

Міністерство освіти і науки України  
Центральноукраїнський національний технічний університет  
Кафедра "Будівельні, дорожні машини і будівництво"

*Допустити до захисту*  
зав. кафедрою БДМБ  
канд. техн. наук, професор  
\_\_\_\_\_ Настоящий В.А.  
"\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **Кваліфікаційна магістерська робота**

на тему:

**Дослідження міграції вологи в елементах будівель  
на прикладі житлової будівлі в м. Черкаси**

Керівник магістерської роботи  
канд. техн. наук, доцент  
\_\_\_\_\_ Дарієнко В.В.  
"\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2024 р.

Виконала студентка гр. БІ-23МЗ  
спеціальності  
192 Будівництво та цивільна інженерія

\_\_\_\_\_ Потоцька Ю.Є.  
"\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2024 р.

Кропивницький – 2024 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

( повне найменування вищого навчального закладу )

Інститут, факультет, відділення БТЕ

Кафедра, циклова комісія

Будівельні, дорожні машини і будівництво

Освітньо-кваліфікаційний рівень

магістр

(шифр і назва)

Спеціальність

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БДМБ,

к.т.н. проф. Настоящий В.А.

“ ” 2024 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Потоцька Юлія Євгенівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Дослідження міграції вологи в елементах будівель на прикладі житлової будівлі в м. Черкаси*

керівник проекту (роботи)

к.т.н. доцент Дарієнко В.В.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “17” 08 2024\_\_ року №35-13 \_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 25.11.2024р

3. Вихідні дані до проекту (роботи): нормативна та довідкова література по темі завдання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурний розділ; 2. Розділ технологія та організація будівництва;

3. Науково-дослідний розділ; 4. Розділ охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу

Не менше 10 плакатів графічних матеріалів які ілюструють методику та результати досліджень

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ                    | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                           |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| Архітектурний             | доцент Дарієнко В.В.                      |                |                  |
| Технологія та організація | доцент Скриннік І.О.                      |                |                  |
| Науковий                  | доцент Дарієнко В.В.                      |                |                  |
| Охорона праці             | доцент Дарієнко В.В.                      |                |                  |

7. Дата видачі завдання 10. 09. 2024р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Строк виконання етапів проекту ( роботи ) | Примітка |
|-------|------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|
| 1     | Розробка інженерних розділів             | 10.09.-09.10                              |          |
| 2     | Розробка наукового розділу               | 09.10.-15.11                              |          |
| 3     | Розробка заходів з охорони праці         | 15.11.-20.11                              |          |
| 4     | Оформлення альбому документів            | 20.11.-25.11                              |          |

Студент

( підпис )

Керівник проекту (роботи)

( підпис )

Потоцька Ю.Є.

(прізвище та ініціали)

Дарієнко В.В.

(прізвище та ініціали)

## Анотація

Виконане дослідження спрямоване на аналіз міграції вологи в елементах будівель на прикладі житлової будівлі в місті Черкаси. У роботі розглянуто особливості впливу вологи на огорожувальні конструкції, зокрема, її вплив на теплоізоляційні характеристики та довговічність будівельних матеріалів. Проведено вдосконалення існуючих методів розрахунку вологості, що дозволяє більш точно прогнозувати її рух у конструкціях та розробляти ефективні рішення для запобігання конденсації.

У роботі порівняно стаціонарні та нестаціонарні методи розрахунку вологісного стану матеріалів, а також досліджено взаємозв'язок кліматичних умов із теплоізоляційними характеристиками багат шарових конструкцій. Експериментальне моделювання дало змогу оцінити ефективність нових підходів у розрахунках. Запропоновано практичні рекомендації для оптимізації теплоізоляційних властивостей конструкцій, які враховують можливість виникнення вологи через різницю температурних режимів між внутрішнім і зовнішнім середовищем.

Результати роботи доповнюють сучасні знання в галузі будівельних технологій та сприяють підвищенню енергоефективності споруд. Практичне застосування отриманих висновків дозволяє мінімізувати вплив вологи, покращити теплоізоляцію та забезпечити комфортні умови для експлуатації будівель. Дослідження може бути корисним як для проектувальників, так і для будівельних компаній, які займаються модернізацією та створенням енергоефективних будівель.

## Abstracts.

The study is aimed at analysing moisture migration in building elements on the example of a residential building in Cherkasy. The paper considers the peculiarities of moisture impact on building envelopes, in particular, its influence on thermal insulation characteristics and durability of building materials. The existing methods for calculating humidity have been improved, which allows for a more accurate prediction of its movement in structures and the development of effective solutions to prevent condensation.

The paper compares stationary and non-stationary methods for calculating the moisture state of materials, and investigates the relationship between climatic conditions and the thermal insulation characteristics of multilayer structures. Experimental modelling has made it possible to evaluate the effectiveness of the new calculation approaches. Practical recommendations for optimising the thermal insulation properties of structures, which take into account the possibility of moisture due to the difference in temperature conditions between the internal and external environment, are proposed.

The results of the work complement the current knowledge in the field of construction technologies and contribute to improving the energy efficiency of buildings. The practical application of the findings allows us to minimise the impact of moisture, improve thermal insulation and provide comfortable conditions for the operation of buildings. The study can be useful for both designers and construction companies involved in the modernisation and creation of energy-efficient buildings.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ .....                                                                                                                           | 2  |
| 1. Архітектурно-будівельний розділ .....                                                                                              | 3  |
| 1.1 Загальні рішення по проекту житлового будинку.....                                                                                | 3  |
| 1.2 Рішення житлової частини будинку, склад та характеристика квартир ..                                                              | 4  |
| 1.3 Несучі та огорожуючі конструкції. ....                                                                                            | 5  |
| 1.4 Заповнення прорізів. ....                                                                                                         | 6  |
| 1.5 Підлога, внутрішнє оздоблення та обладнання приміщень. ....                                                                       | 6  |
| 1.6 Вертикальні зв'язки та сміттєвидалення: ....                                                                                      | 7  |
| 1.7 Рішення не житлової частини будинків: ....                                                                                        | 8  |
| 1.8 Рішення по фасадам та покрівлі будинку: ....                                                                                      | 8  |
| 1.9 Природне освітлення та інсоляція приміщень будинку, що запроектовано та прилеглих до ділянки проектування житлових будинків: .... | 8  |
| 1.10 Протипожежні та охоронні заходи ....                                                                                             | 9  |
| 1.11 Техніко-економічні показники. ....                                                                                               | 9  |
| 2 Організаційно-технологічна розділ .....                                                                                             | 11 |
| 2.1 Об'ємно-планувальна і конструктивна характеристика будівництва .....                                                              | 11 |
| 2.2 Технологія зведення будівлі. ....                                                                                                 | 16 |
| 2.3 Будівельний генеральний план .....                                                                                                | 25 |
| 3 Науково-дослідний розділ .....                                                                                                      | 29 |
| 3.1 Удосконалення методів розрахунку вологості в огорожувальних конструкціях .....                                                    | 29 |
| 3.2. Стаціонарний метод розрахунку.....                                                                                               | 30 |
| 3.3. Нестационарні методи розрахунку.....                                                                                             | 31 |
| 3.4. Аналіз вологісного стану будівельних матеріалів. ....                                                                            | 36 |
| 3.5. Дослідження незамерзлої води в цементно-піщаних розчинах при низьких температурах .....                                          | 41 |
| 4 Охорона праці .....                                                                                                                 | 45 |
| 4.1 Основні положення охорони праці в будівництві .....                                                                               | 45 |
| 4.2 Аналіз небезпечностей та шкідливостей які виникають на будівельному майданчику .....                                              | 46 |
| 4.3 Заходи та засоби по усуненню небезпечностей та шкідливостей при роботі на будівельному майданчику .....                           | 50 |
| 4.4 Охорона навколишнього середовища .....                                                                                            | 53 |
| 4.5 Розрахунок вантажної стійкості крану .....                                                                                        | 54 |
| Загальні висновки .....                                                                                                               | 60 |
| GENERAL CONCLUSIONS .....                                                                                                             | 61 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                                                                                      | 62 |
| ДОДАТКИ.....                                                                                                                          | 63 |

|           |              |          |        |      |                                                                                            |  |  |                  |      |         |  |
|-----------|--------------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|------------------|------|---------|--|
|           |              |          |        |      | МВ 2319209 ПЗ                                                                              |  |  |                  |      |         |  |
|           |              |          |        |      |                                                                                            |  |  |                  |      |         |  |
| Змн.      | Арк.         | № докум. | Підпис | Дата | Дослідження міграції вологи в елементах будівель на прикладі житлової будівлі в м. Черкаси |  |  | Лім.             | Арк. | Акрушів |  |
| Розробив  | Потоцька Ю.. |          |        |      |                                                                                            |  |  |                  |      | 1       |  |
| Перевірив | Дарієнко В.  |          |        |      |                                                                                            |  |  |                  |      |         |  |
| Реценз.   |              |          |        |      |                                                                                            |  |  | ЦНТУ гр. БІ-23МЗ |      |         |  |
| Н. Контр. | Яцун В.      |          |        |      |                                                                                            |  |  |                  |      |         |  |
| Затвердив | Настоящий В. |          |        |      |                                                                                            |  |  |                  |      |         |  |

## ВСТУП

**Актуальність роботи:** Сучасне будівництво в Україні зосереджене на підвищенні енергоефективності та довговічності житлових та промислових споруд, враховуючи кліматичні та економічні виклики. У зв'язку з цим, постала необхідність удосконалення методів розрахунку вологості в огорожувальних конструкціях, що сприятиме кращій теплоізоляції та запобіганню конденсації, яка негативно впливає на будівельні матеріали та загальний комфорт у приміщеннях.

**Об'єкт дослідження:** Методи розрахунку вологості в огорожувальних конструкціях сучасних будівель.

**Предмет дослідження:** Параметри, що впливають на вологісний режим огорожувальних конструкцій та особливості застосування різних методів розрахунку для забезпечення ефективної теплоізоляції та довговічності.

**Мета роботи:** Метою даної роботи є удосконалення існуючих методів розрахунку вологості та адаптація їх до сучасних будівельних конструкцій і матеріалів, що забезпечить більш точний прогноз впливу вологи та підвищить якість будівель.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких **завдань**:

- аналіз і порівняння існуючих методів розрахунку вологості;
- дослідження факторів, що впливають на вологообмін у різних типах конструкцій;
- розробка рекомендацій щодо поліпшення теплоізоляційних властивостей конструкцій;
- експериментальне підтвердження ефективності вдосконалених методів розрахунку.

**Апробація роботи.** Результати магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на IV Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій».

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 2    |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

## 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Загальні рішення по проекту житлового будинку.

Проект передбачає зведення висотного житлового будинку на 24 поверхи, який матиме одну секцію. На першому поверсі розмістять нежитлові приміщення, які будуть використовуватись під офіси, а у дворі заплановано напівпідземний паркінг для мешканців. Будівництво планується вздовж вулиці Героїв Севастополя.

З південно-західного боку будинку розташовані складські й гаражні приміщення, які знаходяться теж уздовж цієї ж вулиці. Таке розташування обрано, щоб забезпечити будівлі естетичний вигляд і гармонійно вписати її в просторову композицію всього комплексу. При цьому враховано, щоб кімнати в квартирі отримували достатньо світла, а також щоб не порушити освітленість сусідніх будинків.

Проект передбачає будівництво багатоповерхового житлового будинку з однією секцією. Планові розміри будівлі складають 30,2х24,3 м, а максимальна висота — 80 м над рівнем тротуару, при цьому висота кожного поверху дорівнює 3,3 м. Відмітка +0,000 відповідає рівню чистої підлоги першого поверху, який не є житловим.

Будинок запроектований за монолітною залізобетонною конструктивною схемою, що забезпечує його симетрію відносно центральної осі. Жорсткість конструкції забезпечують дві сходові клітини з ліфтами. Фундамент заплановано як пальовий із застосуванням буроін'єкційних паль.

Фасад будівлі має сучасний вигляд і відрізняється від сусідніх будинків великою кількістю терас, великих вікон і вітражів, що додають архітектурній композиції виразності. Головний вхід до житлової частини будинку розташовано зі сторони фасаду. Перший і другий поверхи займають офісні приміщення та фітнес-центр, що мають окремі входи з вулиці.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 3    |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

Будинок складається з кількох функціональних зон:

- житлова частина з квартирами та зонами для входу;
- нежитлові приміщення для офісів і фітнес-центру загальною площею 1254 кв. м на перших двох поверхах;
- автопаркінг на 80 місць для мешканців, розташований з боку двору;
- технічні та допоміжні приміщення в цокольній і підземній частинах будівлі.

Завдяки такому проєктуванню будівля органічно завершить архітектурний ансамбль уздовж вулиці Героїв Севастополя, надаючи цьому району виразний і сучасний вигляд.

#### 1.2 Рішення житлової частини будинку, склад та характеристика квартир

У новому житловому будинку передбачено одно- та трикімнатні квартири. Житлова частина будівлі розташована вище офісних приміщень, починаючи з третього поверху. На кожному типовому поверсі, з третього по двадцять третій, розміщено по 4 квартири.

Для забезпечення природного освітлення кімнати та кухні мають великі вікна, і їхня площа становить від 1/5 до 1/8 площі підлоги в кожному приміщенні, що відповідає сучасним стандартам комфорту. Висота кожного житлового поверху становить 3,3 м, що додає простору й зручності для мешканців.

Загалом у будинку передбачено 80 квартир, що забезпечить житлом значну кількість сімей і створить затишну житлову атмосферу.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 4    |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

Таблиця 1.1 - Склад та характеристики квартир:

| Тип квартир            | Всього площа  |                |
|------------------------|---------------|----------------|
|                        | Житлова площа | Загальна площа |
| 1-кімн.                | 25,6          | 53,18          |
| 3-кімн.                | 65,9          | 117,93         |
| Загальна площа квартир |               | 6844,4         |

### 1.3 Несучі та огорожуючі конструкції.

Конструктивні елементи житлового будинку спроектовані з використанням міцного монолітного залізобетонного каркаса. Фундамент — пальовий, із суцільною ростверковою плитою товщиною 1 метр, що рівномірно розподіляє навантаження. Жорсткий каркас будівлі складається з залізобетонних пілонів, колон, діафрагм жорсткості та плит перекриття, що забезпечують стабільність конструкції. Огороджуючі стіни на всіх поверхах, крім підвального, служать для захисту, але не беруть участі у несучій функції каркаса. У підвалі передбачено залізобетонні стіни по всьому периметру та в середині, які разом із фундаментною плитою та перекриттями формують коробчасту структуру, що підвищує жорсткість фундаменту та частково знижує навантаження на нього.

Внутрішні стіни виконані з перлітобетонних блоків завтовшки 200 і 120 мм, а перегородки в санвузлах — із керамічної цегли завтовшки 120 мм. Сходи спроектовані з залізобетонних збірних маршів, шириною 1200 мм із напівплощадками того ж розміру, забезпечуючи комфорт і безпеку користування.

Для зручності мешканців передбачено два пасажирські та два вантажні ліфти, що полегшать переміщення людей і речей.

Автопаркінг має міцні зовнішні стіни з монолітного залізобетону, а внутрішній каркас і плита покриття також виконані з монолітного залізобетону, що забезпечує довговічність і безпеку споруди.

#### 1.4 Заповнення прорізів.

У проєктованому будинку передбачено такі види дверей і вікон:

Внутрішні двері: входні на сходи – дерев'яні з армованим склом; входні в квартири – металеві підсилені з вогнестійкими властивостями; міжкімнатні в квартирах – стандартні дерев'яні двері; входні в службові приміщення загального користування – дерев'яні двері; входні до ліфтових холів, машинного приміщення ліфтів, електрощитової, вентиляційних камер і технічних приміщень – протипожежні двері.

Зовнішні двері: входні до житлової частини будинку та офісів – металопластикові з заскленням двокамерними склопакетами; балконні двері в квартирах – металопластикові з двокамерним склопакетом; входні до підвалу та сміттекамер – спеціальні металеві двері; виходи на покрівлю – протипожежні двері.

Зовнішні вікна: вікна житлових та офісних приміщень – металопластикові з двокамерним склопакетом для підвищення тепло- та звукоізоляції.

Такий вибір матеріалів та конструкцій забезпечує належний рівень безпеки, енергозбереження та комфорту для мешканців і користувачів будівлі.

#### 1.5 Підлога, внутрішнє оздоблення та обладнання приміщень.

У проєкті передбачено стандартне внутрішнє оздоблення квартир та загальнобудинкових приміщень з використанням матеріалів українського виробництва.

Приміщення квартир:

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 6    |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

- Підлога: у житлових кімнатах, кухнях, коридорах та холах укладається лінолеум; у санвузлах та ванних кімнатах – керамічна плитка.

- Стіни: у житлових кімнатах – поліпшена штукатурка та шпалери; у кухнях – вододисперсне фарбування; у санвузлах, ванних кімнатах та частково на кухнях – керамічна плитка; у коморах – вододисперсне фарбування.

- Стеля: пофарбована вододисперсною фарбою для поліпшеного покриття.

#### Загальнобудинкові приміщення:

- Підлога: у загальних коридорах, ліфтових холах та технічних приміщеннях – мозаїчний бетон; у сміттєзбірнику – керамічна плитка.

- Стіни: у загальних коридорах та ліфтових холах – вододисперсне фарбування; у технічних приміщеннях – пофарбування нижньої частини стіни олійною фарбою на висоту 1,5 м; у сміттєзбірнику – керамічна плитка.

- Стеля: клейове фарбування.

Таке оздоблення забезпечує практичність, естетичність та довговічність поверхонь, створюючи зручний та приємний простір для мешканців та обслуговуючого персоналу.

#### 1.6 Вертикальні зв'язки та сміттєвидалення:

Вертикальне сполучення між вхідним вестибюлем та житловими поверхами будинку забезпечується загальними сходами та ліфтами, серед яких передбачені пасажирські ліфти з вантажопідйомністю 1000 кг і 400 кг.

Для організації збору сміття в будинку встановлено сміттєпровід, який знаходиться в зоні сходово-ліфтового вузла, що не опалюється. Сміттєзбірна камера розташована поблизу входу до житлової частини будівлі, з під'їздом для комунального транспорту, що полегшує вивіз сміття.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 7    |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

### 1.7 Рішення не житлової частини будинків:

У будинку передбачено розміщення кількох груп нежитлових приміщень, серед яких:

#### Офісні приміщення:

Проектом передбачено облаштування нежитлових офісних приміщень на першому та другому поверхах. Кожен офіс є окремим блоком з окремим виходом на вулицю. У кожному офісі забезпечене підключення всіх необхідних інженерних комунікацій, облаштовані санвузли та вхідні тамбури.

#### Загальнобудинкові службові приміщення:

При вході до житлової частини передбачено приміщення для чергового вахтера (охорони), яке включає робоче місце та санвузол.

#### Технічні приміщення:

У підвалі розташовані технічні приміщення, такі як тепlopункт, вузол вводу водопостачання, електрощитова, насосна, вентиляційні камери та інші, що забезпечують функціонування інженерних систем будинку.

### 1.8 Рішення по фасадам та покрівлі будинку:

Зовнішнє оздоблення фасадів будинку виконується з облицювальної цегли. Елементи фасаду, такі як пілони, балки, окремі частини стін, зовнішні сходи та площадки, оформлюються штучними плитковими матеріалами, штукатуркою з подальшим фарбуванням фасадними фарбами відповідно до паспорта оздоблення фасадів.

Покрівля будинку — плоска рулонна, з організованою системою внутрішнього водовідведення, що дозволяє ефективно відводити дощову воду з поверхні даху.

### 1.9 Природне освітлення та інсоляція приміщень будинку, що запроектовано та прилеглих до ділянки проектування житлових будинків:

Природне освітлення та тривалість інсоляції житлових приміщень у запроектованому будинку відповідають вимогам чинних будівельних норм

|     |      |         |        |      |                      |      |
|-----|------|---------|--------|------|----------------------|------|
|     |      |         |        |      | <b>МВ 2319209 ПЗ</b> | Лист |
|     |      |         |        |      |                      | 8    |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |                      |      |

України. При зведенні цього будинку на запланованій ділянці його розташування не впливатиме негативно на тривалість інсоляції в житлових приміщеннях сусідніх будинків, забезпечуючи комфортне освітлення для оточуючої забудови.

#### 1.10 Протипожежні та охоронні заходи

Запроектований будинок належить до II категорії вогнестійкості. Всі параметри займистості та мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій відповідають чинним нормам України. Об'ємно-планувальне та конструктивне рішення забезпечують безпечну евакуацію мешканців у разі пожежі або іншого надзвичайного випадку, для чого передбачено дві евакуаційні сходові клітини I та II типу.

Усі зовнішні двері, вікна, двері квартир, ліфтових холів і сходових клітин, а також клапани сміттепроводів оснащені ущільнюючими прокладками. Вхідні зовнішні двері, двері ліфтових холів і сходових клітин мають доводчики для зручного закривання.

Протипожежні двері, що ведуть до ліфтових холів, на покрівлю, до технічних і допоміжних приміщень (електрощитових, венткамер, теплового вузла, комор тощо), мають вогнестійкість 0,6 години. Вхідні двері квартир — металеві, протиударні, з вогнестійкістю 0,6 години, відповідно до технічних умов та вимог чинних наказів Держкомітету України з питань містобудування.

Усі протипожежні двері сертифіковані за системою УкрСЕПРО. Для додаткової безпеки кожна квартира забезпечується вогнегасником для швидкого реагування у випадку пожежі.

#### 1.11 Техніко-економічні показники.

Будівля має максимальну висоту 80,02 метра і складається з 24 поверхів, з яких:

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 9    |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

1. На рівні -3,300 до 0,000 розташоване підвальне приміщення, яке займає всю площу фундаменту.

2. На рівні 0,000–3,300 знаходяться приміщення, призначені для магазину «Промтовари».

3. На рівнях від 3,300 до 72,700 розміщені житлові поверхи (див. план типового поверху на Арх. Листі 2).

4. На рівні 72,700–75,900 розташовані горище та машинний зал.

Висота житлових приміщень становить 3,0 метра. Загальна площа житлових приміщень будівлі дорівнює 7467,4 м<sup>2</sup>, з яких 4358 м<sup>2</sup> становить безпосередньо житлова площа. Площа забудови становить 736 м<sup>2</sup>, а будівельний об'єм будівлі — 58884 м<sup>3</sup>.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 10   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

## 2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА РОЗДІЛ

### 2.1 Об'ємно-планувальна і конструктивна характеристика будівництва

Цей 24-поверховий будинок спроектовано як каркасно-монолітну конструкцію, а докладний опис цієї системи можна знайти в розділі “Архітектурні конструкції”. Розташований об'єкт у Києві.

Для живлення електрикою планується підключення до міської електромережі, а водопостачання буде забезпечене через міську водопровідну систему.

Будинок розподілено на три окремі ділянки, кожна по 8 поверхів. Таке розділення допомагає ефективніше організувати процес будівництва та обслуговування. Отже, об'єкт складається з:

- I ділянка – перші 8 поверхів,
- II ділянка – наступні 8 поверхів,
- III ділянка – останні 8 поверхів.

Щодо тривалості будівництва, то загальні терміни робіт визначаються за сучасними нормами. Згідно з чинними нормативами ДБН, орієнтовна тривалість будівництва цього будинку – 17 місяців, що еквівалентно 374 робочим дням.

| Загальна тривалість        | В тому числі (робочих днів) |                  |                  |            |
|----------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|------------|
|                            | Підготовчий                 | Підземна частина | Надземна частина | Оздоблення |
| 16.4 міс.<br>360 роб. днів | 44                          | 88               | 176              | 66         |

Підготовчий етап будівельного процесу передбачає виконання низки заходів, які спрямовані на підготовку майданчика до основних будівельних робіт. Цей етап є важливим для забезпечення ефективності й безпеки всіх подальших робіт. Розглянемо основні завдання, які виконуються на цьому етапі:

1. Очищення території. Спершу територія будівництва очищується від сміття, рослинності та будь-яких інших елементів, які можуть перешкоджати проведенню робіт. Це також може включати демонтаж існуючих будівель чи споруд, якщо вони є на ділянці.

2. Планування території. Даний процес передбачає вирівнювання поверхні землі, щоб забезпечити оптимальні умови для проведення будівельних робіт. Планування виконується з використанням спеціальної техніки, зокрема, бульдозера типу ДЗ-171.1. Цей бульдозер використовується для розробки та переміщення ґрунту, заповнення виїмок, вирівнювання та ущільнення поверхні, щоб створити рівну основу для будівництва.

3. Влаштування тимчасової огорожі. Для безпеки будівельного майданчика встановлюється тимчасова огорожа, яка обмежує доступ до зони будівництва сторонніх осіб. Це необхідний захід для забезпечення контролю та безпеки на території.

4. Влаштування тимчасових будівель і споруд. На етапі підготовки зводяться тимчасові будівлі, такі як будівельні вагончики для працівників, склади для зберігання будівельних матеріалів та інструментів, а також санітарно-гігієнічні приміщення. Вони забезпечують комфортні умови для роботи персоналу й зберігання обладнання та матеріалів.

5. Влаштування тимчасових доріг. Будівництво тимчасових доріг необхідне для безперешкодного руху будівельної техніки та транспортування матеріалів по майданчику. Ці дороги забезпечують доступ до всіх ключових точок будівництва і полегшують логістику.

6. Прокладання постійних інженерних комунікацій. Під час підготовчого періоду розпочинається монтаж основних інженерних комунікацій, передбачених проєктом, таких як водопостачання, каналізація, електричні мережі тощо. Ці комунікації забезпечують функціонування будівельного майданчика на всіх етапах роботи.

Під час підготовчого періоду також організовується підключення до наявних у районі інженерних мереж, зокрема для забезпечення будівництва

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 12   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

водою та електроенергією. Це дозволяє використовувати необхідне обладнання та підтримувати життєдіяльність будівельного майданчика від початку до завершення будівництва.

**Підземні роботи** є важливим етапом будівництва, який передбачає виконання завдань, пов'язаних із підготовкою фундаменту та закладенням підземної частини будівлі. Ці роботи виконуються у певній послідовності, що забезпечує якісне виконання всіх необхідних етапів. Основні кроки підземних робіт включають:

1. Розробка ґрунту в котловані. Спочатку відбувається виїмка ґрунту для формування котловану, де буде закладено фундамент та підвальні приміщення. Цей процес виконується за допомогою екскаваторів, які розробляють ґрунт і завантажують його в автосамоскиди для подальшого вивезення або використання на інших етапах будівництва. Такий підхід забезпечує оперативне очищення котловану від ґрунту і підготовку його для наступних робіт.

2. Влаштування підземної частини будинку. Після формування котловану розпочинається будівництво підземної частини будівлі, що включає фундамент і підвальні приміщення. Цей етап є основою для майбутньої будівлі, тому виконується з високою точністю, із дотриманням усіх будівельних норм і технологічних вимог.

3. Зведення монолітних стін підвалу. Після влаштування основи починається зведення монолітних стін підвального приміщення. Для цього використовуються бетонні суміші, які заливаються в попередньо встановлену опалубку. Монолітні стіни забезпечують міцність і надійність підземної частини будівлі, а також захищають її від проникнення ґрунтових вод.

4. Влаштування введів підземних інженерних комунікацій. На цьому етапі здійснюється встановлення основних інженерних комунікацій, які проходять через підземну частину будівлі. Сюди входять сантехнічні, електротехнічні та інші системи, які забезпечать підключення будівлі до

необхідних мереж. Усі вводи виконуються згідно з проєктною документацією, що передбачає оптимальне розташування і захист комунікацій.

5. Влаштування бетонної основи. Завершальним етапом підземних робіт є створення бетонної основи підлоги, яка слугуватиме опорною поверхнею для підземної частини будівлі. Ця основа також може включати гідроізоляційні шари для запобігання проникненню вологи.

Кожен з етапів підземних робіт виконується послідовно, що дозволяє забезпечити якість і надійність фундаменту та підземної частини будівлі, готуючи її для наступних стадій будівництва.

#### Надземні роботи.

Монолітні конструкції надземної частини будівлі зводяться з використанням баштового крана КБ-180, який забезпечує підйом та монтаж важких елементів на всю висоту будівлі. Баштовий кран є незамінним при будівництві багатоповерхових будівель, оскільки дозволяє ефективно транспортувати бетон, арматуру та інші матеріали на потрібну висоту.

Після завершення основного каркаса будівлі розпочинаються покрівельні роботи, які включають наступні етапи:

1. Влаштування вирівнюючої асфальтової стяжки. Перший крок покрівельних робіт полягає у створенні рівної основи для подальших шарів покрівлі. Для цього на поверхню даху наноситься асфальтова стяжка, яка вирівнює та підсилює поверхню, забезпечуючи міцну основу для наступних шарів.

2. Пароізоляція покриття. Наступним етапом є укладання шару пароізоляції, який запобігає проникненню вологи з внутрішніх приміщень будівлі у покрівельну конструкцію. Пароізоляція захищає покрівлю від конденсату, що особливо важливо для утеплювача, адже підвищена вологість може знижувати його ефективність.

3. Утеплення покриття. Після влаштування пароізоляції укладається шар утеплювача, який допомагає зберігати тепло в будівлі та підвищує енергоефективність. Утеплювач підбирається з урахуванням кліматичних

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 14   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

умов і вимог до теплоізоляції. Правильно виконане утеплення сприяє зниженню витрат на опалення і кондиціонування.

4. Влаштування рулонної рубероїдної тришарової покрівлі. Завершальний етап покрівельних робіт – це укладання рулонної покрівлі з рубероїду в три шари. Такий тип покриття забезпечує надійний захист від атмосферних опадів і гарантує тривалий термін експлуатації даху. Кожен шар укладається послідовно, щоб досягти максимальної герметичності.

Для виконання покрівельних робіт використовуються вантажопасажирські підйомники, які дозволяють оперативно транспортувати матеріали і робітників на потрібну висоту, забезпечуючи ефективність і безпеку на висоті.

**Підготовка будівлі до оздоблювальних робіт** – це важливий етап, який гарантує, що всі поверхні та елементи будівлі готові до подальшого опорядження. Перед початком оздоблювальних робіт готовність будівлі або її окремих частин повинна бути підтверджена документально, що фіксується у спеціальному акті здачі-приймання. Такий акт є юридичним документом, який засвідчує відповідність будівлі всім вимогам для проведення наступних робіт.

#### Вимоги до матеріалів

Матеріали, які використовуються для оздоблення, повинні відповідати державним стандартам і технічним вимогам, що забезпечує їхню якість і безпеку. Дотримання будівельних норм гарантує, що оздоблювальні матеріали відповідають стандартам міцності, екологічної безпеки та довговічності.

#### Теслярсько-плотницькі роботи

До теслярсько-плотницьких робіт, які виконуються під час оздоблення, належать:

1. Обналічування дверних коробок. Це процес обрамлення дверей дерев'яними лиштвами, які покращують зовнішній вигляд дверної конструкції і забезпечують додаткову тепло- та звукоізоляцію.

2. Монтаж шаф і антресолей. Встановлення вбудованих меблів, таких як антресолі та шафи, виконується з врахуванням ергономіки та зручності використання. Це сприяє організації простору та зручному зберіганню речей.

3. Прибивка плінтусів. Плінтуси встановлюються після наклейки шпалер, що дозволяє приховати стики між стіною та підлогою, надаючи завершеного вигляду приміщенню. Плінтуси закріплюються за допомогою шурупів, які вкручуються в дерев'яні пробки для забезпечення надійного кріплення.

4. Підготовка віконних і дверних прорізів. Цей процес включає монтаж налічників, які встановлюються по рівню за допомогою цвяхів довжиною 50-60 мм. Налічники не тільки покращують зовнішній вигляд вікон та дверей, а й додатково зміцнюють конструкцію.

Дотримання цих процедур і вимог забезпечує міцність, довговічність і привабливий зовнішній вигляд оздоблювальних робіт у приміщенні.

## 2.2 Технологія зведення будівлі.

Для того, щоб правильно вибрати кран для будівництва, треба врахувати монтажні характеристики. Це допоможе зрозуміти, який кран краще підійде для конкретних умов роботи.

Основні монтажні характеристики включають:

1. Монтажну вагу. Вона показує загальну вагу елементів, які треба підняти, разом із монтажними пристроями. У нашому випадку будівля монолітна, тому як елемент ми розглядаємо спеціальні неповоротні баки для бетону об'ємом 0,5–1 м<sup>3</sup>. Виходячи з цього, можна розрахувати:

- Щільність бетону – 2,5 т/м<sup>3</sup>.
- Вага бака – 1 т.
- Загальна монтажна вага (  $Q_m$  ) буде 3,5 т.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 16   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

2. Монтажну висоту. Це відстань, на яку потрібно підняти елемент. Вона складається з кількох частин:

- Висота від місця стоянки крана до основи, на яку встановлюють елемент ( $h_1 = 83$  м).
- Висота підйому елементу над основою ( $h_2 = 1$  м).
- Висота самого елементу, що монтується ( $h_3 = 0,5$  м).
- Висота захватних пристроїв ( $h_4 = 5$  м).
- Тому загальна монтажна висота ( $H_m$ ) становить ( $H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 89,5$ ) м.

3. Виліт стріли. Визначається за відстанню від крана до будівлі і її шириною:

- Відстань від центру обертання крана до будівлі ( $d = 5$ ) м.
- Ширина надземної частини будівлі з виступаючими елементами ( $B_n = 25$ ) м.
- Загальний виліт стріли ( $L = d + B_n = 30$ ) м.

З урахуванням цих параметрів, обираємо підходящий кран. Для нашого випадку підійде приставний баштовий кран моделі КБ-180 з такими характеристиками:

- Вантажопідйомність: 6–10 т.
- Виліт: 30 м.
- Максимальна висота підйому: 108 м.

Цей кран оптимальний для монтажу будівельних конструкцій, оскільки його технічні параметри відповідають нашим вимогам.

#### Технологічна карта

Будівництво підземної частини будівлі виконується поетапно спеціалізованими групами, кожна з яких відповідає за окремий вид робіт. До таких етапів входять:

- Розмітка території та підготовка котловану: встановлення обноски та визначення меж котловану.
- Розбивка пальового поля: розміщення місць для паль.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 17   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

- Буріння: створення свердловин для паль.
- Бетонування: заповнення свердловин бетоном.
- Монтаж арматурних каркасів: встановлення арматури для посилення конструкції.
- Монтаж кранового обладнання: влаштування підкранових шляхів і монтаж баштового крана.
- Підготовка основи для фундаментної плити: створення основи для подальшого фундаменту.
- Бетонна підготовка: створення рівної основи під фундаментну плиту.
- Монтаж опалубки для фундаментної плити: встановлення форми для заливки бетону.
- Армування плити: укладання арматури для посилення фундаменту.
- Заливка фундаментної плити та догляд за бетоном: бетонування плити та забезпечення її тверднення.
- Зняття опалубки: демонтаж форми після тверднення бетону.
- Будівництво монолітних стін підвалу: створення підвальних стін із залізобетону.
- Монтаж перекриття над підвалом: установка панелей перекриття.
- Монтаж сантехнічних вводів: встановлення труб для водопостачання та каналізації.
- Прокладання електрокабеля: монтаж електричної мережі.
- Гідроізоляція: нанесення захисного покриття для запобігання проникненню води.
- Зворотна засипка з ущільненням: засипання ґрунтом та пошарове ущільнення.
- Будівництво ганку та відмостки навколо будівлі: завершальні роботи по зовнішньому контуру фундаменту.

Перед початком усіх цих робіт необхідно мати затверджений проект виконання, який забезпечує правильність та безпеку процесу будівництва.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 18   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

## **Розробка технологічної карти на влаштування буро ін'єкційних паль та фундаментної плити.**

Перед тим як почати роботи по влаштуванню паль, необхідно виконати кілька підготовчих етапів:

1. Розмітка котловану – точно визначити його межі.
2. Зрізка ґрунту – зняти верхній шар ґрунту за допомогою бульдозера, щоб підготувати котлован для подальших робіт.
3. Перевірка будівельного майданчика – упевнитися, що всі умови відповідають проекту для етапу підземного будівництва.
4. Перевірка вантажопідйомного обладнання – провести технічний огляд кранів та іншого обладнання, щоб переконатися в їхній справності та безпеці.
5. Підготовка інвентаря та пристроїв – зібрати й перевірити інструменти та обладнання, які знадобляться під час робіт.
6. Організація тимчасового освітлення – забезпечити достатнє освітлення робочих зон для безпечної роботи в темний час.

Ці підготовчі дії допомагають забезпечити ефективність та безпеку основних робіт зі зведення паль.

### **Склад і послідовність виконання основних процесів**

Починати земляні роботи по облаштуванню котловану можна лише після проведення геодезичних робіт і наявності всіх необхідних проектних та інших документів. Представники будівельної компанії та замовник повинні перевірити розмітку котловану, виконану підрядником, щоб переконатися, що все відповідає проекту. Після цього складається акт, до якого додаються схеми розмітки.

Під час виконання земляних робіт підрядник повинен забезпечити збереження всіх геодезичних позначок, щоб уникнути неточностей. Котлован має бути огорожений для захисту від потрапляння поверхневих вод, що може

призвести до розмивання ґрунту. Земляні роботи варто виконувати екскаватором, що дозволяє швидко та точно виконати необхідні об'єми.

У процесі риття котловану потрібно контролювати висоту дна, використовуючи нівелір, щоб переконатися, що глибина відповідає проектним відміткам.

### **Розбивка пальового поля**

Розмітку місць для встановлення паль починають після того, як робочі креслення пальового поля прив'язують до головних осей будівлі, які закріплені на обносках.

Основні осі будівлі та точки їх перетину переносять на дно котловану за допомогою теодоліта, який встановлюють над обносками. Використовуючи дротові вісі, що натягуються після завершення роботи екскаватора, ці точки фіксують сталевими штирями.

Позиції крайніх паль у рядах визначаються промірами відносно головних осей. За допомогою перпендикулярів та засічок визначають місця, показані на кресленнях пальового поля. Визначені точки фіксують штирями, а між ними натягують сталевий дріт для розмітки місць проміжних паль.

Точність такої розмітки є достатньою, з похибкою до 1 см на 100 м ряду.

### **Вказівки з робіт по влаштуванню буроін'єкційних паль**

Буріння паль здійснюється відповідно до маркшейдерських осей та позначок. У місцях, де проходять підземні комунікації, проводять шурфування (викопують контрольні ями) до глибини, що досягає нижнього рівня комунікацій, у межах ряду паль. Це робиться в присутності представників відповідних служб, що відповідають за підземні мережі. Комунікації, які розташовані в зоні бурових робіт, переносять або позначають відповідними знаками на поверхні для уникнення пошкоджень.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 20   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

**Влаштування буроін'єкційних паль складається з наступних етапів :**

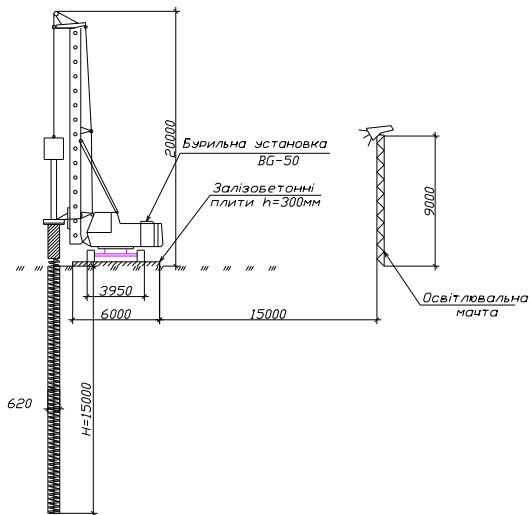
1. Буріння свердловини діаметром 620 мм виконується роторним методом до визначеної проектом глибини. Під час буріння ґрунт не піднімається на поверхню, а ущільнюється всередині свердловини. Після завершення бурових робіт свердловину потрібно перевірити.

2. Бетонування свердловини здійснюється литтям бетонної суміші через порожнину шнека, який поступово піднімається до поверхні. Бетон подається безпосередньо з автобетонозмішувача АБС-5, і в шнеку потрібно постійно підтримувати тиск. Швидкість подачі бетонної суміші бетононасосом повинна бути вищою, ніж швидкість підйому шнека. Контроль тиску та безперервності процесу забезпечується датчиком тиску та комп'ютером. Для робіт використовують бетон класу В-20, водонепроникності W4, з осадкою конуса 20-22 см і фракцією щебеню 5-20 мм.

3. Встановлення арматурних каркасів здійснюється за допомогою крана МКГ-25. Каркаси поміщаються у свіжозалитий бетон, а ущільнення бетонної суміші у свердловині виконують вібратором, закріпленим на шнековій колоні. Арматурні каркаси мають фіксатори, які забезпечують захисний шар у 50 мм для палі.

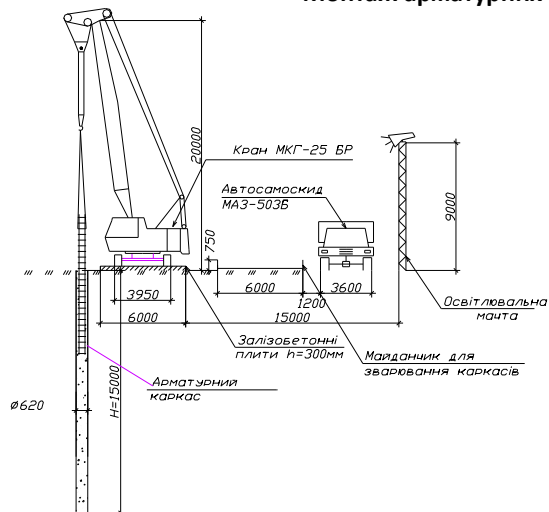
**Технологія влаштування буро ін'єкційних паль:**

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 21   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

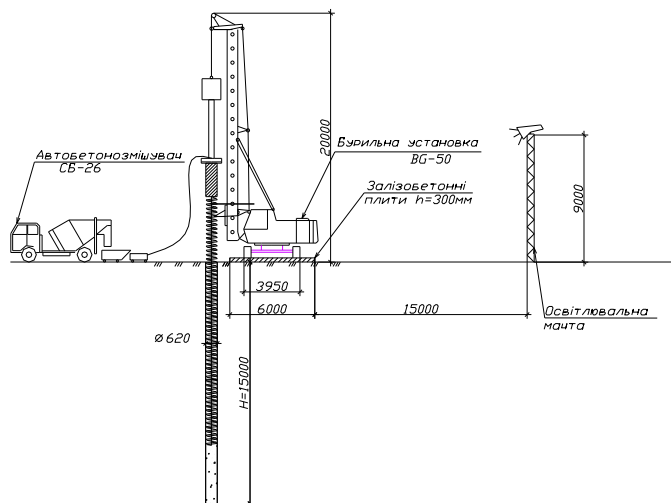


## Буріння свердловини під бурін'єкційну палю

## Монтаж арматурних каркасів



## Бетонування буро ін'єкційної палі



|     |      |         |        |      |
|-----|------|---------|--------|------|
|     |      |         |        |      |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |

МВ 2319209 ПЗ

Лист

22

**Конструктивна схема фундаментної плити та план пальового поля.**

Фундаментна плита має розміри  $31,44 \times 25,205$  м у плані, з товщиною 1 м. Позначка підшови плити – 172,0 м. Буроін'єкційні палі були встановлені з рівня 172,0 м, їхня довжина становить 16 м, що відповідає позначці 156,0 м.

Арматурне підсилення паль складається з робочої поздовжньої арматури класу А400 діаметром 16 мм і поперечної конструктивної арматури класу А240 діаметром 12 мм. Арматування паль виконане по всій довжині.

Арматура фундаментної плити має наступні параметри:

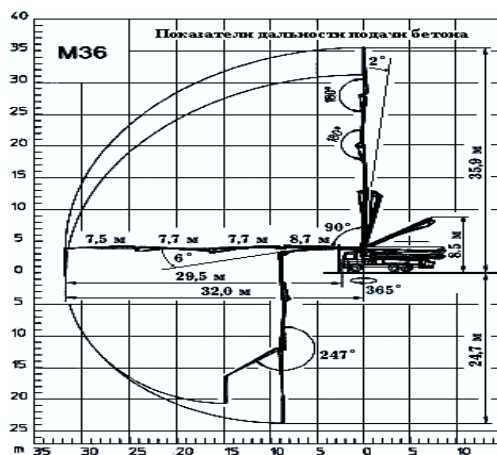
- Нижня поздовжня: арматура класу А400, діаметр 12.
- Нижня поперечна: арматура класу А400, діаметр 12.
- Верхня поздовжня: арматура класу А400, діаметр 10.
- Верхня поперечна: арматура класу А400, діаметр 10.
- Поперечна конструктивна: арматура класу А240, діаметром 12 мм.

Для повноцінного опису необхідно уточнити діаметри арматури для поздовжніх і поперечних стрижнів у плиті.

Вказівки по влаштуванні фундаментної плити:

1. Захисний шар бетону для фундаментної плити становить 50 мм.
2. Бетонування фундаментної плити виконується за допомогою автобетононасосу МЗ6, який забезпечує подачу бетонної суміші з двох позицій. Насос оснащений секційною розподільною стрілою, яка може подавати бетон на висоту до 36 метрів. Продуктивність насоса становить до  $120 \text{ м}^3/\text{год}$ , що дозволяє швидко та ефективно укласти бетон. Завдяки надійній системі бетоноводів і комплектуючих, насос забезпечує

економічне укладання суміші. Товарний бетон доставляється на майданчик автобетонозмішувачами DAF з об'ємом до 10 м<sup>3</sup>.



Об'єм подачі м<sup>3</sup>/год - 120

Висота подачі - 35,9 м

Дальність подачі від середини поворотної головки - 32,0 м

### Заходи з охорони праці під час бурових робіт

Під час буріння слід дотримуватися вимог безпеки, щоб знизити ризик нещасних випадків. Для цього необхідно виконувати сучасні норми та стандарти.

1. Основні норми безпеки. Роботи проводяться з урахуванням ДБН «Охорона праці у будівництві», а також правил для безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів і електроустановок. Працівники повинні дотримуватися інструкцій для крановиків, стропальників та відповідальних за переміщення вантажів.

2. Монтаж та демонтаж крана. Ці процеси повинні виконуватися чітко за технологічною схемою та інструкцією. Відповідальним за безпечне виконання робіт призначають працівника з інженерно-технічного персоналу, який має відповідний допуск та посвідчення.

3. Безпечне переміщення вантажів. Особа, відповідальна за ці роботи, повинна контролювати, щоб використовувалися тільки справні, марковані вантажозахватні пристрої, що відповідають вазі і характеристикам вантажу. Використання несправних або невідповідних пристосувань не допускається.

4. Освітлення майданчика. Будівельний майданчик має бути належно освітлений у вечірній час, відповідно до правил освітлення будівельних майданчиків.

5. Пожежна безпека. На майданчику необхідно дотримуватись норм пожежної безпеки за сучасними ДБН, а також мати засоби для гасіння вогню: ящик з піском, пожежний щит та хоча б один вогнегасник у побутовому приміщенні.

Дотримання цих заходів є обов'язковим для забезпечення безпеки працівників і попередження аварійних ситуацій на будівельному майданчику.

## 2.3 Будівельний генеральний план

### **Розрахунок площ адміністративних та санітарно-побутових будівель**

Для визначення потрібної площі адміністративних і санітарно-побутових приміщень на будівництві використовуємо формулу:

$$S_{\text{тр}} = S_{\text{н}} \cdot N$$

де:

- $S_{\text{н}}$  — нормативна площа для кожного виду приміщень,
- $N$  — кількість працівників (у нашому випадку це 58 осіб).

#### **Розподіл працівників за статтю:**

Співвідношення чоловіків і жінок у складі персоналу беремо як 70% і 30% відповідно. Отже:

- Чоловіків:  $0,7 \cdot 58 = 40,6 \approx 41$  особа,
- Жінок:  $0,3 \cdot 58 = 17,4 \approx 17$  осіб.

#### **Розрахунок чисельності для кожного виду приміщень:**

Для різних приміщень на основі кількості працівників розраховуємо кількість осіб, які ними користуватимуться.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 25   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

1. Гардеробні:  $N_p = N = 58$
2. Душові та убиральні:
  - Чоловічі:  $N_p = 0,49 \cdot N = 0,49 \cdot 58 \approx 28$
  - Жіночі:  $N_p = 0,23 \cdot N = 0,23 \cdot 58 \approx 13$
3. Умивальники:
  - Чоловічі:  $N_p = 0,535 \cdot N = 0,535 \cdot 58 \approx 31$
  - Жіночі:  $N_p = 0,23 \cdot N = 0,23 \cdot 58 \approx 13$
4. Сушарки:  $N_p = 0,7 \cdot N = 0,7 \cdot 58 \approx 41$
5. Їдальні та приміщення для прийому їжі:  $N_p = 0,7 \cdot N = 41$
6. Конторські приміщення:  $N_p = 0,128 \cdot N = 0,128 \cdot 58 \approx 7$
7. Диспетчерська:  $N_p = 0,01 \cdot N = 0,01 \cdot 58 \approx 1$

### **Розрахунок площ складських приміщень та майданчиків для зберігання матеріалів**

Площі для складів визначаються залежно від потреб будівельного процесу та періоду будівництва. У розробці будгеплану враховуємо обсяги матеріалів, частоту поставок і площу, необхідну для зберігання кожного виду матеріалів.

Цей розрахунок допомагає організувати простір на будмайданчику ефективно і забезпечити комфортні умови для працівників, а також зберегти порядок у складських приміщеннях.

Для розрахунку запасу матеріалів, які необхідно зберігати на складі, використовуємо формулу:

$$Q_{\text{зап}} = T Q_{\text{об}} \cdot t_n \cdot K_2$$

де:

- $Q_{\text{об}}$  — загальна потреба в матеріалах на період будівництва,
- $T$  — час споживання матеріалу в днях згідно з календарним графіком,
- $t_n$  — норма запасу матеріалу в днях,

- $K_2$  — коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалу, який приймаємо рівним 1,3.

### Розрахунок площі складських територій:

Після розрахунку необхідного запасу матеріалів  $Q_{\text{зап}}$  визначаємо площу для їх зберігання за формулою:

$$S_{\text{скл}} = q Q_{\text{зап}}$$

де:

- $q$  — норма зберігання матеріалів на 1 м<sup>2</sup> площі складу, яка враховує проходи та проїзди.

### Приклад розрахунку:

1. Спочатку визначаємо запас матеріалів  $Q_{\text{зап}}$  для кожного виду, підставивши значення потреби  $Q_{\text{об}}$ , часу споживання  $T$ , норми запасу  $t_n$ , та коефіцієнту  $K_2$ .
2. Використовуючи обчислене значення  $Q_{\text{зап}}$ , знаходимо площу для зберігання за допомогою  $S_{\text{скл}}$ .

Важливо також враховувати особливості матеріалів (наприклад, розмір і вага), щоб правильно розподілити площі складів і забезпечити зручний доступ до них.

Проектування систем водопостачання, каналізації та електропостачання на будівельному майданчику

Водопостачання

Потребу у воді на будівництві (в л/с) визначаємо за обсягом будівельно-монтажних робіт та розмірами майданчика. Формула розрахунку:

$$Q = n \cdot c \cdot k_z + Q_{\text{пож}}$$

де:

$n = 0,21$  л/с — норматив витрат води,

$c = 827,993$  тис. грн — річний обсяг будівельно-монтажних робіт,

$k_z = 0,99$  — коефіцієнт вартості залежно від району будівництва,

$Q_{\text{пож}} = 20$  л/с — витрати води на пожежогасіння.

Розрахунок:

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 27   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

$$Q=0,21 \cdot 0,827993 \cdot 0,99 + 20 = 20,17212 \text{ л/с}$$

Для магістрального водопроводу обираємо діаметр труби  $D=100$  мм, що забезпечує достатній обсяг подачі води для потреб будівництва.

#### Каналізація

Систему каналізації на будмайданчику облаштовуємо випускними колодязями. Для відведення стічних вод використовуємо каналізаційні труби діаметром 100 мм, що відповідає необхідним гідравлічним умовам.

#### Електропостачання

Електропостачання забезпечується від стаціонарних джерел електроенергії, з підключенням через трансформаторну підстанцію повітряним кабельним шляхом. Електроенергія використовується для:

- виробничих потреб,
- живлення електродвигунів будівельних машин,
- освітлення майданчика.

Загальна потреба в електроенергії визначається за формулою:

$$P=n \cdot c \cdot k$$

де:

$n = 155$  кВА — нормативний показник,

$k = 1,02$  — коефіцієнт,

$c = 0,823$  — показник обсягу робіт.

Розрахунок:

$$P=155 \cdot 1,02 \cdot 0,823=130,4 \text{ кВА}$$

Для забезпечення цих потреб обираємо трансформаторну підстанцію типу **КТПН-72 М-160**, яка має достатню потужність для будівельного майданчика.

Цей комплекс заходів забезпечує безперебійне водопостачання, каналізацію та електропостачання на будівництві, що сприяє безпечному і ефективному виконанню будівельних робіт.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 28   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

## 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Удосконалення методів розрахунку вологості в огорожувальних конструкціях

Протягом останніх 70 років поступово розроблялися й удосконалювалися методи розрахунку вологості в огорожувальних конструкціях будівель. Раніше вологість стін і інших огорож не дуже враховувалась, переважно через недостатній досвід використання багат шарових конструкцій з утеплювачем. Наприклад, інженер А. П. Серебровський, який навчався технічним дисциплінам у Європі, описував конструкції стін для холодильних камер, де пояснював переваги та недоліки різних способів утеплення стін корковими плитами [28, 29].

У цьому підході зовсім не враховується можливість проникнення вологи в стіну і її конденсація всередині конструкції. Інженер А. Третьяков, аналізуючи причини появи вогкості в приміщеннях і методи боротьби з нею, не згадує, як саме вогкість впливає на стан стін. Проте важливо пам'ятати, що одна з основних причин вологих стін — це конденсація пари всередині їхніх шарів. Хоча ідея про зволоження матеріалів через накопичення водяної пари відома ще з давніх часів. Наприклад, Аристотель писав: якщо повітря над землею насичене вологою і охолоджується, то волога конденсується у воду. Те ж саме, за його словами, може відбуватися і в ґрунті.

Професор В. Д. Мачинський першим звернув увагу на те, що важливо враховувати, як волога впливає на стіни будівель. Він прийшов до нової на той час думки, що стіни будівель, які опалюються, можуть накопичувати вологу з внутрішньої сторони. За його словами, водяна пара всередині стіни рухається через різницю в тиску пари з обох боків: від теплої сторони до холодної. На холодних ділянках всередині стіни пара осідає і конденсується, що знижує теплоізоляційні властивості стіни.

На той час це питання ще не було добре досліджене, тому Мачинський пропонував використовувати практичні методи захисту. Наприклад, укладання шару пароізоляції з теплої сторони стіни, або правильне розміщення шарів для уникнення зайвої вологи в багат шарових конструкціях. Це питання пізніше детальніше розглянув А. Н. Борщевський.

Трохи пізніше В. Д. Мачинський розробив метод розрахунку, який він сам назвав "досить простим". Суть методу полягала в тому, щоб розрахувати опори "газопроникнення" — від внутрішньої поверхні стіни до точки можливого утворення конденсату і від цієї точки до зовнішньої поверхні. Перша частина цього опору мала бути більшою за другу. Дані для розрахунків Мачинський брав з праць К. Ненку. Він також наголошував на необхідності створення більш точного методу, який би повніше відображав фізичні процеси накопичення вологи всередині конструкції.

### 3.2. Стаціонарний метод розрахунку.

Перший метод для розрахунку вологості в огорожувальних конструкціях розробив К.Ф. Фокін наприкінці 1920-х років. Суть цього методу полягає в тому, щоб передбачити, як водяна пара пересувається всередині матеріалів огорожі. При цьому вважається, що пружність водяної пари змінюється лінійно через всю товщину конструкції. Основна ідея методу – знайти ту ділянку конструкції, де можливе накопичення вологи у вигляді конденсату. Спочатку обчислюють, як розподіляється температура через огорожу, і визначають максимальну пружність водяної пари. Потім визначають, де в конструкції пара може досягти критичного рівня та утворити конденсат. Цей метод дає загальне уявлення про те, наскільки вологим може бути стан огорожувальної конструкції.

Теоретичні та експериментальні дослідження К.Ф. Фокіна дали змогу інженерам ще на етапі проектування прогнозувати вологісний режим огорожувальних конструкцій, а також стали основою для подальших

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 30   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

досліджень у цій сфері. Було розроблено методи, які дозволяють оцінювати рівень вологості конструкцій за стабільних умов експлуатації.

Серед модифікацій цього методу варто згадати роботу Е.Х. Одельського, який удосконалив метод для дерев'яних конструкцій, враховуючи процес фільтрації вологого повітря.

А.М. Шкловер запропонував під час розрахунків враховувати інерційність огорожі при її зволоженні та розробив спосіб визначення потрібної температури зовнішнього повітря. Ф.В. Ушков створив метод фокусів, що дозволив йому розробити спеціальну номограму для визначення зони конденсації в конструкціях, що спрощує обчислення рівня конденсації пари.

В.М. Ільїнський розробив методики для оцінки тривалості зволоження конструкцій та розрахунку потрібного опору паропроникненню. Значний внесок у вдосконалення методу також зробили А.У. Франчук і М.А. Гуревич.

У Північній Америці аналогічні методи з'явилися в середині 1930-х років. У США проводили дослідження з паропроникності матеріалів, і стаціонарний метод розрахунку був рекомендований до використання під час проектування. У Німеччині Н. Glaser розробив свій метод у 1950-х роках, і з того часу він широко використовується в проектуванні конструкцій у ФРН.

Завдяки простоті й зрозумілості фізичної моделі, а також невеликій складності обчислень, різні варіанти стаціонарного методу активно використовуються і зараз, особливо в нормативних документах.

### 3.3. Нестационарні методи розрахунку.

В.Д. Мачинський вказав на недоліки стаціонарного методу розрахунку вологісного режиму огорожувальних конструкцій. Через низьку інтенсивність процесів переміщення вологи в матеріалах та вплив

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 31   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

постійно змінних температурних і вологісних умов зовнішнього середовища, стаціонарний режим у конструкціях не може повністю встановитися. Тому більш доцільним є застосування нестаціонарних методів розрахунку, які враховують змінні умови.

К.Ф. Фокін розробив нестаціонарний метод, який позбавлений недоліків методу А.С. Епштейна. У своїй роботі Фокін ввів залежність між вологістю ( $w$ ) та пружністю водяної пари ( $p$ ) прямо в рівняння розрахунку. Для вирішення цього рівняння використовувався метод скінченних різниць із явною схемою, де для забезпечення стабільності розрахунків вводилися обмеження на розмір кроків у часі та по координатах.

О.Є. Власов запропонував графічний спосіб розбивки конструкції на окремі розрахункові шари, що значно полегшувало проведення розрахунків. Товщина цих шарів вибиралася пропорційно  $\sqrt{P_0 t}$ , що дозволяло детальніше аналізувати вологісний стан конструкції. Ізотерми сорбції водяної пари в матеріалах огорожі вважалися лінійними, тобто приймали форму прямих ліній  $\xi_0 = \text{const}$ . К.А. Фокін значно вдосконалив свій метод, відомий як "метод послідовного зволоження". У його остаточному варіанті для забезпечення стабільності розрахунків накладаються обмеження на часовий крок при будь-якому поділі огорожувальної конструкції на розрахункові шари. У цьому методі питома відносна пароемність залежить від вологості матеріалу нелінійно, що дозволяє точніше враховувати вологісний стан.

Цей метод може використовуватися для розрахунку вологісного режиму багатошарових огорожень, якщо вологість матеріалів залишається в межах максимальної сорбційної здатності. При цьому температурний режим огорожі вважається стабільним і відповідає певному сезону, що спрощує обчислення й адаптує метод до реальних умов експлуатації конструкцій.

А.У. Франчук запропонував методи для розрахунку вологісного режиму, які підходять як для умов із вологістю, меншою від максимальної сорбційної, так і для ситуацій, коли вологість перевищує цей рівень. Його робота містила багато цікавих нових ідей та даних, але через неточності в основних рівняннях виникли сумніви щодо надійності всього методу. Крім того, методи в роботі [336] були надто формалізованими, що ускладнювало їх практичне застосування. А.В. Ликов різко розкритикував цю роботу, але згодом Франчук врахував деякі його зауваження.

Метод Франчука мав нововведення, зокрема врахування залежності коефіцієнтів вологопереносу матеріалів від вологості та температури, а також паралельний розрахунок нестационарного теплопереносу та вологопереносу в огороженні. Його теоретичні розробки базувалися на експериментальних дослідженнях О.Є. Власова і Р.Є. Бріллінга, які вивчали переміщення рідкої вологи в будівельних матеріалах.

Подальший розвиток методів Франчука продовжив М.А. Гуревич, який, ймовірно, першим врахував рух незамерзлої вологи в матеріалах при низьких температурах.

Фоломін розробив метод розрахунку вологості у будівельних конструкціях, де розглядається лише рух пароподібної вологи, як у сорбційній, так і в надсорбційній зонах. Проте він не навів конкретного рівняння, яке використав для цього, а аналіз його схеми показує, що метод побудований на основі простих скінченних різниць. Проблема в тому, що метод не враховує вологоємність матеріалів у сорбційній зоні та не встановлює обмеження на часовий крок розрахунку.

Деякі науковці, зокрема автори робіт [132, 134], дотримуються думки, що волога в рідкому стані в будівельних конструкціях не рухається і переміщується тільки у вигляді пари. Вони підкріплюють свої висновки власними експериментами та дослідями О.Крішера, але така позиція суперечить результатам інших досліджень.

Ще в 50-60-х роках Ликов застосував теорію сушки для опису вологообміну в конструкціях. Хоча він не розробив повноцінного методу розрахунку вологості, його робота вплинула на подальші дослідження. З розвитком комп'ютерної техніки з'явилися нові можливості для обчислень. Наприклад, Богословський першим використав гідроінтегратор для цих цілей, а пізніше для розрахунків почали застосовувати різні електричні машини.

Лук'янов був першим в Україні, хто задіяв комп'ютер для таких розрахунків, і згодом удосконалив програму, яка враховувала окремий рух рідкої та пароподібної вологи. Його модель також бере до уваги вплив температури, тиску та фазові перетворення води.

### **Еволюція методів оцінки вологості огорожувальних конструкцій за кордоном.**

Розвиток методів розрахунку вологості у будівельних конструкціях за кордоном відбувався трохи повільніше, ніж у нас, але пройшов схожий шлях. У Північній Америці, наприклад, приблизно в 1930-х роках з'явилися методи розрахунку, схожі на ті, що розробив К.Ф. Фокін. У США тоді активно досліджували, як різні будівельні матеріали пропускають пару, і ці розрахунки навіть почали використовувати для проєктування. Проте, оскільки там не було глибоких теоретичних основ, нестационарні методи розрахунку вологості майже не розвивалися.

Великий поштовх цій темі в США дала публікація в 1966 році перекладеної книги А.В. Ликова. Багато науковців взяли його моделі руху вологи за основу своїх робіт. Власне, розроблені ним рівняння стали основою практично для всіх сучасних методів розрахунку вологості конструкцій. Наприклад, є цікавий звіт, написаний командою під керівництвом А. Kerestecioglu, де вони використовують адаптовані рівняння Ликова для будівельних цілей. Схожі рівняння застосовуються і в суміжних сферах, просто у змінених умовах.

На сьогодні, як пише М. Bomberg, дослідження в Північній Америці все ще більше сконцентровані на експериментах, де перевіряють, як конструкції поведуться при різній вологості. Сам Bomberg працює в Канаді, в Національному дослідницькому центрі з будівництва, де вивчають властивості теплоізоляційних матеріалів, зокрема, їхню вологостійкість.

У Німеччині планомірні дослідження вологості в будівельних конструкціях почалися тільки в 50-х роках. До цього проводилися лише експерименти для визначення рівня вологості різних матеріалів в умовах експлуатації. При цьому питання про те, як волога впливає на теплоізоляційні властивості, не порушувалося. Наприклад, у дослідженнях того часу вважали, що основною причиною вологи в цегляних стінах є капілярне всмоктування води.

Попри це, в інших областях, зокрема в теорії сушіння, ідеї про переміщення вологи активно розвивалися завдяки роботам таких вчених, як О. Крішер. Цікаво, що німецькі дослідники не були знайомі з роботами К. Фокіна та інших вчених з нашого регіону, за винятком праць А. В. Ликова. Незважаючи на це, дослідження в Німеччині розвивалися майже тим самим шляхом, що і в нас.

З 1952 року в місті Хольцкірхен під Мюнхеном почав роботу спеціальний полігон, створений Інститутом для тестування. Там проводили дослідження теплових і вологісних властивостей огорожувальних конструкцій на зразках і в невеликих експериментальних будівлях. Відомий науковець Н. Kunzel зробив чимало експериментів на цьому полігоні і зміг визначити рівень вологості для різних матеріалів, а також запропонував методи захисту конструкцій від вологи.

Ще один важливий метод розрахунку вологи запропонував Н. Glaser, який створив стаціонарний метод розрахунку. Цей метод став широко використовуватися у Німеччині в будівельній сфері. Для його застосування

потрібно було знати показники вологості матеріалів, тому такі показники систематично визначалися в дослідженнях.

Значним проривом у розвитку теорії вологісного режиму будівельних конструкцій у Німеччині стала праця Н. Klopfer'a, де були зібрані та впорядковані основні знання з цієї теми на той час. Надалі дослідження продовжилися в роботах К. Gertis'a та його учнів, серед яких варто виокремити К. КлерГя. Гертис поставив завдання розробити методи для розрахунку нестационарного, тобто змінного, вологісного режиму конструкцій, що дозволило значно точніше прогнозувати поведінку вологи в матеріалах.

Окремо слід згадати К. Кієрі та К. Gertis'a, які провели масштабний аналіз понад 600 наукових статей і розробок. К. Кієрі запропонував математичну модель руху вологи в конструкціях, яка стала спрощеним варіантом моделі, використаної українським дослідником В. І. Лук'яновим. Особливо успішною виявилася модель К. Юєргя, заснована на ізотермічному капілярному потенціалі. Він також створив комп'ютерну програму для розрахунків і запропонував методики, за допомогою яких можна визначати параметри, необхідні для обчислення вологісного режиму конструкцій.

#### 3.4. Аналіз вологісного стану будівельних матеріалів.

##### 3.4.1. Сорбційне насичення вологою будівельних матеріалів.

##### 3.4.1.1. Початкові дослідження.

Парціальний тиск водяної пари в порах будівельних матеріалів залежить від їхньої температури та вологості. Коли матеріал має вологість, вищу за максимально можливу гігроскопічну, парціальний тиск водяної пари відповідає насиченій водяній парі, яка залежить від температури. Якщо ж вологість нижча за максимальну гігроскопічну, то цей тиск можна обчислити

за допомогою ізотерми сорбції або десорбції для водяної пари за певної температури.

Історія вивчення сорбційних властивостей пористих матеріалів почалася ще в кінці XVIII століття, але лише з початку XX століття увагу почали приділяти будівельним матеріалам. Першим ученим, який досліджував сорбцію водяної пари в будматеріалах, був німець L. Esser. У період з 1912 по 1914 рік він опублікував результати досліджень ізотерм сорбції та десорбції водяної пари в затверділій цементній пасті. Його дослідження виявили схожість поведінки цементної пасту та силікагелю щодо сорбції.

До війни дослідження сорбції в будівельних матеріалах за кордоном були нечисленні. У Радянському Союзі перші ізотерми сорбції для будматеріалів отримав Д.Ф. Фокін, а згодом А.У. Франчук та П.С. Серговський продовжили цю роботу. За кордоном також провели низку досліджень, наприклад, G. N. Christensen та K.E. Kelsey вивчали сорбційні властивості деревини, а R. Landgren — сорбційні показники пористих заповнювачів для легких бетонів.

Також було створено каталог ізотерм сорбції та десорбції, зібраний К. К. Hansen, що стало вагомою базою даних для подальших досліджень. На цей час накопичено чималий обсяг експериментальних даних, але їх не узгоджено з єдиної теоретичної точки зору, що не дозволяє заздалегідь прогнозувати ізотерми для конкретних матеріалів.

Багато вчених намагалися розробити універсальне рівняння для опису ізотерм сорбції, параметри якого можна було б налаштувати залежно від властивостей матеріалу. Але ці рівняння залишаються здебільшого емпіричними. Щоб застосувати таке рівняння для конкретного матеріалу, спершу необхідно експериментально визначити ізотерму сорбції цього матеріалу, а вже потім розрахувати відповідні параметри рівняння.

Теоретичні питання, що стосуються сорбції газів і парів, належать до галузі фізичної хімії. Основними процесами, що визначають сорбцію водяної пари капілярно-пористими матеріалами, є адсорбція на поверхні пір і

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 37   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

капілярів, а також капілярна конденсація в мезопорах. На початку, при низьких значеннях відносного тиску водяної пари  $\varphi=(p/p_s)$ , волога адсорбується на поверхні матеріалу. Однак, коли значення  $\varphi$  підвищується, пара починає конденсуватися в капілярах, що пов'язано з появою менісків води у вузьких мезопорах.

Для багатьох полімерних будівельних матеріалів звичайні теорії адсорбції і капілярної конденсації не підходять для опису ізотерм сорбції. У таких випадках їхні сорбційні властивості описують за допомогою так званої "теорії розчинності". У мікропорах матеріалів сорбція водяної пари відбувається за іншими механізмами, і в деяких випадках може виникати явище "хемосорбції", коли відбувається хімічна взаємодія між матеріалом і парою.

Тип ізотерми сорбції залежить від структури матеріалу і його здатності до гідрофільності (тобто до взаємодії з водою). За класифікацією Бруннера, Л.Демінга, В.Демінга і Теллера (1940 р.), ізотерми сорбції поділяють на п'ять основних типів. Для будівельних матеріалів з капілярно-пористою структурою характерні ізотерми типу 4 та 2, які найбільш точно описують процес сорбції водяної пари в таких матеріалах.

#### 3.4.1.2. Поглинання водяної пари.

Адсорбція водяної пари на поверхні пір і капілярів у матеріалах виникає завдяки дії силових полів на молекули водяної пари. Дослідження ізотерм сорбції, як теоретичні, так і експериментальні, дозволили створити кілька рівнянь адсорбції. Найбільш відомі серед них — рівняння Ленгмюра, Генрі, Фрейндліха, а також рівняння Гаркінса і Джури та Хелсі.

В таблиці 3.10 наведені середні сорбційні характеристики будівельних матеріалів, такі як ємність моношару (тобто максимальна кількість молекул, які можуть адсорбуватися в один шар) і сорбційна вологість, що припадає на одиницю ємності моношару. У таблиці також представлені

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 38   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

середньоквадратичні відхилення, які дають змогу оцінити варіативність цих характеристик.

Знання таких показників дозволяє порівнювати сорбційні властивості різних матеріалів. Наприклад, газобетон має вищу сорбційну вологість у порівнянні з керамзитобетоном, оскільки він має більшу питому поверхню. Це означає, що в газобетоні більше мезопор, які здатні утримувати воду.

Цементний розчин, створений на керамзитовому піску, має значно більшу питому поверхню, ніж звичайний цементно-піщаний розчин чи керамзитобетон. Це говорить про більший вміст цементного каменю на одиницю маси матеріалу.

Легкі бетони загалом мають приблизно однакову питому поверхню, хоча є винятки, такі як керамзитокарбонатобетон і шлакопемзобетон, які мають меншу питому поверхню. Через це шлакопемзобетон має нижчу сорбційну вологість порівняно з керамзитобетоном, що може пояснюватися більшим вмістом склоподібних компонентів у його складі.

Червона цегла відрізняється набагато меншою питомою поверхнею, ніж легкі бетони, що свідчить про невелику кількість мікро- та мезопор і пояснює її низьку сорбційну вологість. Проте більші пори сприяють вищій вологопровідності, що робить червону цеглу здатною швидше пропускати вологу порівняно з бетонами.

Силікатна цегла має сорбційні характеристики, подібні до штукатурного розчину, ймовірно, через схожість у складі цих матеріалів.

Теплоізоляційні матеріали, такі як мінераловатні плити, пінополістирол і пінополіуретан, мають невелику питому поверхню та об'єм мікро- і мезопор, що пояснює їхню низьку сорбційну вологість. Проте фенольні пінопласти мають значно більшу питому поверхню, що підвищує їхню здатність до адсорбції вологи.

На основі наведених даних можна визначити розрахункові значення сорбційної вологості матеріалів. Це дозволяє обчислити очікувану сорбційну вологість для кожного матеріалу з певною імовірністю, що

важливо для проєктування та оцінки їхньої довговічності й експлуатаційних характеристик.

**Таблиця – Розрахункові значення сорбційної вологості будівельних матеріалів**

| 1  | 2                                         | Розрахункові значення сорбційної вологості, кг/кг при відносній вологості повітря |       |       |       |       |                      |       |       |       |       |
|----|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
|    |                                           | Середні значення                                                                  |       |       |       |       | Максимальні значення |       |       |       |       |
|    |                                           | 0,4                                                                               | 0,6   | 0,8   | 0,9   | 0,97  | 0,4                  | 0,6   | 0,8   | 0,9   | 0,97  |
| 3  | 4                                         | 5                                                                                 | 6     | 7     | 8     | 9     | 10                   | 11    | 12    | 13    | 14    |
| 2  | Бетон важкий                              | 0,007                                                                             | 0,010 | 0,016 | 0,026 | 0,046 | 0,009                | 0,015 | 0,024 | 0,040 | 0,078 |
| 3  | Керамзитобетон                            | 0,014                                                                             | 0,023 | 0,038 | 0,051 | 0,075 | 0,018                | 0,033 | 0,055 | 0,074 | 0,112 |
| 4  | Керамзитобетон на шлако-пужному в'язучому | 0,015                                                                             | 0,022 | 0,043 | 0,061 | 0,103 | 0,017                | 0,027 | 0,052 | 0,075 | 0,130 |
| 5  | Керамзитоперлитобетон                     | 0,017                                                                             | 0,025 | 0,044 | 0,067 | 0,114 | 0,020                | 0,031 | 0,059 | 0,091 | 0,159 |
| 6  | Керамзитокарбонатобетон                   | 0,006                                                                             | 0,15  | 0,025 | 0,033 | 0,056 | 0,006                | 0,016 | 0,027 | 0,037 | 0,061 |
| 7  | Керамзитозолобетон                        | 0,014                                                                             | 0,022 | 0,045 | 0,061 | 0,083 | 0,015                | 0,026 | 0,055 | 0,075 | 0,101 |
| 8  | Шунгзитобетон                             | 0,016                                                                             | 0,021 | 0,035 | 0,051 | 0,079 | 0,020                | 0,029 | 0,048 | 0,074 | 0,117 |
| 9  | Шлакопемзобетон                           | 0,010                                                                             | 0,014 | 0,021 | 0,030 | 0,052 | 0,012                | 0,019 | 0,030 | 0,044 | 0,074 |
| 10 | Азеритобетон                              | 0,013                                                                             | 0,019 | 0,033 | 0,045 | 0,064 | 0,015                | 0,022 | 0,040 | 0,053 | 0,073 |
| 11 | Газо- і пінобетон                         | 0,023                                                                             | 0,028 | 0,043 | 0,065 | 0,014 | 0,027                | 0,036 | 0,057 | 0,095 | 0,196 |
| 12 | Цементно-піщаний розчин                   | 0,016                                                                             | 0,024 | 0,042 | 0,061 | 0,091 | 0,021                | 0,035 | 0,060 | 0,088 | 0,137 |
| 13 | Цементний розчин на керамзитовому піску   | 0,027                                                                             | 0,040 | 0,061 | 0,099 | 0,152 | 0,032                | 0,049 | 0,078 | 0,134 | 0,215 |

Середні значення сорбційної вологості корисні для теплотехнічних розрахунків, а максимальні значення, визначені з певною ймовірністю, потрібні для нормування будівельних матеріалів у сучасних ДБН та ДСТУ. При цьому важливо враховувати, що максимальні значення вологості залежать від середньоквадратичних відхилень, тобто від того, наскільки варіативні експериментальні дані. Наприклад, для керамзитозолобетону середнє значення сорбційної вологості при ймовірності  $p = 0,97$  вище, ніж у керамзитобетону, хоча його максимальне значення – менше. Це пов'язано з тим, що керамзитобетон має більші середньоквадратичні відхилення, ніж керамзитозолобетон.

Для точніших розрахунків вологопереносу доцільно використовувати ізотерми десорбції. Оскільки реальна вологість будівельних матеріалів у звичайних умовах ближче до десорбційної, такі дані покращують точність розрахунків вологісного режиму огорожувальних конструкцій.

При аналізі ізотерм десорбції слід пам'ятати, що максимальна вологість, хоча і розраховується математично, фактично є екстраполяцією. Це означає, що вона може перевищувати значення сорбційної вологості, які отримані для конкретного матеріалу.

### 3.5. Дослідження незамерзлої води в цементно-піщаних розчинах при низьких температурах

Оскільки в ефективних теплоізоляційних матеріалах волога в основному переміщається у вигляді пари, визначення кількості незамерзлої води в таких матеріалах не є актуальним. Проте у зовнішньому бетонному шарі будівельної конструкції навіть взимку значна частина вологи переноситься у рідкому стані, що може складати основну частину від загального потоку вологи. Це пов'язано з тим, що температурний градієнт і градієнт пружності водяної пари в цьому шарі є незначними.

Тому дослідження було спрямоване на вивчення вмісту незамерзлої води при низьких температурах в цементно-піщаних розчинах різних складів. Експерименти проводилися у два етапи. На першому етапі розроблялася методика вимірювання кількості незамерзлої води за допомогою дієлькометричного методу, результати якого порівнювали з калориметричними даними. На другому етапі виконувалося безпосереднє визначення вмісту незамерзлої води в різних цементно-піщаних розчинах при негативних температурах.

Отримані результати дозволили створити методику для наближених розрахунків вмісту незамерзлої води в бетонах, що стане корисним для прогнозування їхньої поведінки в умовах низьких температур.

Експериментальні результати визначення вологопровідності  
будівельних матеріалів.  $\tau$

Розроблений метод дозволив визначити, як рідка волога переміщується в різних будівельних матеріалах. Це також дало змогу побачити, як на цей

процес впливають певні фактори. Час  $\tau$ , протягом якого зразок повинен вбирати воду до його поділу на частини, варто обирати так, щоб він не перевищував час, коли на графіку капілярного всмоктування з'являється перша «зламана» точка.

Щоб підвищити точність вимірювань, краще брати декілька зразків і змінювати час, протягом якого відбувається капілярне всмоктування. На графіках можна побачити, як волога розподіляється в матеріалі.

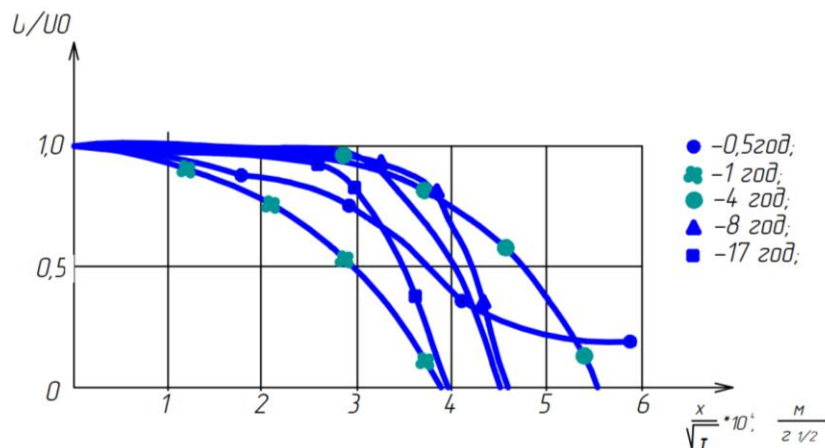
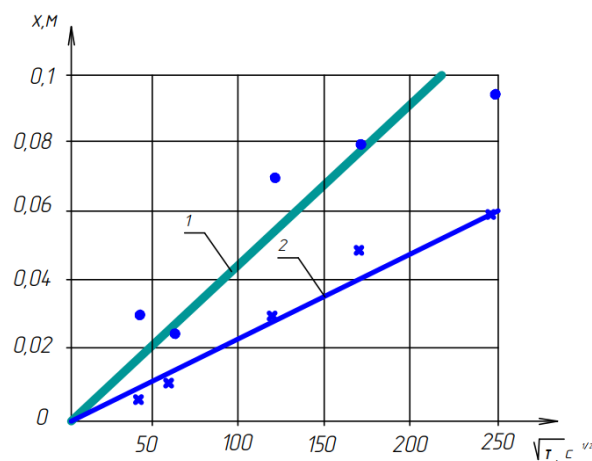


Рисунок 3.1- Розподіл вологості по висоті зразків цементно-піщаного розчину  $\gamma_0 = 2000 \text{ кг/м}^3$  при різній тривалості капілярного всмоктування.

Графічне визначення параметрів  $k_1$  і  $k_2$  для цементно-піщаного розчину  $\gamma_0 = 2000 \text{ кг/м}^3$



1-визначення параметра  $k_2$ ;  
2-визначення параметра  $k_1$ .

Рисунок 3.2 - Визначення параметрів  $k_1$  і  $k_2$  для цементно-піщаного розчину  $\gamma_0 = 2000 \text{ кг/м}^3$

У цьому дослідженні ми аналізуємо, як змінюється висота зразків цементно-піщаного розчину при різному часу  $\tau$ . Це показано на графіку, де помітно, як зразки вбирають воду через капіляри. Графіки трохи різняться, але ці відмінності можна пояснити різною якістю зразків та недоліками у методі, яким ми вимірюємо розподіл вологи по висоті зразка.

Завдяки даним на графіку ми можемо точніше визначити параметри волого провідності ( $k_1$ ) та ( $k_2$ ), порівнюючи їх між зразками. Значення коефіцієнтів, отриманих у результаті обчислень, відрізняються між собою – ця різниця може коливатися від 45 до 130% від середнього значення, як зазначено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Середні значення коефіцієнта вологопровідності для цементно-піщаного розчину з густиною  $\gamma_0=2000 \text{ кг/м}^3$ , які отримані шляхом дослідження різних зразків за різний час капілярного всмоктування.

| N зразка           | Час капілярного всмоктування до роздорки зразка, $\tau$ , с | Параметри переносу рідкої вологи      |                                       |      |           | Усереднене значення коефіцієнта вологопровідності, $\beta \cdot 10^5$ , $\text{кг/(мс)}$ |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                                             | $k_1 \cdot 10^4$ , $\text{м/с}^{1/2}$ | $k_2 \cdot 10^4$ , $\text{м/с}^{1/2}$ | $a$  | $k_1/k_2$ |                                                                                          |
| 1                  | 1800                                                        | 1,19                                  | 7,14                                  | 0,85 | 0,167     | 14,5                                                                                     |
| 2                  | 3600                                                        | 1,67                                  | 4,17                                  | 2,10 | 0,400     | 5,0                                                                                      |
| 3                  | 14400                                                       | 2,50                                  | 5,83                                  | 3,85 | 0,429     | 11,3                                                                                     |
| 4                  | 28800                                                       | 3,03                                  | 4,76                                  | 6,70 | 0,639     | 5,2                                                                                      |
| 5                  | 61200                                                       | 2,44                                  | 3,86                                  | 6,70 | 0,632     | 3,5                                                                                      |
| Середнє по зразкам |                                                             | 2,46                                  | 4,76                                  | 4,60 | 0,517     | 6,2                                                                                      |

Якщо час розбирання зразка  $\tau$  перевищує той момент, коли на графіку капілярного всмоктування з'являється перший перегин, це зменшує розрахований коефіцієнт вологопровідності матеріалу. Такий висновок був зроблений на основі експериментів з перлітобетоном і перлітополістиролбетоном. На графіку (рис. 3.6) показано результати, отримані зі зразками-близнюками п'яти різних складів цих матеріалів. Для

кожного зразка визначали параметри переміщення води при двох значеннях часу — до першого перегину ( $\tau_1$ ) і після нього ( $\tau_2$ ).

Виявлено, що при  $\tau_2$  коефіцієнт вологопровідності знижується порівняно з  $\tau_1$ , окрім четвертого складу, де перегин слабкий, а коефіцієнти майже не відрізняються. Також на тих самих зразках, а ще й на зразках діолітобетону, проводили порівняння двох методів розрахунку коефіцієнтів вологопровідності: нестационарного та стаціонарного. Результати наведені на рис. 3.5 та 3.6, а також в таблиці 3.7. Виявилося, що нестационарний метод дає значно більші значення вологопровідності, ніж стаціонарний. Це можна пояснити тим, що в стаціонарному методі враховується не лише вологопровідність, а й паропроникність, яка зменшує потік води, що враховується при розрахунку вологопровідності.

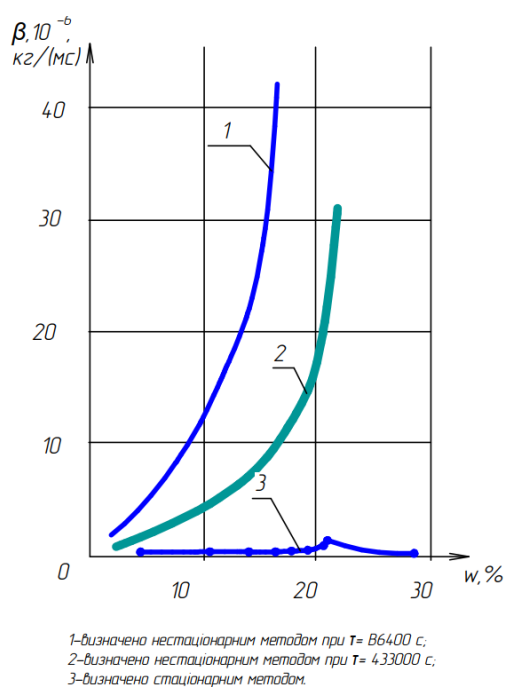


Рисунок 3.3 - Коефіцієнти вологопровідності перлітополістиролбетону з густиною  $\gamma_0 = 1100 \text{ кг/м}^3$ , визначені за допомогою нестационарного та стаціонарного методів.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Основні положення охорони праці в будівництві

Охорона праці – це комплекс законів та заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, здоров'я та працездатності людей під час роботи. Вона включає соціально-економічні, технічні, лікувально-профілактичні та організаційні дії, що спрямовані на те, щоб працівники працювали у безпечних умовах.

Технічні заходи стосуються захисту працівників від травм та інших небезпечних впливів. Їх мета – полегшити виконання завдань, зменшити ризик нещасних випадків і негативний вплив на здоров'я. Наприклад, це може бути обладнання безпечних робочих місць або встановлення засобів захисту від небезпечних умов на будівництві.

Лікувально-профілактичні заходи включають створення комфортних умов на робочих місцях, як-от облаштування побутових кімнат для відпочинку, належне освітлення робочої зони, а також інші умови, що сприяють збереженню здоров'я на будівельних майданчиках.

Головне завдання охорони праці в будівництві – це запобігання небезпекам, які можуть виникати під час виконання робіт. У сучасному світі ця мета досягається завдяки новітнім підходам до організації праці, зокрема за допомогою ДБН та ДСТУ, що враховують актуальні вимоги до безпеки.

Для підтримки здорового середовища у виробництві слід дотримуватись кількох основних правил:

1. Розумне використання природних ресурсів, щоб їхнє споживання не перевищувало можливостей природи до самовідновлення. Це завдання допомагає формувати напрями розвитку технологій, спрямованих на екологічне виробництво.

2. Пошук нових рішень у використанні обмежених природних ресурсів з урахуванням їх вичерпності.

3. Впровадження безвідходних технологій, які зменшують обсяги відходів і знижують навантаження на природні системи. Це дає можливість зберігати матеріали і знижувати негативний вплив виробництва на довкілля.

4. Розумний перерозподіл вироблених ресурсів у світі. Це питання є важливим для розвитку справедливих економічних відносин між країнами та підтримки міжнародного співробітництва на демократичних засадах.

Таким чином, охорона праці охоплює різні аспекти безпеки, від фізичних умов на робочих місцях до глобальних екологічних та економічних питань.

#### 4.2 Аналіз небезпечностей та шкідливостей які виникають на будівельному майданчику

Сучасний розвиток будівельної техніки і постійне вдосконалення технологій вимагають правильної організації будівельного майданчика і вантажно-будівельних робіт. Це потрібно для того, щоб створити безпечні та зручні умови для високоефективної роботи.

Охорона праці, техніка безпеки, а також вимоги до санітарії і пожежної безпеки на будівельному майданчику розробляються в рамках проєктів організації будівництва (ПОБ) та проєктів виробництва робіт (ПВР). Заходи з охорони праці в організаційно-технологічній документації поділяються на три основні категорії: загальномайданчикові, технологічні та спеціальні.

1. Загальномайданчикові заходи включають облаштування території: організацію проїздів, пішохідних доріжок, огороження небезпечних зон, підключення електрики та водопостачання, а також забезпечення безпечної роботи будівельних машин. Сюди входить також організація тимчасових побутових приміщень, складів, освітлення території в темний час, встановлення сигналізації для пожежної безпеки і захисту території, що відповідає сучасним українським стандартам.

2. Технологічні заходи орієнтовані на безпечну організацію самих будівельних процесів. Це перевірка технологічності конструкцій, розміщення будівельних машин, вибір відповідного обладнання для підйому та монтажу матеріалів, а також засобів для безпечної роботи на висоті.

3. Спеціальні заходи передбачають врахування умов, що впливають на безпеку та комфорт роботи. Наприклад, це можуть бути заходи для роботи в специфічних погодних умовах, захист від впливу токсичних матеріалів, а також санітарні й пожежні вимоги. Такі заходи особливо важливі, коли виконуються різні роботи одночасно.

Правильна організація будівельного майданчика дозволяє зберегти здоров'я працівників на всіх етапах будівництва. Наприклад, територія повинна бути огорожена парканом висотою від 1,2 до 2 метрів з воротами для техніки і проходами для людей. Біля тротуарів і місць проходу потрібно встановити перила для захисту від руху транспорту.

Траншеї, що проходять через місця, де часто ходять люди, слід обгороджувати перилами висотою 1 метр і позначати електричними лампами у темний час доби. Всі матеріали потрібно складувати за межами призми обвалення ґрунту в траншеях, де стінки не закріплені.

До засобів безпеки також належить облаштування входів у будівлі, які зводяться: над входом встановлюється навіс, що виступає від стіни на 2 метри і утворює з нею кут 70-75 градусів.

Така організація допомагає уникати травм і створює комфортні та безпечні умови для роботи.

Огородження небезпечних зон на будівельному майданчику допомагає уникнути потрапляння туди сторонніх осіб і звертає увагу працівників на потенційні ризики під час роботи та пересування. До небезпечних зон належать:

- Для кранів – зона дії крану та його рейкові шляхи. Баштовий кран бажано розміщувати з протилежного боку від входів у будівлю, але через обмеження простору його можуть встановлювати зі сторони двору.

- Для тимчасових енергетичних мереж – область, де працівник може торкнутися проводів під час монтажу конструкцій.

- Для земляних робіт – зона призми обвалення ґрунту, глибокі котловани та місця, де працюють екскаватори. Зокрема, нижній край баластного насипу для рейкового шляху потрібно розташовувати від бровки виїмки на відстані не менше 1,5 глибини виїмки плюс 400 мм для піщаних і супіщаних ґрунтів.

- Для складів – зони для складування матеріалів, деталей та конструкцій.

- Для транспортних шляхів – ділянки з інтенсивним рухом, які потребують особливої уваги.

Облаштування тимчасових доріг має забезпечити безпечне пересування транспорту, який доставляє матеріали та конструкції до складів. У схемі руху передбачають під'їзди до складів, майстерень та побутових приміщень. Ширина дороги для одностороннього руху автомобілів повинна бути не менше 3,5 м, а радіус повороту – не менше 10 м.

Також слід враховувати небезпечні зони, що перебувають у радіусі дії кранів, які піднімають або монтують вантажі. Ворота для в'їзду на будівельний майданчик мають бути шириною не менше 4,5 м для зручного руху транспорту.

#### Освітлення

Одним з важливих аспектів зменшення виробничих травм є забезпечення якісного і рівномірного освітлення на будівельному майданчику. Якщо встановлення спеціальної мережі аварійного освітлення є недоцільним або неможливим, використовуються переносні світильники з акумуляторами або батареями. Усі механізми та будівельні машини також

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 48   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

повинні мати освітлювальні пристрої, які забезпечують належну видимість у зоні їх роботи.

Прожектори встановлюються, коли звичайні світильники не можуть забезпечити достатнього освітлення (наприклад, під час земляних або бетонних робіт). Їх монтують на стовпах або металевих щоглах. Такі освітлювальні пристрої повинні бути захищені від розхитування під час вітру. При встановленні світильників на кранах передбачають майданчики для їх обслуговування. Ручні переносні світильники заборонено використовувати як стаціонарні.

#### Складування конструкцій та матеріалів

Для зберігання матеріалів і конструкцій поблизу будівель організовують відкриті склади. Важливо, щоб вантажі не розташовувалися в проходах і проїздах. Матеріали складуються за зонами: важкі елементи – ближче до крану, а легкі – далі від нього.

Штабелі матеріалів повинні бути розташовані на безпечній відстані від траншей та інших виїмок, щоб уникнути обвалення ґрунту. Відстань від штабелів до бровок траншей має бути не менше 1 метра. Між штабелями необхідно залишати проходи шириною не менше 1 метра та проїзди для транспортних засобів та вантажно-розвантажувальних машин.

Складувальні майданчики, розташовані в зоні дії крана, є небезпечними зонами, тому повинні бути огорожені згідно з сучасними стандартами.

Під час складування збірних конструкцій та виробів у монтажній зоні або поблизу будівельного об'єкту важливо дотримуватися правил укладання. Залізобетонні конструкції потрібно зберігати в проєктному положенні (за винятком сходових маршів та інших елементів). Кріпильні петлі на виробах у штабелях мають бути направлені вгору, а прокладки між елементами розташовані вертикально одна над одною.

#### 4.3 Заходи та засоби по усуненню небезпечностей та шкідливостей при роботі на будівельному майданчику

Для зменшення впливу шкідливих факторів на будівельників під час виконання робіт використовуються різні засоби захисту. Їх обирають залежно від вимог безпеки, що підходять до конкретного типу робіт. За стандартами, засоби захисту поділяються на два типи: колективні та індивідуальні.

##### Засоби колективного захисту

Для захисту робітників від впливу різних небезпечних факторів застосовуються наступні засоби колективного захисту:

- Від механічних факторів – використовуються огорожувальні пристрої, системи автоматичного контролю і сигналізації, запобіжні механізми, дистанційне керування та гальмівні засоби.

- Для забезпечення нормального освітлення – встановлюються системи вентиляції, очищення повітря, обігріву та дезодорації, що допомагають підтримувати комфортні умови на робочому місці.

- Для захисту від електричного струму – використовуються захисні огороження, ізоляційні матеріали, системи заземлення, автоматичні вимикачі, громовідводи і знаки безпеки.

Коли на майданчику відсутні постійні огороження, небезпечними місцями стають відкриті зони, як-от сходові отвори, віконні та дверні прорізи, шахти ліфтів. У таких випадках для запобігання падіння робітників встановлюються тимчасові інвентарні огорожі. Дверні отвори шахт ліфтів огорожують переносними захисними елементами, які легко встановлюються і знімаються. Віконні отвори та відкриті ділянки на даху зазвичай огорожуються спеціальними пристроями з тросами та кріпленнями для більшої безпеки.

##### Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Створення безпечних умов на будівельному майданчику неможливе без забезпечення робітників індивідуальними засобами захисту, такими як спецодяг, спецвзуття, каски та рукавиці. ЗІЗ повинні забезпечувати комфорт, бути зручними у використанні, захищати від потенційних загроз та відповідати ергономічним стандартам.

Вибір засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) залежить від конкретних умов роботи, вимог безпеки для виконання того чи іншого процесу, а також від погодних умов. Відповідно до стандартів, ЗІЗ поділяються на різні види залежно від призначення:

- Спецодяг: комбінезони, напівкомбінезони, куртки, штани, костюми, плащі, кошушки, тулуби, фартухи та жилети – вибір залежить від типу роботи та умов навколишнього середовища.

- Спецвзуття: чоботи, напівчоботи, черевики, напівчеревики, калоші, боти – для захисту ніг, особливо в умовах підвищеної вологості чи забруднення.

- Захист голови: каски, шоломи, шапки, берети – для уникнення травм від можливих ударів або падіння предметів.

- Захист органів дихання: протигази, респіратори, пневмошоломи, пневмомаски – для захисту від пилу, хімічних випарів та інших небезпечних речовин у повітрі.

- Захист обличчя: захисні щитки та маски, які знижують ризик травмування обличчя при роботі з небезпечними матеріалами чи інструментами.

- Захист очей: спеціальні окуляри, що захищають від пилу, уламків, яскравого світла або хімічних речовин.

- Захист органів слуху: протишумні шоломи, навушники, вкладиші – важливо для роботи в шумному середовищі, де можливе пошкодження слуху.

- Захист від падіння з висоти: страхувальні пояси, діелектричні килимки, ручні захвати, наколінники, налокітники, наплічники – використовуються при роботі на висоті для запобігання травмам у випадку падіння.

- Захист рук: миючі засоби, захисні креми, мазі – для підтримки чистоти рук і захисту від шкідливих речовин.

Для правильного підбору спецодягу, спецвзуття та інших ЗІЗ потрібно користуватися спеціальними каталогами, що містять перелік моделей та рекомендації з урахуванням специфіки будівельних робіт. Це допомагає вибрати захисне спорядження, яке найкраще відповідає умовам роботи і забезпечує комфорт та безпеку для робітників та інженерно-технічного персоналу.

#### 4.4 Охорона навколишнього середовища

У процесі діяльності людина забруднює навколишнє середовище. Основна частина забруднення атмосфери виникає через викиди різних шкідливих речовин і пилу, що створює загрозу не лише для живих організмів, але й для здоров'я людей.

Для зменшення впливу забруднень на атмосферу та профілактики захворювань і отруєнь, введено контроль на основі гранично допустимих концентрацій (ГДК). Це означає, що на підприємствах встановлюються гранично допустимі викиди (ГДВ) для кожного джерела забруднення, що регулюється українським стандартом ДСТУ 4462.3.01:2006. Розрахунки ГДВ враховують розсіювання шкідливих речовин і перспективи розвитку підприємств, щоб концентрація забруднень не перевищувала допустимі рівні для населення і природи.

При визначенні ГДВ важливо враховувати фонові концентрації шкідливих речовин у повітрі, включно з тими, що походять від автотранспорту. Фонова концентрація – це кількість забруднюючої речовини в одиниці об'єму природного середовища, на яке впливає людська

діяльність. Контроль виконання ГДВ здійснюється шляхом замірів концентрацій шкідливих речовин та об'ємів повітряної суміші після очищувальних систем або в місцях, де речовини потрапляють у повітря.

Підприємства також негативно впливають на землю, зокрема руйнують родючі шари. Оскільки для формування одного сантиметра чорнозему потрібно 50-100 років, заходи щодо збереження родючих земель є важливою державою задачею.

Захист ґрунтово-рослинного шару від шкідливих впливів і збереження родючості включає такі напрямки:

1. Боротьба з ерозією ґрунтів – запобігання руйнівному впливу води, вітру та діяльності людини на родючі шари ґрунту. Один із способів – рекультивація земель, яка передбачає зняття, збереження та повернення родючого шару на відновлені землі.

2. Забезпечення чистоти ґрунтово-рослинного шару – захист від механічного, хімічного, радіоактивного та бактеріального забруднення.

3. Організація системи переробки промислових відходів – створення умов для переробки відходів у вторинну сировину, що зменшує кількість шкідливих відходів у довкіллі.

Ці заходи є важливою частиною екологічного захисту й спрямовані на збереження якості повітря, води, ґрунтів і здоров'я людей.

Заходи по підвищенню родючості земель.

Для відновлення порушених територій і запобігання подальшому забрудненню навколишнього середовища необхідно застосовувати комплексний підхід, який включає своєчасне впровадження найефективніших заходів.

Відновлення якості води

Вода в місцях, що використовуються для питних або побутових потреб, має відповідати стандартам якості, без перевищення встановлених норм за жодним із показників. Забруднення водних об'єктів посилюється під

час весняного танення снігу та літньо-осінніх паводків, коли в них потрапляє велика кількість забруднень від меліоративних систем.

Викид, знезараження та утилізація стічних вод із радіоактивними речовинами повинні здійснюватися відповідно до чинних стандартів радіаційної безпеки та санітарних норм. Оскільки стічні води несуть серйозну загрозу для довкілля, розроблено різні методи очищення для зменшення їхнього впливу на природу.

#### Методи очищення стічних вод

1. Біохімічне очищення – основний метод очищення стічних вод, який включає біофільтри та аеротенки, де відбувається природне розщеплення забруднень за допомогою мікроорганізмів.

2. Механо-хімічне очищення – включає мембранну технологію, що забезпечує глибоке очищення шляхом механічної та хімічної обробки води.

3. Додаткові методи очищення – використання різноманітних фільтрів, декарбонізація та підкислення до потрібного рівня рН (10,5-11), що допомагає видалити специфічні забруднення.

Якщо очищення стічних вод здійснюється своєчасно і якісно, це дозволяє значно зменшити забруднення природних вод, забезпечуючи їхню безпеку для подальшого використання та захищаючи екосистеми водойм.

#### 4.5 Розрахунок вантажної стійкості крану

Втрата стійкості будівельних машин, зокрема кранів, може призвести до серйозних аварій з великими матеріальними збитками і важкими травмами. Основні причини нестабільності включають перевантаження крану, надмірне вітрове навантаження, просідання основи підкранових шляхів, різкі гальмування або обрив сталевих канатів, поломки основних механізмів, а також зношення несучих конструкцій.

Додаткові фактори, такі як динамічні навантаження, нахил основи в напрямку можливого перекидання та вітрове навантаження, також можуть

створювати небезпеку для стійкості крану. Основними діючими силами є вага вантажу, вітрове навантаження, сили інерції під час руху крана тощо.

Щоб зберегти стійкість, крану потрібен момент утримуючих сил, який переважає над моментом сил, що прагнуть перекинути машину. Відповідно, для оцінки стійкості використовується коефіцієнт стійкості  $(K_{\text{y}})$ . Вимоги до цього коефіцієнта регулюються правилами Держтехнагляду, і його значення залежить від умов експлуатації крану.

$$K_y = \frac{\sum M_{\text{утр}}}{\sum M_{\text{пер}}} \geq 1,4 \text{ - без додаткових навантажень;}$$

$$K_{\text{з.у.}} \geq 1,15 \text{ - з врахуванням додаткових навантажень;}$$

$$K_{\text{y.}} = \frac{M_{\text{о.д.}}}{M_{\text{з.}}},$$

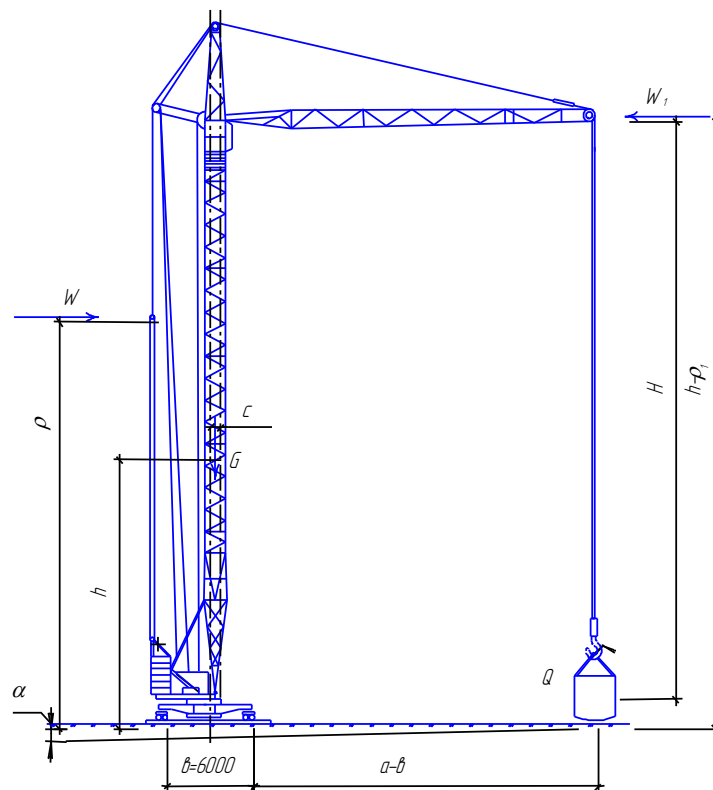


Рисунок 4.1 – Розрахункова схема стійкості баштового крану з вантажем

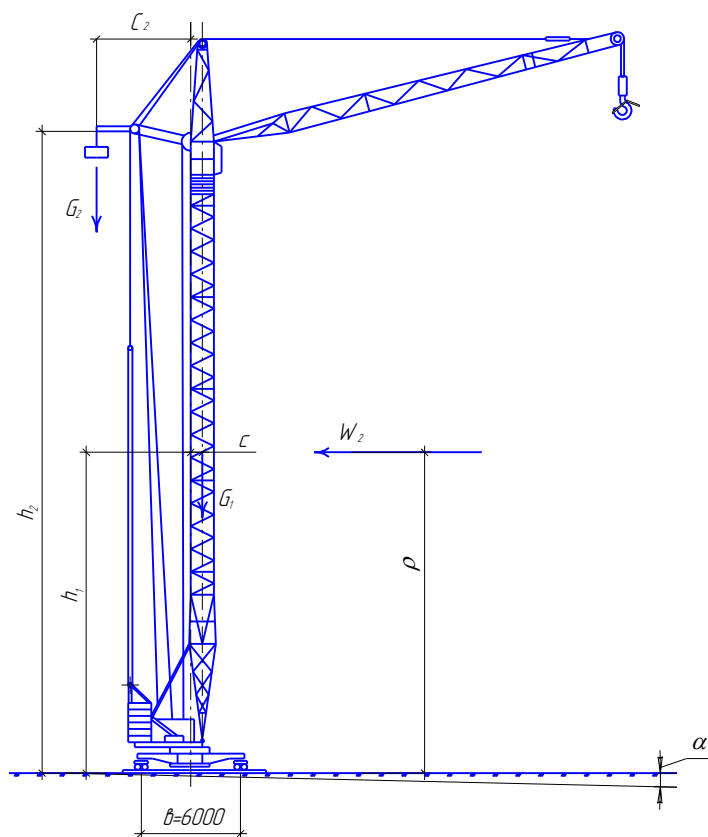


Рисунок 4.2 Розрахункова схема стійкості баштового крану без вантажу

де  $M_z$  – момент, що створюється робочим вантажем відносно ребра перекидання, Н·м;

$$M_z = Q \cdot (a - e)$$

де  $Q$  – маса найбільшого робочого вантажу, Н;

$a$  – відстань від осі обертання до центру тяжіння робочого вантажу найбільшої маси, підвішеного на крюк, м;

$e$  – відстань від осі обертання до ребра перекидання, м.

$M_{od}$  – момент від основних та додаткових навантажень, що діють на кран відносно того ж ребра перекидання з врахуванням найбільшого допустимого нахилу шляху, Н·м, який визначається за формулою:

$$M_{o.d.} = M_g - M_y - M_{y.c.} - M_{i.c} - M_{\omega}$$

де  $M_g$  – відновлювальний момент від дії власної ваги крану:

$$M_g = G \cdot (e + c) \cos \alpha ;$$

де  $G$  – вага крану, Н;

$c$  – відстань від осі обертання крану до його центру тяжіння, м;

$\alpha$  – кут нахилу шляху крану, град.,

$\alpha = 2^0$  – при роботі на тимчасових шляхах для баштових кранів;

$M_y$  – момент, що виникає від дії власної ваги крану:

$$M_y = G \cdot h_1 \sin \alpha ;$$

де  $h_1$  – відстань від центру тяжіння до площини, що проходить через точки одного контуру, м;

$M_{yc}$  – момент від дії відцентрових сил:

$$M_{y.c.} = Q \cdot n^2 \cdot a \cdot h \cdot (900 - n^2 \cdot H);$$

де  $n$  – частота обертання крану навколо вертикальної осі,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$h$  – відстань від оголовку стріли до площини, що проходить через точки опорного контуру, м;

$H$  – відстань від оголовку стріли до центру тяжіння підвішеного вантажу, що знаходиться над землею на відстані 20...30 м.

$M_{ic}$  – момент від інерційних сил при гальмуванні вантажу що опускається:

$$M_{i.c.} = \frac{Q \cdot V \cdot (a - e)}{g \cdot t};$$

де  $V$  - швидкість підйому вантажу,  $V = 1,5$  м/с;

$g$  - прискорення вільного падіння,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$t$  - час неусталеного режиму роботи механізму підйому, с;

$M_{\omega}$  - момент від вітрового навантаження:

$$M_{\omega} = M_{\omega.k.} + M_{\omega.z.} = \omega_k \cdot \rho + \omega_z \cdot \rho_1$$

де  $M_{\omega k}$  - момент від дії вітрового навантаження на вертикальну площину крану;

$M_{\omega z}$  - те ж, вантажу;

$\omega_k$  - вітрове навантаження, прикладене в центрі тяжіння крану, Па;

$\omega_z$  - вітрове навантаження, що діє на навітряну площу вантажу, Па;

$\rho = h$  і  $\rho_1 = h_1$  відстань від основи до центру прикладення вітрового навантаження, м.

Виходячи із вищевикладеного, коефіцієнт вантажної стійкості крану:

$$k_y = \frac{M_{\omega\omega}}{M_z} \geq \frac{\frac{G \cdot [(b+c) \cdot \cos \alpha - h_1 \cdot \sin \alpha] - Q \cdot n^2 \cdot a \cdot h}{(900 - n^2 \cdot h)} - \frac{Q \cdot V}{q \cdot t \cdot (a-b) - W_{rp} - W_{2\rho_1}}}{Q \cdot (a-b)} \geq 1,15$$

Розраховуємо вантажостійкість баштового крану КБ401 із вантажопідймальністю 6 т,  $l_{cnp.} = 25$  м,  $H_k = 29,3$  м.

Інші технічні характеристики крану:

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 58   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

$G = 505 \text{ кН}$ ,  $в = 3 \text{ м}$ ,  $с = 1,4 \text{ м}$ ,  $\alpha = 2^\circ$ ,  $h_1 = 15 \text{ м}$ ,  $Q = 28 \text{ кН}$ ,  $n = 0,6 \text{ хв}^{-1}$ ,  
 $a = 25 \text{ м}$ ,  $H = 25 \text{ м}$ ,  $V = 0,37 \text{ м/с}$ ,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ,  $t = 5$ ,  $W_{\kappa} = 150 \text{ Па}$  – для  
 баштових високих кранів,  $W_z = 50 \text{ Па}$ ,  $\rho = 15$ ,  $\rho_1 = 26$ .

Визначимо коефіцієнт вантажної стійкості:

$$K_{z,y} = 2,6 > 1,15.$$

Таким чином, вантажна стійкість баштового крану з врахуванням  
 додаткових навантажень при заданих умовах експлуатації забезпечена.

|     |      |         |        |      |               |      |
|-----|------|---------|--------|------|---------------|------|
|     |      |         |        |      | МВ 2319209 ПЗ | Лист |
|     |      |         |        |      |               | 59   |
| Зм. | Лист | № докум | Підпис | Дата |               |      |

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Був зібраний і доповнений результатами власних досліджень набір даних, що стосується того, як будівельні матеріали вбирають вологу шляхом сорбції. На основі цього набору даних вдалося скласти таблицю з характеристиками сорбції і десорбції водяної пари для різних матеріалів, яка може використовуватися в розрахунках.

2. Було проведено дослідження, як будівельні матеріали вбирають воду капілярним способом. Виявилося, що для більшості матеріалів кількість увібраної води залежить від часу всмоктування і є пропорційною до квадратного кореня від часу. На основі цього розроблено методику, яка дозволяє визначити основні показники капілярного всмоктування води для різних будівельних матеріалів.

3. Були проаналізовані експериментальні дані щодо коефіцієнтів паропроникності будівельних матеріалів. Було виявлено, що щільність матеріалів не завжди впливає на їхню здатність пропускати водяну пару, тобто кореляційної залежності між цими показниками немає.

4. Такі дослідження є важливими, адже вони допомагають розуміти, як матеріали поведуть себе у вологому середовищі, що особливо важливо для будівель в умовах підвищеної вологості чи різких температурних перепадів. Знання цих характеристик дозволяє правильно підбирати матеріали для різних будівельних конструкцій, забезпечуючи довговічність споруд і зменшуючи ризик виникнення цвілі чи грибка.

## GENERAL CONCLUSIONS

1. A set of data on how building materials absorb moisture through sorption was collected and supplemented with the results of our own research. Based on this data set, a table with water vapour sorption and desorption characteristics for different materials was compiled and can be used in calculations.

2. A study was conducted on how building materials absorb water by capillary action. It turned out that for most materials, the amount of water absorbed depends on the time of absorption and is proportional to the square root of the time. Based on this, a methodology was developed to determine the main indicators of capillary water absorption for various building materials.

3. Experimental data on the vapour permeability coefficients of building materials were analysed. It was found that the density of materials does not always affect their ability to transmit water vapour, i.e. there is no correlation between these indicators.

4. Such research is important because it helps to understand how materials behave in a humid environment, which is especially important for buildings in conditions of high humidity or sudden temperature changes. Knowing these characteristics allows us to select the right materials for different building structures, ensuring the durability of buildings and reducing the risk of mould or fungus.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мачинський В. Д. Опір матеріалів: розрахунок впливу вологості на стінові конструкції / В. Д. Мачинський. — К.: Будівельна наука, 2010. — 312 с.
2. Третьяков А. Дослідження впливу вологи на будівельні конструкції / А. Третьяков // Наукові дослідження в будівництві. — 2015. — № 4. — С. 48-56.
3. Фокін К. Ф. Теорія розрахунку вологості в конструкціях / К. Ф. Фокін. — Х.: Харківський політехнічний інститут, 2008. — 224 с.
4. Борщевський А. Н. Удосконалення методів пароізоляції в будівельних конструкціях / А. Н. Борщевський. — Львів: НВП "Екологія", 2009. — 178 с.
5. Гуревич М. А. Методи розрахунку вологісного режиму огорожувальних конструкцій / М. А. Гуревич // Вісник архітектури і будівництва. — 2013. — Т. 8, № 1. — С. 19-27.
6. Франчук А. У. Дослідження переносу вологи в багатошарових огороженнях / А. У. Франчук. — К.: Техніка, 2011. — 256 с.
7. Ликов А. В. Моделі тепломасопереносу в будівельних конструкціях / А. В. Ликов. — Одеса: Будівельник, 2007. — 210 с.
8. Власов О. Є. Графічний метод розрахунку вологості стін / О. Є. Власов // Сучасні проблеми будівництва. — 2014. — № 3. — С. 67-74.
9. Шкловер А. М. Інерційність вологопереносу в огорожувальних конструкціях / А. М. Шкловер. — Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. — 136 с.
10. Ушков Ф. В. Номограми для визначення зони конденсації у конструкціях / Ф. В. Ушков // Інженерні дослідження. — 2011. — Т. 12, № 2. — С. 88-95.
11. Ільїнський В. М. Оцінка тривалості зволоження будівельних матеріалів / В. М. Ільїнський. — Вінниця: ВНТУ, 2013. — 198 с.
12. Лук'янов В. І. Використання комп'ютерного моделювання для розрахунку вологісного стану конструкцій / В. І. Лук'янов. — Дніпропетровськ: ДНУ, 2015. — 150 с.
13. Крішер О. Теорія сушіння будівельних матеріалів / О. Крішер. — К.: Будівельний світ, 2010. — 270 с.
14. Кунцель Г. Розрахунок теплових і вологісних властивостей огорожувальних конструкцій / Г. Кунцель. — Чернівці: НДІ, 2014. — 118 с.
15. Фоломін М. С. Механізми руху пароподібної вологи в конструкціях / М. С. Фоломін // Технічні науки. — 2012. — Т. 7, № 3. — С. 37-44.