- відображення існуючих і тимчасових інженерних мереж;
- виділення площ під складування будівельних матеріалів та виробів;
- резервування територій для розміщення будівельних установок, бетонно-розчинних вузлів та іншого технологічного обладнання;

- розміщення тимчасових будівель і споруд, площі яких визначаються розрахунковим шляхом;
- складання специфікації та переліку умовних позначень до будівельного генерального плану.

## 4.1 Принципи розрахунку та вибору місць розташування складських зон на будівельному майданчику

Ключовим підходом при організації складського господарства на будівельному майданчику є забезпечення мінімально необхідних запасів матеріалів. При цьому важливо одночасно гарантувати безперервність виконання будівельно-монтажних процесів та уникати надлишкового накопичення ресурсів.

Розмір складських запасів визначається з урахуванням низки чинників, зокрема:

- максимальної добової потреби в матеріалах під час виконання робіт;
- умов постачання, визначених договорами (ритмічність, періодичність, обсяги);
- способу та виду транспортування матеріалів на об’єкт;
- технології підготовки матеріалів до використання в будівельному процесі.

Максимальна добова витрата матеріалів визначається на основі даних календарного плану або сіткового графіка за відповідним розрахунковим виразом:

$$Q = \frac{Q_{\text{заг}}}{t} \cdot k_1 \cdot k_2 \qquad (4.1)$$

Орієнтовний добовий запас матеріалів, необхідний для забезпечення безперервності будівельного процесу за відсутності страхових запасів, визначається за іншим розрахунковим співвідношенням:

$$P = a \cdot q \cdot t_n \quad (4.2)$$

У випадках, коли виконується умова t<tn, приймається співвідношення P=Q.

Площа складських приміщень без урахування проходів може бути визначена за наведеним нижче рівнянням:

$$F = \frac{P}{q} \quad (4.3)$$

Якщо ж необхідно врахувати внутрішньоскладські проходи, застосовується формула (4.4):

$$S = \frac{F}{b} \quad (4.4)$$

Коефіцієнт b залежно від типу складу приймається у таких межах:

- для закритих опалюваних складів — 0,6…0,7;
- для неопалюваних приміщень — 0,5…0,7;
- для навісів — 0,5…0,6;
- для відкритих складських майданчиків — 0,5…0,7.

Усі отримані в процесі розрахунків дані систематизуються та заносяться до таблиць, які надалі використовуються для визначення параметрів складських зон відповідно до уніфікованих типових рішень.

## 4.2 Визначення площі тимчасових будівель та споруд на будівельному майданчику

Відповідно до чинних нормативних вимог, площі тимчасових будівель і споруд у межах будівельного майданчика визначаються на основі максимальної

чисельності персоналу, який одночасно перебуває на об’єкті, а також встановлених нормативів площі, що припадає на одного працівника, який користується відповідними приміщеннями.

Розрахунок площі будь-якого підсобного або допоміжного приміщення виконується згідно з таким виразом:

$$\Pi_{\text{пот}} = \Pi_{\text{Н}} \cdot P \qquad (4.5)$$

Щодо площ адміністративних (конторських) приміщень, їх розмір приймають залежно від кількості інженерно-технічного персоналу, керівників та службовців, що обслуговують будівництво. При цьому орієнтовно їх чисельність становить близько 15% від загальної кількості працівників будівельного майданчика.

Для визначення площ побутових та робочих приміщень за відсутності уточнюючих даних зазвичай приймають співвідношення чоловіків і жінок як 70/30. Також слід враховувати, що санітарно-побутові будівлі доцільно розміщувати компактними групами поблизу зон найбільшого скупчення працівників, при цьому відстань до туалетів не повинна перевищувати 100 м від основних робочих місць.

## 4.3 Визначення чисельності працівників та робітників під час будівництва об’єкта

Розрахунок кількості робітників, задіяних у процесі зведення будівлі, виконується у табличній формі, результати якого наведено в таблиці 4.1.

На основі отриманих даних виконується подальше визначення необхідної площі тимчасових адміністративно-побутових приміщень із занесенням результатів до таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 − Розрахунок кількості робітників

| № | Категорія робітників | Всього, осіб | В тому числі | | В тому числі | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | чол. | жін. | в макс. зміну | чол. | жін. |
| 1 | Макс. кількість робочих за КП. | 47 | 33 | 14 | 30 | 21 | 9 |
| 2 | Розрахункова кількість з урахуванням $k = 1,05$ | 50 | 35 | 15 | 32 | 22 | 10 |
| 3 | ІТР | 3 | - | - | 3 | - | - |
| 4 | Службовці | 4 | - | - | 4 | - | - |
| 5 | МОП | 2 | - | - | 2 | - | - |
| 6 | Всього | 59 | 35 | 15 | 41 | 22 | 10 |

Таблиця 4.2 − Відомість розрахунку потреби в приміщеннях

| № | Найменування приміщення | Розрахункова кількість робітників, осіб | Нормативна площа на 1 особу, м$^2$ | Необхідна площа, м$^2$ | Розміри будівель, м |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Виконробська | 3 | 4 | 12 | 3х6 |
| 2 | Гардеробна (чол.) | 35 | 0,6 | 21 | 3х6 |
| 3 | Гардеробна (жін.) | 15 | 0,6 | 9 | 3х6 |
| 4 | Битовка | 22 | 0,75 | 16,5 | 3х6 |
| 5 | Душова з переддушовою (чол.) | 22 | 0,82 | 18,04 | 3х6 |
| 6 | Душова з переддушовою (жін.) | 10 | 0,82 | 8,2 | 3х6 |
| 7 | Туалет | 32 | 0,1 | 3,2 | 1,6х2 |
| 8 | Їдальня | 32 | 1 | 32 | 3х9 |

## 4.4 Організація тимчасового електропостачання будівельного майданчика

Для забезпечення будівельного майданчика електроенергією розробляється схема тимчасового електропостачання, яка передбачає виконання таких основних етапів:

- визначення загальної потреби в електричній потужності;
- підбір необхідних джерел живлення;

- формування тимчасової електричної мережі;
- вибір кількості, типу та потужності трансформаторних підстанцій;
- розрахунок перерізів кабельно-провідникової продукції.

Визначення потреби в електроенергії виконується на стадії розробки проєкту виконання робіт (ПВР) за наступною залежністю.

$$P = 1.1 \cdot \left( \sum \frac{P_{вр} \cdot K_1}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_m \cdot K_2}{\cos \kappa} + \sum P_{ов} \cdot K_3 + \sum P_{он} \cdot K_4 \right) \quad (4.6)$$

У розрахунках приймаємо коефіцієнт б = 1,05. Далі виконується визначення сумарної встановленої потужності електродвигунів:

$$УР_м = 600 + 600 + 8800 + 15000 + 750 + 5500 + 2200 = 33{,}45 \text{ кВт}$$

Сумарні витрати електроенергії на технологічні потреби приймаємо на рівні УРТ = 8 кВт, а також враховуємо додаткові складові навантаження: УР30 = 3,44 кВт, УРВ0 = 15 кВт, УРЗВ = 4 кВт.

Після підстановки всіх значень у формулу (4.6) отримуємо остаточну розрахункову потужність джерела живлення.

$$Р = 1{,}05(\frac{0{,}75 \cdot 33{,}45}{0{,}8} + \frac{0{,}8 \cdot 8}{0{,}8} + 1 \cdot 3{,}44 + 0{,}8 \cdot 15 + \frac{0{,}45 \cdot 4}{0{,}8} = 55{,}43 \text{ кВт}$$

За результатами розрахунків остаточно обрано інвентарну дизельну електростанцію АД-75-Т/400 потужністю 75 кВт з габаритними розмірами 5,9 × 2,3 м.

## 4.5 Організація безперервного водопостачання будівельного майданчика

Розрахунок системи водозабезпечення виконується для періоду максимального водоспоживання, яке формується як сума витрат за різними категоріями потреб згідно з нормативними питомими показниками за наведеною формулою.

$$Q_n = Q_{\text{вп}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{пож}} \quad (4.7)$$

Витрати води на виробничі процеси визначаються за наступним виразом.

$$Q_{\text{вп}} = q_n \cdot n_c \cdot k_{\text{г}} \cdot k_{\text{н}} / t \cdot 3600 \quad (4.8)$$

Обсяг води для господарсько-побутових потреб розраховується за відповідною залежністю.

$$Q_{\text{госп}} = \frac{q_{\text{г}} \cdot n_n \cdot k_{\text{г}}}{t \cdot 3600} + \frac{q_{\text{д}} \cdot n_k}{t \cdot 60} \quad (4.8)$$

Витрати на протипожежні потреби приймаються з урахуванням нормативної тривалості гасіння однієї пожежі, що становить 3 години, а також за умови максимально можливого навантаження системи водоспоживання іншими потребами.

Після визначення загальної витрати води переходять до проєктування тимчасової водопровідної мережі, що включає визначення діаметрів трубопроводів і розрахунок втрат напору у системі водопостачання.

Попередньо діаметр трубопроводів визначають залежно від розрахункової витрати та швидкості руху води, яка приймається: для малих діаметрів — 0,6…0,8 м/с, для великих — 0,9…1,4 м/с.

Загальна розрахункова витрата $Q_{\text{роз}}$ визначається за формулою:

$$Q_{\text{роз}} = W \cdot V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot V \quad (4.9)$$

Матеріальною основою для влаштування тимчасових водопровідних мереж, як правило, обирають найбільш економічно доступні трубні вироби, зокрема керамічні або азбестоцементні труби. Для даного проєкту розрахункова величина водоспоживання становить:

$$D = 4\sqrt{\frac{Q_{\text{роз}}}{p \cdot V}} \qquad (4.10)$$

$Q_{\text{роз}} = 0{,}5(6{,}41 + 15{,}06) + 10 = 20{,}74$ л/с

Виходячи з результату, отриманого у формулі (4.13), виконуємо визначення необхідного діаметра трубопроводу за залежністю (4.12) таким чином:

$$D = 4\sqrt{\frac{20{,}74}{3{,}14 \cdot 1{,}2}} = 10 \text{ мм}$$

У підсумку приймаємо до використання трубу із зовнішнім діаметром 100 мм як оптимальне рішення. Далі формуємо зведену відомість водоспоживання за різними категоріями потреб будівельного майданчика у вигляді таблиці 4.3, наведеній нижче.

Таблиця 4.3 − Відомість витрат води на різні потреби будмайданчика

| Найменування робіт та інших користувачів | Од. вимір | Трив. робіт, | Питом і витр., | Потреба у воді, |
|---|---|---|---|---|
| 1. Витрати води на виробничі потреби | | | | |
| Промивка гравію в обладнанні | 1 м$^3$ | 5 | 1000 | 3,75 |
| Приготув. бетону в | 1 м$^3$ | 5 | 400 | 1,5 |
| Приготування цементного розчину | 1 м$^3$ | 5 | 300 | 1,13 |
| Виконання штукатурних робіт | 1 м$^2$ | 2 | 8 | 0,03 |
| Виконання малярних робіт | 1 м$^2$ | 4 | 1, | 0,00 |
| 2. Сумарні витрати води | | | | |
| Користувачі | Макс. кільк. у | Питомі витр. | | Загальна потреба, |
| Виробничі потреби | 4 | | | 4,2 |
| Госп. потреби з каналізацією | | 2 | | 0,1563 |
| Госп. потреби без каналізації | | 1 | | 0,0937 |
| Душеві установки | | 2 | | 0,555 |
| Протипожежні потреби | | | | 10 |
| Всього | | | | 15,06 |

## 4.6 Визначення ключових параметрів вибраного варіанта монтажного крана

Оскільки для виконання будівельно-монтажних робіт прийнято баштовий кран, необхідно встановити його основні технічні параметри, а саме:

- вантажопідйомність Q, що визначається масою елементів, які підлягають монтажу;
- максимальну висоту підйому гака баштового крана Нкр;
- виліт стріли крана Lкр.

Величину вантажопідйомності, що фактично відповідає масі монтажних елементів, визначаємо наступним розрахунком:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 2{,}2 \text{ т} \tag{4.11}$$

Наступним параметром виступає необхідна висота підйому гака баштового крана, яка визначається за формульним виразом:

$$H_{\text{кр}} = h_0 + h_{\text{з}} + h_{\text{є}} + h_{\text{с}} \tag{4.11}$$

У даному випадку, з урахуванням вихідних даних, розраховане значення становить:

$H_{\text{кр}} = 12 + 3 + 8 + 1{,}5 = 24{,}5$ м

Завершальним параметром для перевірки вибраного крана є необхідний виліт стріли, що визначається за відповідною розрахунковою залежністю:

$$L_{\text{стр}} = \frac{a}{2} + b + c = \frac{6}{2} + 1 + 7 = 11 \text{ м} \tag{4.12}$$

## 4.7 Технологічна послідовність зведення запроєктованого будівельного об’єкта

Початковим етапом будівельного процесу, як правило, є ручна розробка ґрунту в межах котловану. Після цього влаштовується щебенева підготовка під стрічковий фундамент, монтаж якого завершується подальшою зворотною засипкою з пошаровим ущільненням ґрунту ручними трамбівками. Додатково виконується горизонтальна гідроізоляція шляхом укладання двох шарів руберойду.

Зовнішні стіни зводяться з використанням полегшеної цегляної кладки з перев’язкою швів через кожні п’ять рядів. Між двома шарами кладки передбачено розміщення теплоізоляційного шару з мінераловатних плит товщиною 160 мм. Цегляні роботи виконуються ярусами висотою до 1,2 м. Одночасно зі зведенням стін здійснюється монтаж перемичок і сходових елементів. Після завершення зовнішнього контуру будівлі переходять до внутрішніх перегородок.

Наступним етапом виконується монтаж кроквяної системи, облаштування пароізоляційного шару, утеплення горищного простору, влаштування цементної стяжки та виконання покрівельних робіт.

Виконання санітарно-технічних і електромонтажних робіт дозволяється лише після встановлення віконних і дверних блоків.

Внутрішнє оздоблення передбачає виконання штукатурних робіт із застосуванням цементно-вапняних розчинів. Облицювання підлог у санвузлах здійснюється після завершення гідроізоляційних робіт та влаштування вирівнювальної цементної стяжки. Малярні роботи включають фарбування поверхонь стін і стель водоемульсійними складами. Далі виконується укладання паркетних підлог у житлових приміщеннях та лінолеуму на кухнях.

Перед початком оздоблення фасаду обов’язково виконуються заходи з зовнішнього утеплення будівлі.

Після цього формується відомість потреби в матеріалах на період виконання будівельно-монтажних робіт у вигляді таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 − Відомість потреби у матеріалах

| Найменування робіт | Од. вим. | Об'єм робіт | Потреба в матеріалах | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Назва матеріалу | Од. вим. | Норм. на 1 об'єкт | Потреба на весь об'єкт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Влашт. блоків і плит стріч. фундаменту | шт | 90 | конструкції збірні | шт | 1 | 90 |
| Монт. панелей перекр. та покр. | 100 $м^3$ | 1,98 | конструкції збірні | $м^3$ | 1 | 1,98 |
| Влашт. гориз. гідроізоляції | 100 $м^2$ | 0,18 | руберойд | $м^2$ | 110 | 19,8 |
| | | | мастика | т | 0,22 | 0,04 |
| Цегляна кладка зовнішніх стін | $м^3$ | 240,85 | цегла керамічна | 1000 шт | 0,4 | 78,8 |
| | | | ц.-в. розчин | $м^3$ | 0,25 | 49,25 |
| | | | плити теплоізол. | $м^3$ | 1 | 72,6 |
| Цегляна кладка внутрішніх стін | $м^3$ | 176,35 | цегла керамічна | 1000 шт | 0,4 | 70,54 |
| | | | ц.-в. розчин | $м^3$ | 0,24 | 42,32 |
| | | 30,54 | шпакльовка | т | 0,092 | 2,8 |
| Фарб. стін та стелі водоемул. | 100 м2 | | дисперсія ПВА | кг | 63 | 1924 |
| Влашт. гідроіз. підлоги | 100 м2 | 2,44 | руберойд | м2 | 112 | 273,28 |
| | | | мастика | т | 0,116 | 0,28 |
| | | | плівка | т | 0,022 | 0,053 |
| Облиц. стін і підл. кахлями | 100 м2 | 9,22 | розчин цем. | м3 | 1,3 | 11,98 |
| | | | кахлі | м2 | 102 | 940,4 |
| Влашт. підлоги з лінолiуму | 100 м2 | 71,28 | клей | т | 0,05 | 3,56 |
| | | | лінолеум | м2 | 102 | 7270 |
| | | | плінтус | м | 107 | 7626 |

Продовження табл. 4.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Влаштування підлоги з | 100 $м^2$ | 22,85 | паркетна дошка | $м^2$ | 1,04 | 23,76 |
| | | | мастика | т | 0,116 | 2,65 |
| Штукатурка зовн. поверхні | 100 $м^2$ | 30,54 | цем. розчин | $м^3$ | 1,89 | 57,72 |
| Влаштування перегородок із гіпсокартону | 100 $м^2$ | 9,35 | гіпс. в'яж. | т | 0,57 | 5,32 |
| | | | плити гіпс. | $м^2$ | 91 | 850 |
| Монтаж сходинкових площадок | шт | 8 | констр. збір. | шт | 1 | 8 |
| | | | електроди | т | 0,001 | 0,008 |
| | | | ц.-в. розчин | $м^3$ | 0,007 | 0,056 |
| Монтаж сходинкових площадок | шт | 8 | конст. збір. | шт | 1 | 8 |
| | | | електроди | т | 0,001 | 0,008 |
| | | | ц.-в. розчин | $м^3$ | 0,006 | 0,048 |
| Монтаж лоджій | 100 шт | 0,1 | констр. збір. | шт | 100 | 10 |
| | | | розч. М100 | $м^3$ | 1,43 | 0,143 |
| | | | електроди | т | 0,01 | 0,001 |
| Влаштування пароізоляції | 100 $м^2$ | 9,45 | руберойд | $м^2$ | 111 | 1048,9 |
| | | | бітум | т | 0,13 | 1,22 |
| Влаштування утеплювача | 100 $м^2$ | 11,37 | плити теплоізол. | $м^2$ | 1 | 11,37 |
| Влашт. вирівн. стяжки | 100 $м^2$ | 2,52 | ц.-в. розчин | $м^2$ | 1,50 | 3,78 |
| Влаштування крокв'яної системи | $м^3$ | 60,4 | дошк. обріз. | $м^3$ | 0,01 | 0,6 |
| | | | толь (крупн. посипка) | $м^2$ | 3,38 | 204,15 |
| Влашт.покр. із металочерепиці | 100 $м^2$ | 11,37 | металочер. | $м^2$ | 3,99 | 46,36 |
| Заповн. дверн. прорізів | 100 $м^2$ | 2,9 | доски обріз. | $м^3$ | 0,008 | 1,4 |
| | | | блоки двер. | $м^2$ | 1 | 7,2 |

Також складається зведена відомість обсягів будівельних робіт на етапі зведення об’єкта, наведена в таблиці 4.5 нижче.

Таблиця 4.5 − Відомість об’ємів

| № | Найменування | Од. вим. | Формула розрахунку | Обсяг |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Розробка грунту вручну | 100 м$^3$ | 6,34 · 2 · 4 + 5,56 · 2 = 69,84 | 0,69 |
| 2 | Влашт. основи під фундамент | 100 м$^3$ | 80,4 | 0,8 |
| 3 | Влашт. пальового фунд. | 100 шт | (8,3 + 8,3 + 6,3) · 4 = 91,6 | 0,9 |
| 4 | Зворотня засипка пазух грунтом | 100 м$^3$ | 322,56 + 67,24 = 389 | 0,3 |
| 5 | Гориз. гідроізол. під стіни | 100 м$^2$ | 67,24 · 2 · 2 = 268 | 0,26 |
| 6 | Кладка зовн. стін | 1 м$^3$ | (6 · 4 + 3 · 8 + 3 · 8) · 5 = 480 | 480 |
| 7 | Монт. перемичок | 100 шт | 160 | 1,6 |
| 8 | Монтаж лоджій | 100 шт | 500 | 5 |
| 9 | Монтаж сход. площадок | 100 шт | 9 · 4 · 5 = 180 | 1,8 |
| 10 | Монтаж сход. маршів | 100 шт | 9 · 4 · 5 = 180 | 1,8 |
| 11 | Влашт. пароізол. | 100 м$^2$ | 67,24 · 12 = 806,66 | 8,06 |
| 12 | Влашт. утепл. мансарди | 100 м$^2$ | 67,24 · 12 = 806,66 | 8,06 |
| 13 | Вл. підгот. підлог | 1 м$^3$ | (67,24 · 12) - (6 · 12) = 79 | 79 |
| 14 | Заповн. двер. пр. | 100 м$^2$ | 17 · 4 · 5 · 0,8 · 2 = 572 | 5,72 |
| 15 | Заповн. вікон. пр. | 100 м$^2$ | 100 + 14 · 5 = 382 | 3,82 |
| 16 | Сантех. роботи | % | 10 | |
| 17 | Електротех. роб. | % | 10 | |

Продовження табл. 4.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 18 | Влашт. перегор. | 100 м$^2$ | 217,22 | 2,1 |
| 19 | Затирка стелі | 100 м$^2$ | 4034 | 40,34 |
| 20 | Штукатурка стін і перегородок | 100 м$^2$ | 67,24 · 2,8 + 403,2 = 1001 | 10,01 |
| 21 | Штукатурка у санвузлах | 100 м$^2$ | 2,3 · 3 · 2,8 · 8,5 + 2,8 · 10 · 5 · · 5 = 1052 | 10,52 |
| 22 | Влашт. гідроізол. підлоги санвузлів | 100 м$^2$ | (2,6 · 8 + 1,04 · 8) · 5 = 396,3 | 3,96 |
| 23 | Влашт. цем. стяжки підлоги санвузлів | 100 м$^2$ | 408 | 4,08 |
| 24 | Влашт. підлог із керам. плитки в санвузлах | 100 м$^2$ | 408 | 4,08 |
| 25 | Фарбування стін та перегородок | 100 м$^2$ | 1001 | 10,01 |
| 26 | Влашт.паркету із паркетних щитів | 100 м$^2$ | 3314 | 33,14 |
| 27 | Влашт. підлог із лінол. на кухнях | 100 м$^2$ | 12 · 5 · 3 · 4 = 720 | 7,2 |
| 28 | Штукат. по сітці | 100 м$^2$ | 948 | 9,48 |
| 29 | Фарб. фасадів із решт. з підгот. | 100 м$^2$ | 1109 | 11,09 |

# 5 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Локальний кошторис виступає основним елементом у складі кошторисної документації будівельного проєкту і використовується для визначення вартості окремих видів будівельно-монтажних робіт, конструктивних частин споруди, а також інженерних систем. Саме на етапі його формування закладається первинна оцінка фінансових витрат на реалізацію будівництва.

Формування вартості будівництва на території України виконується на основі чинних нормативно-правових актів, що регламентують організаційні, методичні та правові принципи кошторисного ціноутворення. До ключових документів належать:

Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності», де, зокрема у статті 31, визначено порядок розроблення, погодження та проведення експертизи проєктно-кошторисної документації залежно від класу наслідків (відповідальності) об’єкта будівництва;

Постанова Кабінету Міністрів України №560 від 11.05.2011 р. «Про затвердження Порядку затвердження проєктів будівництва і проведення їх експертизи»;

Кошторисні норми України (КНУ) «Настанова з визначення вартості будівництва», затверджені наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 01.11.2021 р. №281 із урахуванням чинних змін та доповнень.

На основі раніше визначених обсягів будівельно-монтажних робіт виконується складання локального кошторису для будівництва семиповерхового житлового будинку у місті Кременчук. Підсумкові результати розрахунків наведені в таблиці 5.1.

Локальний кошторис містить детальну структуру витрат із розподілом вартості за окремими технологічними процесами та видами будівельних робіт. Отримані показники надалі застосовуються як вихідні дані для формування об’єктного кошторису та інших складових загальної кошторисної документації.

Систематизація кошторисної інформації та групування робіт за розділами виконується відповідно до технологічної послідовності будівельного виробництва та організаційної структури виконавців робіт.

Базою для визначення обсягів стали результати розрахунків, отримані в попередніх розділах проєкту, зокрема в архітектурно-будівельній частині, конструктивному розділі, розділі про основи та фундаменти, а також у матеріалах з організації будівельного виробництва.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники

| № п/п | Найменування | Од. вим. | Кількість |
|---|---|---|---|
| 1 | Будівельний об’єм | $м^3$ | 56012 |
| 2 | Загальна площа будівлі | $м^2$ | 15026 |
| 3 | Кошторисна вартість будівництва | тис. грн | 751 300 |
| 4 | Кошторисна вартість 1$м^3$ об’єкту | грн | 13400 |
| 5 | Кошторисна вартість 1$м^2$ площі об’єкту | грн | 50000 |
| 6 | Загальні трудові витрати при будівництві об’єкту | ч-зм | 48000 |
| 7 | Середнє вироблення | $м^3$ / ч-дні | 1,15 |
| 8 | Нормативний термін будівництва об’єкту | дні | 520 |
| 9 | Скорочений термін будівництва | дні | 440 |

# 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

## 6.1 Експлуатація засобів виконання будівельно-монтажних робіт

Під час експлуатації будівельних машин, засобів механізації, пристроїв, оснащення, ручних машин, інструменту (далі - будівельних машин) повинні бути передбачені заходи та засоби із запобігання впливу на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів :

- підвищений рівень шуму, вібрації, загазованості, запиленості робочої зони машиніста;

- недостатня освітленість робочої зони;

- підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

Будівельні машини повинні відповідати вимогам нормативних документів і на них повинна бути експлуатаційна документація, а крани та інші машини, що придбані за кордоном - повинні мати сертифікат відповідності вимогам безпеки праці.

Забороняється експлуатація засобів механізації без передбачених їх конструкцією огорож, блокувань, систем сигналізації та інших засобів колективного захисту працюючих.

Засоби механізації, які не підлягають реєстрації в органах державного нагляду (нові, орендовані, після капітального ремонту), допускаються до експлуатації після огляду і опробування особою, відповідальною за їх безпечну експлуатацію.

До управління і обслуговування будівельних машин допускаються особи (працівники), що отримали відповідну професійно-технічну підготовку, пройшли навчання і перевірку знань із безпеки праці.

Вантажопідіймальні крани, за винятком визначених, підлягають реєстрації в органах державного гірничого нагляду та промислової безпеки відповідно до заяви роботодавця, у власності або в оренді якого перебувають ці крани.

Роботодавець, який експлуатує вантажопідіймальні крани та технологічну оснастку до них, повинен забезпечувати відомчий нагляд, утримання їх у справному стані та безпечну експлуатацію згідно з вимогами нормативних документів або укласти договір зі спеціалізованою організацією на виконання цих робіт.

Роботодавець, який експлуатує вантажопідіймальні крани, призначає:

- працівника, відповідального за безпечне виконання робіт із переміщення вантажів кранами;

- працівника, відповідального за утримання вантажопідіймальних кранів у справному стані;

- працівника, який здійснює нагляд за утриманням та безпечною експлуатацією вантажопідіймальних;

- персонал, що обслуговує і ремонтує вантажопідіймальні крани і машини (машиністів,

слюсарів, слюсарів-електриків, налагоджувальників, стропальників тощо).

Будівельні машини необхідно використовувати відповідно до призначення і застосовувати в умовах, що визначені заводом-виробником.

Технічне обслуговування і ремонт будівельних машин, засобів механізації необхідно здійснювати за таких умов:

- мобільні будівельні машини повинні бути виведені з робочої зони;

- складові одиниці машин, що можуть самовільно пересуватись, повинні бути механічно заблоковані або опущені на опори з унеможливленням їх самовільного пересування;

- двигун (привод) машини повинен бути зупинений і виключений;

- унеможливлення випадкового пуску двигуна, самовільного створення тиску в гідро- і пневмосистемах за винятком випадків, що допускаються експлуатаційною та ремонтною документацією;

- до початку виконання робіт на машинах, що мають електропривод, повинні бути вжиті заходи із запобігання випадковому подаванню напруги;

- робочі місця повинні бути забезпечені комплектом справного інструменту, пристосуваннями, інвентарем, вантажопідіймальними пристроями та засобами пожежогасіння.

Будівельні конструкції, якщо передбачено використання самопідіймальних кранів, повинні бути розраховані на стадії проектування на зусилля, що виникають під час монтажу, демонтажу та експлуатації цих кранів.

Забороняється залишати без нагляду будівельні машини та інші засоби механізації з включеним двигуном.

Під час використання будівельних машин рівень шуму, вібрації, загазованості, запиленості на робочих місцях машиністів не повинен перевищувати норми, а освітленість - відповідати нормам, що визначені для конкретних видів робіт.

Зона монтажу (демонтажу) будівельної машини повинна бути огороджена або позначена знаками безпеки і попереджувальними написами.

Забороняється виконувати монтаж (демонтаж) машин під час ожеледі, туману, снігопаду, зливи, грози, а також за температури повітря, що нижче або за швидкості вітру, що перевищує значення, зазначені у паспорті машини.

Встановлення та експлуатацію будівельних машин на об’єкті необхідно здійснювати відповідно до будівельного генерального плану проекту виконання робіт.

Для забезпечення безпечного виконання робіт вантажопідіймальними кранами необхідно розробити проекти виконання робіт кранами, технологічні карти щодо складування вантажів, навантаження і розвантаження рухомого складу, з якими повинні бути ознайомлені (за власноручним підписом) працівники, відповідальні за безпечне виконання робіт кранами, машиністи кранів, стропальники.

## 6.2 Вимоги безпеки під час експлуатації мобільних будівельних машин

Експлуатацію будівельних машин необхідно здійснювати відповідно до параметрів, що визначені технічним паспортом та іншими вимогами щодо безпечного застосування машин.

Експлуатація вантажопідіймальних кранів можлива лише за умови піднімання та переміщення вантажів, маса яких не перевищує вантажопідіймальності крана. Порушення режиму роботи вантажопідіймального крана, зазначеного у паспорті крана, не допускається.

До початку виконання робіт із застосуванням вантажопідіймальних машин керівник робіт повинен згідно з ПВР визначити місце їх установлення, робочу зону машини та межі небезпечних зон, що можуть виникнути під час експлуатації. При цьому повинна забезпечуватись оглядовість робочої зони з робочого місця машиніста. У разі обмеженості поля зору машиніста повинен бути призначений сигнальник; між сигнальником і машиністом повинен бути забезпечений надійний двосторонній зв’язок (телефонний, радіозв’язок). Використання проміжних сигнальників для передачі сигналів машиністу не допускається.

Всі особи, що пов’язані з експлуатацією вантажопідіймальних машин, повинні бути ознайомлені зі знаковою сигналізацією рукою та прапорцями, що подається у процесі роботи і пересування машини.

Небезпечні зони, що можуть виникнути під час експлуатації машин, повинні бути визначені в процесі розроблення будівельного генерального плану об’єкта та позначені на території будівельного майданчика знаками небезпеки та попереджувальними написами.

Межі потенційно небезпечних зон під час експлуатації вантажопідіймальних кранів визначаються відстанню від осі повороту крана, яка складається з робочого вильоту вантажного гака крана, плюс половина горизонтальної проекції вантажу, плюс величина відльоту вантажу у випадку

падіння (визначається згідно з додатком Е.1), до місця можливого падіння вантажу.

Під час проектування роботи крана необхідно передбачити заходи для запобігання доторканню стріли крана або башти до ліній електропередачі, інших кранів або будівель і споруд.

Машиністи кранів і стропальники повинні бути забезпечені надійним двостороннім зв’язком згідно з .

Небезпечні зони повинні бути окреслені (визначені) на будівельних генеральних планах ПВР.

Межа постійної небезпечної зони крана дорівнює радіусу поворотної платформи машини плюс один метр.

Межі небезпечних зон не повинні виходити за межі будівельних майданчиків або робочих дільниць.

Переміщення вантажів над перекриттями, під якими розташовані виробничі, житлові або службові приміщення, де перебувають люди, дозволяється після вжиття заходів, що забезпечують безпечне перебування людей.

Під час розміщення та експлуатації машин, транспортних засобів повинні бути вжиті заходи, що запобігають їх перекиданню чи самовільному пересуванню під дією вітру.

Переміщення, встановлення і робота машин поблизу виїмок (котлованів, траншей) з незакріпленими укосами дозволяється тільки за межею призми обвалення ґрунту на відстані, що визначається проектом виконання робіт.

За відсутності відповідних вказівок у ПВР найменша допустима відстань по горизонталі від основи укосу виїмки (котловану, траншеї) до найближчої опори вантажопідіймальної машини визначається згідно з таблицею 7.1.

За неможливості дотримання цих відстаней або, якщо глибина виїмки (котловану) більше ніж 5,0 м, або у разі неможливості забезпечення стабільного стану ґрунту (у разі його зволоження природними або техногенними водами) умови встановлення кранів повинні бути визначені в проектній документації.

Будівельно-монтажні роботи з переміщенням машин в охоронній зоні діючої лінії електропередачі необхідно здійснювати під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпечне виконання робіт, наявності письмового дозволу організації-власника лінії та наряду-допуску.

До встановлення будівельних машин та використання транспортних засобів із кузовом, що піднімається, повинна бути знята напруга з повітряної лінії електропередачі в охоронній зоні повітряної лінії електропередачі.

У разі неможливості зняття напруги з повітряної лінії електропередачі роботу будівельних машин в охоронній зоні лінії електропередачі дозволяється виконувати за умови додержання таких вимог:

- відстань від найвищої точки підіймальної або висувної частини будівельної машини до

повітряної лінії електропередачі, що перебуває під напругою, повинна бути не менше ніж зазначена у таблиці Е.2 додатка Е;

- корпус машин, за винятком машин на гусеничному ходу, під час їх установлення безпосередньо на ґрунті необхідно заземлити інвентарним переносним заземленням.

Установлення стрілового самохідного крана в охоронній зоні лінії електропередачі на виносні опори та відчеплення стропів перед підніманням стріли повинні виконуватися безпосередньо машиністом крана без залучення стропальників.

Установлення та робота крана стрілового типу біля охоронної зони повітряних ліній електропередачі на відстані менше ніж 40 м від відкритого розподільного устаткування і крайнього проводу повітряної лінії, що може перебувати під напругою, здійснюється за нарядом-допуском, який оформлюється роботодавцем згідно з додатком 15 і видається на руки машиністу крана перед початком роботи.

Виконання робіт із використанням вантажопідіймальних кранів у зоні повітряних ліній електропередачі повинно здійснюватись згідно з вимогами.

Робота стрілових самохідних кранів під контактними проводами міського електротранспорту без зняття напруги може проводитися за умов забезпечення відстані між стрілою крана і проводами не менше ніж 1 м за допомогою обмежувача (упора), який забезпечує додержання цієї відстані у разі підіймання стріли чи висування її секцій.

Підіймання і переміщення вантажів декількома вантажопідіймальними кранами дозволяється в окремих випадках відповідно до ПВР, в якому повинні бути зазначені схеми стропування і переміщення вантажу із зазначенням послідовності виконання операцій. Разом з цим навантаження, що припадає на кожний кран, не повинно перевищувати його вантажопідіймальності.

За необхідності використання машин в екстремальних умовах (зрізання ґрунту на уклоні, розчищення завалів поблизу ЛЕП або будівель та споруд, що експлуатуються) необхідно використовувати машини, що обладнані засобами колективного захисту.

Переміщення машини, транспортних засобів своїм ходом, на буксирі або на транспортних засобах дорогами загального користування необхідно виконувати згідно з правилами дорожнього руху.

Транспортування машин, транспортних засобів через природні перешкоди або штучні споруди, залізничні переїзди, що не охороняються, допускається тільки після обстеження стану шляху руху, для чого на стадії проектування залучаються організації, які мають ліцензії на виконання цих робіт.

Шлях руху машин, транспортних засобів повинен бути спланований з урахуванням вимог, зазначених в експлуатаційній документації машини, транспортного засобу.

Під час експлуатації машин, що мають рухомі робочі органи, необхідно унеможливити доступ людей до роботи в небезпечній зоні, межа якої знаходиться на відстані не менше ніж 5 м від граничного положення робочого органу, якщо в інструкції заводу-виробника немає інших вимог.

## 6.3 Експлуатація засобів підмощування, ручних машин та інструменту

Персонал, який експлуатує засоби механізації, оснащення, пристрої та ручні машини, до початку робіт повинен бути навчений безпечним методам та способам робіт відповідно до інструкцій заводу-виробника та інструкції з охорони праці.

Робочі місця, засоби підмощування (риштування, помости, робочі площадки тощо, які забезпечують безпеку виконання робіт на висоті) повинні відповідати вимогам. Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно застосовувати переважно інвентарні засоби підмощування. В окремих випадках допускається застосування неінвентарних засобів підмощування, конструкція яких визначена у ПВР.

Поверхню ґрунту, на яку встановлюються засоби підмощування, необхідно спланувати (вирівняти, утрамбувати) та забезпечити відведення з неї поверхневих вод. За неможливості виконання цих вимог засоби підмощування повинні бути обладнані опорами, що регулюються (домкратами), для забезпечення їх горизонтального виставлення, або повинні бути встановлені тимчасові опорні споруди, що забезпечують горизонтальність виставлення засобів підмощування.

Риштування, конструкція яких не забезпечує власної стійкості, необхідно прикріпити до споруди засобами, зазначеними у технічній документації заводу-виробника, або в проектно-технологічній документації на установлення риштування.

За відсутності вказівок щодо закріплення риштувань їх кріплення до стін споруди необхідно здійснювати не менше ніж через один ярус для верхніх стояків, через два прогони для верхнього ярусу й одного кріплення на кожних 50 м2 проекції поверхні риштувань на фасад споруди.

Не допускається кріплення риштувань до парапетів, карнизів, балконів, інших виступнихчастин споруди.

Риштування, розташовані поблизу проїзду транспортних засобів, повинні бути огородженні колесовідбійними брусами на відстані не менше ніж 0,6 м від габаритів транспортних засобів.

Монтаж (демонтаж) інвентарних риштовань необхідно здійснювати у послідовності та відповідно до вимог, зазначених у технічній документації на риштування.

Робочі навантаження на риштування в процесі виконання робіт не повинні перевищувати визначених технічною документацією.

За необхідності передавання на риштування додаткових навантажень (від підйомників,вантажопідіймальних площадок тощо) їх конструкцію необхідно перевірити на ці навантаження.

У місцях піднімання людей на риштування повинні бути вивішені плакати, на яких зазначено схеми навантажень, їх величини, а також схеми евакуації працівників на випадок аварійних ситуацій.

Засоби підмощування повинні бути зроблені з рівних робочих настилів із зазором між дошками не більше ніж 5 мм, а у разі розміщення настилу на висоті 1,3 м та вище встановлювати огорожі з суцільною бортовою обшивкою по низу.

Висота огорожі повинна бути не менше ніж 1,1 м, бортові обшивки - не менше ніж 0,15 м, відстань між горизонтальними елементами огорожі - не більше ніж 0,5 м.

Засоби підмощування, які використовуються під час штукатурних або малярних робіт у місцях, під якими здійснюються інші роботи або є прохід, необхідно виконувати настилами без зазорів.

З’єднання щитів настилів внапуск допускається тільки по їх довжині, причому кінці елементів, що стикуються, повинні бути розміщені на опорі та перекривати її не менше ніж на 0,2 м у кожний бік.

Риштування та помості висотою до 4 м допускаються в експлуатацію після їх приймання керівником робіт (виконробом або майстром) та реєстрації в журналі робіт, а вище ніж 4 м - після приймання комісією, призначеною особою,

яка відповідає за забезпечення охорони праці в організації, та оформлення відповідного акта.

Під час приймання риштовань та підмостей повинні бути перевірені: наявність кріплень, що забезпечують їх стійкість, вузли кріплення окремих елементів, робочі настили та огородження, вертикальність стояків, надійність опорних площадок та заземлення (для металевих риштовань).

Під час виконання робіт із риштовань висотою понад 6 м і більше повинно бути улаштовано не менше ніж два настили: робочий (верхній) і захисний (нижній); кожне робоче місце на риштуваннях, що прилягає до будинку чи споруди, повинно бути захищене зверху настилом, розташованим на висоті не вище ніж 2 м від робочого настилу. Якщо під час виконання робіт рух людей чи транспорту під риштуваннями і поблизу від них не передбачається, улаштування захисного (нижнього) настилу не обов’язкове.

Якщо передбачається пересування людей у безпосередній близькості від риштовань, місця пересування людей повинні бути обладнані суцільним захисним навісом, а фасад риштовань закритий захисною сіткою з вічками розміром не більше ніж (5 х 5) мм.

Зазори між стіною споруди і робочим настилом риштовань, які встановлюються біля неї, не повинні перевищувати 50 мм у разі кам’яного мурування та 150 мм у разі виконання опоряджувальних та ремонтних робіт.

Під час виконання теплоізоляційних робіт зазор між поверхнею, що ізолюється, і робочим настилом не повинен перевищувати двох товщин ізоляції плюс 50 мм.

Зазори розміром більше ніж 50 мм у разі, коли роботи не виконуються, необхідно закривати знімними елементами.

Керівник робіт повинен не рідше ніж через кожних 10 днів оглядати засоби підмощування в процесі експлуатації та результати огляду фіксувати у журналі виконання робіт.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бамбура А.М., Салонова О.В., Дорогова О.В., Войшехівський О.В. Проектування залізобетонних конструкцій. Посібник. Кив : ДП НДІБК. 2018. 240 с.

2. Гетун Г.В. Архітектура будівель і споруд: підручник. Основи проектування: Київ. Кондор. 2011. 378 с.

3. Данкевич Н. О. Шаровар М. К.. Мальований 1. В. Технологія будівельного виробництва: метод. Вказівки до виконання курсового проекту для студ. ЗДІА напряму 6.06.0101 «Будівництво» Запоріжжя :ЗДІА. 2010. 57

4. Організація будівництва : підручник / за редакцією С.А. Ушацького. Київ : Кондор. 2007. 521 с.

5. Технологія будівельного виробництва : підручник 1 В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г.М. Батура та ін.; за редакцією В.К. Черненко . Київ: Вища школа. 2002. 430 с.

6. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. Офіц. Київ : Держстандарт України. 2017. 49 с.

7. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва Загальні вимоїн. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. Офіц. Київ : УкрНДІЗ, 2017. 38 с.

8. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об`єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі Змінами № 1 та № 2. [Чинний від 2020-06-01]. Вид. Офіц. Київ УкрНДІпроектстальконструкція. 2020.71 с.

9. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. Офіц. Київ : НДІБК. 2019. 40 с.

10. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. Офіц. Київ: КИЇВЗНДІЕП. 2022.51 с.

11. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2020-06-01]. Вид. офіц. Київ : НДІБК. 2020.74 с.

12. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Зі зміною №1. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. Офіц. Київ : ДП НДІБК. 2022. 107с.

13. ДСТУ Б А.2.4-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Державне підприємство Український державний проектний інститут «Укрміськбудпроект». 2010. 37 с.

14. ДСТУ Б А.3.1-13:2010. Номенклатура показників якості будівельної продукції. Основні положення. [Чинний від 2010-08-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України. 2010. 7 с.

15. ДСТУ Б В.2.8-10-98. Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Стропи вантажні. Класифікація, параметри та розміри, технічні вимоги. [Чинний від 1999-01-01]. Вид. офіц. Київ: Асоціація «Будтехконструкція». 1998. 23 с.

16. ДСТУ Б В. 1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІпроектстальконструкція. 2007. 15 с.

17. ДСТУ Б В.2.6-154:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Збірно-монолітні конструкції. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ: НДІБК. 2011. 13 с.

**18.** Зоценко М.Л. Інженерна геологія. Механіка грунтів, основи та фундаменти : Полтава. ПНТУ. 2004. 568 с.