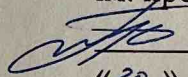


ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри гірничих  
технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т.

 Сергій БАШИНСЬКИЙ  
«20» серпня 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»**

на тему:

Нове будівництво багатоповерхового житлового будинку №5 по  
вул. Калиновій в с. Софіївська Борщагівка Київської області  
Пояснювальна записка

Виконав (я):

студент (ка) 4 курсу, групи ПЦБ-1

  
(підпис)

Бумар Валерій Григорович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність:

192 – Будівництво та цивільна інженерія

Керівник:

К.Т.Н., доц.

(вчений ступінь, посада)

  
(підпис)

Д.М. Байда  
(ініціали, прізвище)

«20» 06 2025 р.

Рецензент:

К.Т.Н., доц.

(вчений ступінь, посада)

  
(підпис)

В.О. Шлапак  
(ініціали, прізвище)

«18» 06 2025 р.

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва

Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Освітній ступінь вищої освіти: «бакалавр»

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Промислове та цивільне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гірничих  
технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т.

Сергій БАШИНСЬКИЙ

«25» квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

для виконання кваліфікаційної роботи

Здобувач (ка)

Бумар Валерій Григорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Нове будівництво багатоповерхового житлового будинку №5 по вул. Калиновій в с. Софіївська Борщагівка Київської області

Керівник роботи

к.т.н., доц. Байда Денис Миколайович

(вчений ступінь, посада, прізвище, ім'я, по батькові)

Затвердженні наказом закладу вищої освіти від 25 квітня 2025 р. №154/с

2. Тип роботи (проект типу БКП або наукова робота типу БКР)

БКП

(БКП/БКР)

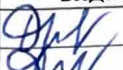
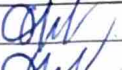
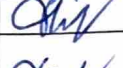
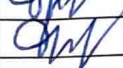
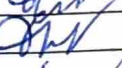
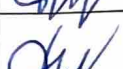
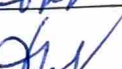
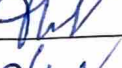
3. Термін подання роботи здобувачем 30 травня 2025 р.

4. Вихідні дані: Географічне розташування: с. Софіївська Борщагівка, Обухівський р-н, Київська обл.; Архітектурно-планувальні рішення об'єкта будівництва; Кадастрові відомості про ділянку забудови; Звіт про дослідження інженерно-геологічних умов в межах ділянки забудови.

5. Зміст текстової частини (пояснювальної записки): Розділ 1. Архітектурно-будівельні рішення; Розділ 2. Будівельні конструкції; Розділ 3. Основи і фундаменти; Розділ 4. Технологія будівельного виробництва; Розділ 5. Організація будівництва; Розділ 6. Охорона праці та навколишнього середовища; Висновки; Список використаної літератури

6. Зміст графічної або демонстраційної частини з переліком обов'язкових креслеників: план першого поверху; план типового поверху; генеральний план; фасад та його розріз; план покрівлі; будівельні конструкції фундаментів, простінок, технологічна карта виконання цегляної кладки типового поверху, технологічна карта облаштування покрівлі, схеми виконання операцій, будгенплан, календарний графік виконання робіт.

## 7. Консультанти розділів

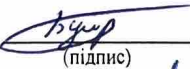
| Розділ                                    | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                       |                                                                                     |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           |                                           | Завдання видав                                                                     | Виконання прийняв                                                                   |
| Архітектурно-будівельні рішення           | Байда Д.М.                                |  |  |
| Будівельні конструкції                    | Байда Д.М.                                |  |  |
| Основи і фундаменти                       | Байда Д.М.                                |  |  |
| Технологія будівельного виробництва       | Байда Д.М.                                |  |  |
| Організація будівництва                   | Байда Д.М.                                |  |  |
| Охорона праці та навколишнього середовища | Байда Д.М.                                |  |  |
| Графічна частина кваліфікаційної роботи   | Байда Д.М.                                |  |  |

8. Дата видачі завдання 03 чотого 2025 р.

## Календарний план

| № п/п | Найменування етапів виконання кваліфікаційної роботи                                          | Термін виконання |            | Примітка |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------|
|       |                                                                                               | Початок          | Закінчення |          |
| 1     | Підготовчий етап: збір вихідних даних, огляд нормативних документів, аналіз аналогів          | 16.01.2025       | 31.01.2025 |          |
| 2     | Архітектурно-планувальні рішення: розробка планувальних схем, об'ємно-просторових моделей     | 01.02.2025       | 28.02.2025 |          |
| 3     | Конструктивні розрахунки: статичний та міцнісний аналіз несучих елементів, вибір матеріалів   | 01.03.2025       | 20.03.2025 |          |
| 4     | Інженерно-геологічні дослідження та проектування фундаментів                                  | 21.03.2025       | 10.04.2025 |          |
| 5     | Технологія будівництва: розробка технологічних карт, календарно-ресурсне планування робіт     | 11.04.2025       | 30.04.2025 |          |
| 6     | Заходи з охорони праці та екологічного захисту: деталізація інструкцій, схем, процедур        | 01.05.2025       | 08.05.2025 |          |
| 7     | Підготовка та оформлення фінальних розділів: узгодження, редагування, оформлення додатків     | 09.05.2025       | 13.05.2025 |          |
| 8     | Підготовка до захисту: оформлення презентацій, збір друкованих матеріалів, репетиція доповіді | 14.05.2025       | 15.05.2025 |          |

Здобувач (жа)

  
(підпис)

В.Г. Бумар  
(ініціали, прізвище)

Керівник роботи

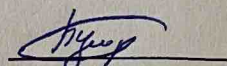
  
(підпис)

Д.М. Байда  
(ініціали, прізвище)

Я, Бумар Валерій Григорович, цим засвідчую, що представлена до захисту бакалавська робота на тему: «Нове будівництво багатоповерхового житлового будинку №5 по вул. Калиновій в с. Софіївська Борщагівка Київської області» виконана на основі власних наукових досліджень. Текст не містить доробку інших дослідників без відповідних посилань на їх праці.

Я попереджений(на) про те, що у разі виявлення фактів порушення мною академічної доброчесності буду недопущений(на) до захисту, а в разі отримання диплому – буду позбавлений(на) його відповідно до: Закону України «Про освіту», Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку скасування рішення про присудження ступеня вищої освіти та присвоєння відповідної кваліфікації» та Положення про академічну доброчесність та етику академічних взаємовідносин в Державному університеті «Житомирська політехніка».

«15» серпня 2025 р.

  
(підпис)

## ЗМІСТ

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                                       | 8  |
| РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ .....                                                   | 11 |
| 1.1. Тип та призначення будівлі .....                                                             | 11 |
| 1.2. Клас відповідальності та протипожежні характеристики .....                                   | 11 |
| 1.3. Розташування та рельєф майданчика. ....                                                      | 11 |
| 1.4. Кліматичні умови ділянки .....                                                               | 13 |
| 1.5. Генеральний план .....                                                                       | 15 |
| 1.6. Об'ємно-планувальні рішення будівлі .....                                                    | 17 |
| 1.7. Конструктивне рішення .....                                                                  | 17 |
| 1.7.1. Стіни .....                                                                                | 18 |
| 1.7.2. Перекриття .....                                                                           | 18 |
| 1.7.3. Підлоги .....                                                                              | 19 |
| 1.7.4. Покриття .....                                                                             | 20 |
| 1.7.5. Перегородки .....                                                                          | 22 |
| 1.7.6. Сходи .....                                                                                | 22 |
| 1.7.7. Заповнення прорізів .....                                                                  | 23 |
| 1.7.8. Інші конструктивні елементи будівлі .....                                                  | 25 |
| 1.8. Внутрішнє опорядження .....                                                                  | 25 |
| 1.9. Рішення фасадів та зовнішнє оздоблення .....                                                 | 26 |
| 1.10. Інженерні мережі .....                                                                      | 27 |
| 1.10.1. Опалення. ....                                                                            | 27 |
| 1.10.2. Водопостачання .....                                                                      | 27 |
| 1.10.3. Каналізація .....                                                                         | 27 |
| 1.10.4. Електропостачання .....                                                                   | 28 |
| 1.10.5. Колективна система зв'язку .....                                                          | 28 |
| 1.10.6. Ліфтове обладнання .....                                                                  | 28 |
| РОЗДІЛ 2. БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ .....                                                            | 30 |
| 2.1. Розрахунок навантажень діючих на простінок .....                                             | 30 |
| 2.2. Перевірка несучої здатності позacentрово-стиснутого зовнішнього простінка в осях 1–В–Г ..... | 32 |

|           |            |          |        |      |                         |                                                                    |        |
|-----------|------------|----------|--------|------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------|
|           |            |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.ЗМ.ПЗ |                                                                    |        |
| Змн.      | Арк.       | № докум. | Підпис | Дата |                         |                                                                    |        |
| Студент   | Бумар      |          |        |      | Зміст                   | Літ.                                                               | Арк.   |
| Керівник  | Байда      |          |        |      |                         |                                                                    | Аркуші |
| Кер.розд. | Байда      |          |        |      |                         |                                                                    |        |
| Н. Контр. | Бащинський |          |        |      |                         | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |        |
| Зав.каф.  | Бащинський |          |        |      |                         |                                                                    |        |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.3. Теплотехнічний розрахунок стін .....                                                 | 56  |
| РОЗДІЛ 3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ .....                                                       | 59  |
| 3.1. Ґрунтові умови й вибір типу фундаменту.....                                          | 59  |
| 3.2. Стрічковий збірний фундамент із ФБС.....                                             | 59  |
| 3.3. Визначення глибини залягання.....                                                    | 61  |
| 3.3. Визначення розмірів підшви фундаменту .....                                          | 62  |
| 3.4. Конструювання фундаменту .....                                                       | 65  |
| 3.5. Визначення остаточного осідання основи фундаменту методом пошарового сумування ..... | 67  |
| 3.6. Монолітна плита.....                                                                 | 71  |
| 3.7. Гідроізоляція та відмостка. ....                                                     | 73  |
| РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....                                        | 76  |
| 4.1. Розрахунок обсягів робіт і визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах.....  | 76  |
| 4.2. Вибір технологічних прийомів виконання робіт та основних засобів механізації.....    | 79  |
| 4.3. Зведення підземної та надземної частин будівлі .....                                 | 83  |
| 4.3. Технологічна карта на виконання цегляної кладки типового поверху.....                | 93  |
| 4.3.1. Загальна інформація.....                                                           | 93  |
| 4.3.2. Технологія будівельно-монтажного процесу .....                                     | 93  |
| 4.3.3. Контроль якості робіт .....                                                        | 99  |
| 4.3.4. Безпека праці .....                                                                | 101 |
| 4.3.5. Техніко-економічні показники.....                                                  | 103 |
| 4.3.6. Матеріально-технічні ресурси .....                                                 | 103 |
| 4.4. Технологічна карта на влаштування покрівлі .....                                     | 104 |
| 4.4.1. Галузь застосування карти .....                                                    | 104 |
| 4.4.2. Підрахунок обсягів робіт.....                                                      | 105 |
| 4.4.3. Вказівки щодо виконання робіт.....                                                 | 105 |
| РОЗДІЛ 5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА .....                                                   | 108 |
| 5.1. Календарне планування .....                                                          | 108 |
| 5.1.1. Тривалість процесів .....                                                          | 108 |
| 5.1.2. Калькуляція праці.....                                                             | 109 |
| 5.2. Розробка будівельного генерального плану .....                                       | 110 |
| 5.2.1. Розміщення монтажних кранів .....                                                  | 110 |
| 5.2.2. Тимчасові дороги .....                                                             | 111 |
| 5.2.3. Потреба у тимчасових будівлях і спорудах.....                                      | 111 |
| 5.2.4. Визначення площ складів .....                                                      | 113 |
| 5.2.5. Водопостачання будівельного майданчика .....                                       | 113 |

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.ЗМ.ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.6. Електрифікація будівельного майданчика.....        | 114 |
| 4.....                                                    | 115 |
| 5.2.7. Забезпечення стисненим повітрям .....              | 116 |
| 5.3 . Техніко-економічна оцінка проєкту.....              | 117 |
| РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ..... | 118 |
| ВИСНОВКИ.....                                             | 121 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....                      | 123 |

|     |      |          |        |      |                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.ЗМ.ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## ВСТУП

Актуальність теми дослідження визначається сучасними тенденціями розвитку житлового будівництва в передмістях великих міст України, зокрема в зоні інтенсивного освоєння територій Київської області. Міграційні потоки населення, зумовлені високим рівнем урбанізації та пошуком комфортних умов проживання, створюють підвищений попит на багатоповерхові житлові комплекси з оптимальними архітектурно-планувальними рішеннями, енергоефективними огорожувальними конструкціями та сучасними інженерними системами. У цьому контексті проектування нового багатоповерхового житлового будинку № 5 по вул. Калиновій у с. Софіївська Борщагівка набуває особливої соціально-економічної значущості: реалізація такого об'єкта сприятиме як підвищенню комфортності житлового середовища, так і раціоналізації земельного фонду, водночас враховуючи екологічні та містобудівні обмеження регіону.

Об'єктом дослідження є комплексна проектна документація на багатоповерховий житловий будинок із двома під'їздами та пасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 630 кг, розташований у межах села Софіївська Борщагівка Обухівського району Київської області. Предметом дослідження виступають архітектурно-будівельні рішення, інженерно-конструктивні параметри, технологія будівельного виробництва, організація будівельних робіт, а також система заходів з охорони праці та захисту навколишнього середовища, необхідні для забезпечення надійності та довговічності споруди.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка повного циклу проектування багатоповерхового житлового будинку з урахуванням нормативних вимог ДБН, ДСТУ, сучасних енергоефективних стандартів та принципів «розумного будинку». У процесі виконання роботи передбачено забезпечення просторової жорсткості

|           |            |          |        |      |                         |                                                                    |      |        |  |
|-----------|------------|----------|--------|------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|------|--------|--|
|           |            |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.ВС.ПЗ |                                                                    |      |        |  |
|           |            |          |        |      |                         |                                                                    |      |        |  |
| Змн.      | Арк.       | № докум. | Підпис | Дата |                         |                                                                    |      |        |  |
| Студент   | Бумар      |          |        |      | Вступ                   | Літ.                                                               | Арк. | Аркуші |  |
| Керівник  | Байда      |          |        |      |                         |                                                                    |      |        |  |
| Кер.розд. | Байда      |          |        |      |                         |                                                                    |      |        |  |
| Н. Контр. | Башинський |          |        |      |                         | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |      |        |  |
| Зав.каф.  | Башинський |          |        |      |                         |                                                                    |      |        |  |

сталобетонно-цегляної конструктивної системи, оптимальний вибір фундаментних рішень відповідно до інженерно-геологічних умов, детальне опрацювання конструкцій покриття та перекриттів, а також формування технологічних карт і календарного планування будівництва з урахуванням ресурсозбереження та безпеки праці.

У межах поставленої мети реалізуються такі завдання. По-перше, проводиться аналіз архітектурно-планувальних масивно-об'ємних характеристик об'єкта з урахуванням вимог містобудівної документації та природно-кліматичних факторів Київської області. По-друге, розробляються конструктивні рішення зовнішніх і внутрішніх несучих стін, плит перекриття та покриття, перегородок, сходових маршів та заповнення прорізів з врахуванням розрахункових навантажень снігу, вітру та сейсміки. По-третє, здійснюється вибір типу фундаменту та його конструктивне опрацювання з урахуванням ґрунтового розрізу, глибини промерзання та рівня ґрунтових вод. По-четверте, формується технологія виконання основних будівельних процесів, включаючи бетонувальні, зведення кладки, влаштування покрівлі й інженерних мереж, з розробкою технологічних карт та визначенням потреби в матеріально-технічних ресурсах. По-п'яте, розробляється організація будівництва із деталізацією календарного графіка робіт, розміщенням монтажних кранів, складів, тимчасових будівель і заходів з охорони праці. Нарешті, шостим завданням є обґрунтування системи охорони праці та природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу будівельного майданчика на довкілля.

Методологічною основою роботи слугують положення наукового пізнання в будівельній сфері: математичні методи розрахунку конструкцій, методи теплотехнічних і міцнісних розрахунків згідно з ДБН В.1.2-2, В.2.6-31, В.1.1-7, практика геотехнічних досліджень ґрунтів, а також принципи організації будівництва за допомогою програмних засобів AutoCAD, SCAD та MS Project. Нормативне забезпечення включає ДСТУ, ГОСТ та технічні умови виробників матеріалів.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.ВС.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Наукова новизна роботи полягає в інтегрованому застосуванні енергоефективних огорожувальних конструкцій із сучасними утеплювачами та склопакетами, впровадженні модульної системи Smart Home у інженерні рішення, а також оптимізації фундаментних конструкцій із урахуванням карбонатних пісковиків як прийомного ґрунту. Практична значущість полягає в тому, що розроблені рішення можуть бути безпосередньо використані в проєктуванні аналогічних житлових об'єктів на території Київського регіону, сприяючи зниженню енерговитрат на опалення, підвищенню рівня комфортності та безпеки мешканців.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.ВС.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ

### 1.1. Тип та призначення будівлі

Проектowana споруда — десятиповерховий багатоквартирний житловий будинок житлового призначення. Загальна висота до верху парапету  $\approx 30$  м, крок поверху — 3,0 м. Конструктивна схема — бескаркасна цегляна, просторову жорсткість забезпечують сумісна робота зовнішніх і внутрішніх несучих стін із міжповерховими залізобетонними плитами перекриття.

Передбачено два під'їзди з пасажирськими ліфтами на 630 кг, , автономні інженерні шафи з вузлами обліку води на кожному поверсі.

### 1.2. Клас відповідальності та протипожежні характеристики

- Клас наслідків — СС2; коефіцієнт надійності по навантаженнях  $\gamma = 0,95$  (згідно ДБН В.1.2-14).
- Ступінь вогнестійкості — ІІ;
- Клас конструктивної пожежної небезпеки — С0;
- Клас функціональної пожежної небезпеки — Ф1.3 (житлові будинки секційного типу).

Система протипожежного захисту включає внутрішнє пожежогасіння (стояки ДУ-50) та адресну пожежну сигналізацію з виводом на пульт ДСНС.

### 1.3. Розташування та рельєф майданчика.

Будівельний майданчик розташований на рівнинній території в місті Софіївська Борщагівка поблизу річки Ірпінь із загальною абсолютною відміткою поверхні від 178,2 до 180,1 м над рівнем моря.

Наявний ухил ділянки становить приблизно 0,005 у південно-східному напрямку. Помірний ухил у 0,5 % забезпечує природний водовідвід від фундаменту й мінімізує накопичення дощових вод у зоні будівництва. Водночас рівнинне

|           |            |          |        |      |                                 |  |  |                                                                    |      |        |
|-----------|------------|----------|--------|------|---------------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------|------|--------|
|           |            |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ         |  |  |                                                                    |      |        |
|           |            |          |        |      |                                 |  |  |                                                                    |      |        |
| Змн.      | Арк.       | № докум. | Підпис | Дата |                                 |  |  |                                                                    |      |        |
| Студент   | Бумар      |          |        |      | Архітектурно-будівельні рішення |  |  | Літ.                                                               | Арк. | Аркуші |
| Керівник  | Байда      |          |        |      |                                 |  |  |                                                                    |      |        |
| Кер.розд. | Байда      |          |        |      |                                 |  |  | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |      |        |
| Н. Контр. | Башинський |          |        |      |                                 |  |  |                                                                    |      |        |
| Зав.каф.  | Башинський |          |        |      |                                 |  |  |                                                                    |      |        |

розташування сприяє однорідному розподілу навантажень на основу та полегшує роботи з планування рельєфу, оскільки не потребує складних земляних робіт для осадження або підсіпки великих обсягів ґрунту.

Геологічний розріз та характеристики ґрунтів:

- Делювіальні-алювіальні суглинки та супіски середньої щільності із показником пластичності  $IL \approx 0,25$  завтовшки 6–8 м.
- Суглинки зі значенням  $IL \approx 0,25$  класифікуються як середньощільні, що характеризуються достатньою несучою здатністю ( $\approx 0,15\text{--}0,20$  МПа у вологому стані) та помірними осадками під навантаженням. Супіски в цьому шарі сприяють рівномірному розподілу сил на нижні горизонти, але потребують врахування можливих деформацій, зумовлених усадкою після спорудження фундаменту.
- Четвертинні дрібнозернисті піски, що залягають під суглинками.
- Дрібнозернисті піски мають підвищену проникність, тому забезпечують природний дренаж води. Однак їхня відносно низька несуча здатність ( $\approx 0,10\text{--}0,15$  МПа) у порівнянні з суглинками потребує урахування в розрахунку глибин фундаменту або використання пальових основ, що передають навантаження на більш міцні горизонти.
- Корінні породи — карбонатні пісковики, розташовані нижче четвертинних пісків.
- Карбонатні пісковики характеризуються високою міцністю ( $> 0,5$  МПа) та невеликою стисливістю, тому вони є оптимальним прийомним ґрунтом для паль. З огляду на характеристики карбонатних порід, палевий фундамент може бути занурений до контакту з цим горизонтом, що забезпечує мінімальні осадки та високу несучу здатність.

Рівень ґрунтових вод. За результатами бурових робіт 2021 р., ґрунтові води залягають на глибині 15–18 м від планувальної позначки.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Такий рівень ґрунтових вод вважається глибоким і не впливає на несучу здатність буронабивних паль та підшву ростверка, оскільки пальові конструкції занурюються значно глибше. Відсутність високого ґрунтового тиску в зоні ростверка полегшує гідроізоляційні роботи та знижує ризик капілярного підйому вологи у стіни підвалу. У разі сезонних коливань рівня ґрунтових вод можна передбачити додатковий дренажний контур або перфоровані труби для відводу надлишкової вологи з-під фундаменту.

Глибина сезонного промерзання ґрунту. Для Київської області розрахункова глибина промерзання становить - 0,9 м.

Отже, нижня відмітка ростверка прийнята на 0,50 м нижче глибини промерзання (– 1,40 м) від планувальної позначки.

Потреба закладати фундамент нижче глибини промерзання визначається необхідністю запобігти «морозному здвигу» (набрякання ґрунту при замерзанні), яке може призвести до деформацій та руйнування конструкцій. У суглинках і супісках при промерзанні збільшується об'єм води в порах, що викликає підйомні сили. Поглиблення ростверка нижче з урахуванням запасу в 0,5 м забезпечує захист підшви фундаменту від дії морозу та гарантує довговічність і стабільність споруди.

Точна характеристика рельєфу і інженерно-геологічних умов Софіївської Борщагівки дає змогу обґрунтовано вибрати конструкцію пальового фундаменту, визначити оптимальну глибину закладення і передбачити необхідні заходи з дренажу та гідроізоляції. Теоретичні положення про поведінку ґрунтів, вплив рівня ґрунтових вод та сезонного промерзання забезпечують коректне розуміння того, як сформовані умови впливають на міцність, стійкість і довговічність будівлі.

#### **1.4. Кліматичні умови ділянки**

Розрахункова мінімальна температура зовнішнього повітря для Київської області приймається – 22 °С. Це ключовий показник для теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій, оскільки він визначає інтенсивність

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

тепловтрат через стіни, вікна та інші елементи будинку. Зниження зовнішньої температури до такого значення вказує на необхідність підбору утеплюючих матеріалів, щоб забезпечити комфортний мікроклімат усередині приміщень і мінімізувати енерговитрати на опалення.

Снігове навантаження. Значення 1,4 кПа відповідає II сніговому району України (140 кгс/м<sup>2</sup>) за ДБН В.1.1-7:2023. Снігове навантаження необхідно враховувати під час проектування покриття та каркасних елементів даху, оскільки нерівномірне або підвищене скупчення снігу може спричинити перевантаження та деформації покрівельних балок, ригелів і перекриттів. При проектуванні слід передбачити запас міцності конструктивних елементів для запобігання руйнуванню або прогинанню під вагою мокрого чи ущільненого снігу.

Вітровий тиск. Для I вітрового району – 0,49 кПа (49 кгс/м<sup>2</sup>) згідно з ДБН В.1.1-7:2023. Вітер створює додаткові навантаження як на цілісність фасаду, так і на стійкість всієї будівлі. При проектуванні огорожувальних конструкцій, віконно-дверних прорізів та каркасу необхідно враховувати ці аеродинамічні сили, щоб уникнути руйнувань або небезпечних коливань. Окрім того, будівельні шви й утворення зазорів повинні бути спроектовані з урахуванням вітрової герметичності, щоб запобігти протягам та втратам тепла.

Сума градусо-днів опалювального періоду ( $\approx 3\,050\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{доба}$ ), характеризує сукупний вплив різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря за період опалювального сезону. Це величина, що на пряму корелює з енергоспоживанням будівлі для обігріву. Чим вища сума, тим більше теплової енергії необхідно витратити на підтримання комфортної температури всередині приміщень. У нашому регіоні для Київщини середнє значення становить  $\approx 3\,050\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{доб}$ , що є орієнтиром для вибору теплоізоляційних матеріалів та систем опалення.

Тривалість опалювального періоду. Середнє значення 194 доби за останні 10 років означає, що близько 6 місяців на рік система опалення працюватиме інтенсивно. Це впливає не тільки на розрахунки тепловтрат, а й на вибір системи опалення (наприклад, індивідуальний газовий котел або централізована система),

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

вимоги до вентиляції та можливі рішення з регулювання температури в залежності від погодних умов. Протягом такого тривалого періоду опалення слід передбачати також вентиляцію з рекуперацією, щоб мінімізувати втрати тепла та забезпечити якість повітря.

Сейсмічність. Незважаючи на те, що Київщина знаходиться в регіоні з відносно низькою сейсмічною активністю, для проектування конструкцій враховано інтенсивність 6 балів. Це вимога нормативів, яка впливає на вибір матеріалів та конструктивних схем: необхідно враховувати можливі горизонтальні прискорення під час землетрусу, що впливають на жорсткість каркасу та міцність з'єднань стінових елементів. Навіть за відсутності частих землетрусів, дотримання сейсмічних вимог гарантує додатковий запас безпеки та міцності будівлі.

Енергоефективність огорожувальних конструкцій. Враховано рекомендації ДБН В.2.6-31:2021 щодо теплотехнічних характеристик:

- $U_{sk} \leq 1,0 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$  (для скління) – це межеве значення, яке забезпечує допустимі втрати тепла через вікна та фасадні системи. При цьому склопакети слід обирати з дистанційною рамкою із термомісткою вставкою та низькоемісійним напилюванням.
- $U_{st} \leq 0,28 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$  (стіни) – для досягнення цього показника має бути використане багат шарове рішення: цегляна кладка, утеплювач (мінеральна вата або екструзійний пінополістирол), вітрозахисна мембрана та шар зовнішнього оздоблення (фасадна штукатурка або вентильований фасад).

Дотримання цих вимог не лише зменшує енергоспоживання, а й сприяє створенню комфортного мікроклімату, знижує експлуатаційні витрати та продовжує термін служби конструкційних матеріалів.

### **1.5. Генеральний план**

Генеральний план розроблено відповідно до вимог екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших норм будівельного проектування з

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

урахуванням ДБН В.1.1-7:2023 «Пожежна безпека будівель і споруд» та ДБН Б.2.2-12:2018 «Містобудівне проектування та забудова».

Територія ділянки розташована в місті Софіївська Борщагівка, Обухівського району Київської області. У безпосередній близькості (північ та схід) від проєктованого будинку переважає садибна двоповерхова житлова забудова із поодинокими малоповерховими багатоквартирними будинками. Це обумовлює необхідність врахування ймовірних радіусів дії пожежних висувних автодрабин і розстановки пожежних гідрантів згідно з ДБН В.2.5-56:2014.

Проектовані проїзди шириною 6,0 м та тротуари завширшки не менше ніж 1,8 м забезпечують безперебійний автомобільний та пішохідний зв'язок з існуючими вулицями житлової забудови. Паркувальні місця передбачено з обох боків будинку: загалом 20 машиномісць (6–8 м<sup>2</sup> кожне), з урахуванням норм ДБН В.2.3-15:2021 «Автостоянки та гаражі».

Озеленення ділянки (146 м<sup>2</sup>) включає створення газонів зі стійкими до місцевих кліматичних умов трав'янистими сумішами, низькорослих декоративних кущів та контейнерних квітників. Продумано розташування ігрового майданчика для дітей (площею 25 м<sup>2</sup>), мультиспортивного майданчика зі спеціальним гумовим покриттям для занять фізкультурою (35 м<sup>2</sup>) та затишних зон відпочинку для дорослих із встановленням малих архітектурних форм.

У межах благоустрою передбачено збір і відведення дощових стоків у загальну мережу водовідведення із встановленням лотків з решітками.

Освітлення території здійснюється за допомогою ліхтарів на опорах висотою 4 м із світлодіодними світильниками, що забезпечують рівномірне освітлення пішохідних зон і парковок.

#### **Техніко-економічні показники генерального плану**

- Площа ділянки – 1 337 м<sup>2</sup>
- Площа забудови – 852 м<sup>2</sup>
- Площа озеленення – 146 м<sup>2</sup>
- Площа проїздів, проходів, майданчиків – 339 м<sup>2</sup>

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

### 1.6. Об'ємно-планувальні рішення будівлі

Житловий будинок сплановано відповідно до чинних норм ДБН Б.2.2-12:2019 та ДБН В.2.2-14:2018.

Композиція об'ємно-планувального рішення:

- 10 поверхів заввишки по 3,0 м;
- габарити в плані 50,2 × 14,0 м;
- загальна висота до перекриття 10-го поверху – 29 м, до контуру покрівлі – 35 м.

У підвальному рівні передбачено технічні приміщення: насосна, ІТП, електрощитова, а також інженерні комунікації. На першому поверсі заплановано офісні приміщення загального користування. З першого по десятий поверхи розміщуються квартири різних типів (1–3-кімнатні), із дотриманням рекомендованих допустимих площ для комфорту мешканців.

Будівля оснащена індивідуальними лічильниками водопостачання в кожному технічному шафі на поверхах, системою централізованої каналізації, електропостачанням із резервуванням через дві кабельні лінії та мережу Інтернет. У двох сходових клітинах встановлено по два ліфти вантажопідйомністю 6 осіб кожен (630кг).

Усі інженерні системи та комунікації спроектовано з урахуванням можливості подальшого переходу на «розумний дім» (Smart Home) — із дистанційним моніторингом і керуванням.

### 1.7. Конструктивне рішення

Конструктивна система будівлі – безкаркасна, виконана з повнотілої керамічної та силікатної цегли. Просторову жорсткість і стійкість забезпечено взаємним захватом зовнішніх та внутрішніх стін монолітними поясами й анкерним кріпленням плит перекриття до стінових конструкцій. Монолітні шви між плитами утворюють суцільний жорсткий горизонтальний диск, що підвищує загальну

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

просторову жорсткість споруди та сприяє урахуванню вітрових і сейсмічних навантажень.

### 1.7.1. Стіни

#### **Несучі зовнішні стіни.**

Трьохшарова цегляна конструкція на жорстких зв'язках: облицювальна цегла, утеплювач (екструзійний пінополістирол EPS F75) та звичайна цегла М100 на розчині М100. Загальна товщина – 940 мм. Теплотехнічні характеристики відповідають ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» щодо опору теплопередачі (не менше  $2,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ).

#### **Несучі внутрішні стіни й міжквартирні перегородки.**

Міжквартирні стіни – цегла М100 товщиною 510 мм, із забезпеченням протипожежного розриву та звукоізоляції ( $R_w \geq 52$  дБ). Перегородки 120 мм – цегла М75 на розчині М50, звукоізоляція  $R_w \geq 45$  дБ. Стіни шахти ліфта – цегла М100, товщина 380 мм.

#### **Перемички й огороження.**

Збірні залізобетонні перемички марок ЗПБ-16-37П, ЗПБ-18-8П, ЗПБ-21-8П, ЗПБ-25-8П, глибина опирання 120–150 мм (рядові) та 200–250 мм (посилені). Огороження балконів і лоджій – цегла М75 та розчин М50, товщина 120 мм; передбачено додаткові огороження для безпеки мешканців.

Усі матеріали й вузли виконуються з дотриманням державних будівельних норм та технічних умов виробників, що гарантує довговічність, пожежну безпеку та комфорт майбутніх мешканців житлового комплексу.

### 1.7.2. Перекриття

Перекрыття прийнято із збірних попередньо напружених багатопустотних плит з круглими порожнинами:

- товщина – 220 мм;
- марки ПК 51-12-15, ПК 48-12-15, ПК 42-12-15, ПК 72-12-15;
- для балконів і лоджій – плити БЛ відповідних типорозмірів.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Монтаж виконується на вирівнювальному шарі цементно-піщаного розчину М100 товщиною 30 мм. Вертикальні шви між плитами ретельно закріплюють розчином М100 по всій висоті, утворюючи суцільний діафрагмовий диск жорсткості.

Для запобігання роздавлюванню торців плит від навантаження стін верхніх поверхів, а також для покращення тепло- і звукоізоляції, торцеві порожнини заповнюють легким бетонним розчином (термоперлітобетон класу В5). Зовнішні плити приварюються до заставних деталей у стінах і зв'язуються між собою зварюванням монтажних петель Ø12 мм, що забезпечує просторову сталість будівлі відповідно.

Розрахунок несучої здатності плит виконано для снігового району II та вітрового району I за ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.»; коефіцієнт надійності  $\gamma_f = 1,4$ .

### 1.7.3. Підлоги

На першому поверсі, де підлога спирається на ґрунт, конструктивні шари формуються від найнижчого до найвищого таким чином. Спочатку влаштовується вирівнювальна цементно-піщана стяжка класу М100 завтовшки близько 10 мм, що слугує основою для наступних шарів. Далі укладається теплоізоляційна плита з екструдованого пінополістиролу типу EPS завтовшки 40 мм, коефіцієнт теплопровідності  $\lambda \leq 0,034$  Вт/(м·К). Третім шаром виступає розподільча стяжка з цементно-піщаного розчину М200 товщиною  $\approx 50$  мм, армована зварною сіткою з дроту Ø4 мм (клас сталі Вр-1). Поверх стяжки передбачено фінішне покриття: для санітарно-технічних зон — керамічна плитка, для житлових і офісних приміщень — SPC-ламінат або інша покращена підлогова система, визначена у робочому проєкті. Сукупна товщина конструкцій забезпечує опір  $R > 3,3$  м²·°С/Вт, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 для Київської області. У вологих

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

приміщеннях між теплоізоляцією та стяжкою додатково вкладається суцільний гідроізоляційний шар на бітумній основі.

На типових житлових поверхах, конструкція спрощується: без теплоізоляційного шару влаштовується цементно-піщана стяжка М200 загальною товщиною близько 60 мм, армована тією ж металевою сіткою Ø4 мм. Для ослаблення ударного шуму під стяжку закладається тонка ( $\approx 3$  мм) підкладка з пінополіетилену. Фінішне покриття добирається залежно від призначення кімнат, переважно класом стирання не нижче 33. Таке рішення відповідає нормативам звукоізоляції ( $R_w \geq 45\text{--}52$  дБ) і не потребує додаткових теплоізоляційних заходів завдяки розташуванню поверхів над опалюваними приміщеннями.

#### 1.7.4. Покриття

Тип покриття — плоска покрівля з організованим внутрішнім водовідведенням.

Склад покрівлі: залізобетонна плита покриття товщиною 220 мм, що спирається на несучі стіни; керамзитобетон класу М3,5, укладений під ухилом від 40 до 200 мм; вирівнювальна стяжка з цементно-піщаного розчину М100 товщиною 30 мм; один шар ізопласту підкладкового марки «П»; один шар ізопласту марки «К» з крупнозернистою посипкою (див. рисунок 2.1).

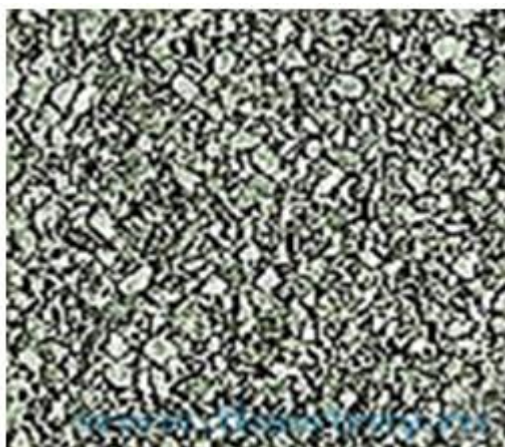


Рисунок 2.1. Ізопласт марки «К»

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Ізопласт — це бітумно-полімерний наплавляємий рулонний матеріал, який застосовують для гідроізоляції та влаштування верхнього шару покрівельного килима. Матеріал складається з бітуму, модифікованого атактичним поліпропіленом (APP), а також армувальної основи з поліестеру або склохолста. Випускають ізопласт у рулонах шириною 1 м та довжиною 10 м; гарантований строк служби становить не менше 30 років.

Марки покрівельного ізопласту:

- ЕКП-4,5 — верхній шар із захисною слюдяною посипкою (4,5 кг/м<sup>2</sup>).
- ЕКП-5,0 — верхній шар з кольоровим гранулятом (5,0 кг/м<sup>2</sup>).

Нижня поверхня матеріалу захищена тонкою поліетиленовою плівкою, що плавиться під час наплавлення.

Для нижнього шару гідроізоляції та основи покрівельного килима застосовують підкладковий ізопласт із поліетиленовою плівкою або двосторонньою пісчаною посипкою.

Марки підкладкового ізопласту: ХПП-3,0; ХПП-4,0; ЕПП-3,0; ЕПП-4,0.



Рисунок 2.2. Наклеювання підкладкового шару

Ізопласт ефективно використовується в різних кліматичних районах України, зокрема в умовах Софіївської Борщагівки (II сніговий, I вітровий райони). Для забезпечення необхідної міцності, довговічності та водонепроникності

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

покрівельного килима влаштовують два шари матеріалу: нижній (підкладковий) і верхній (покрівельний). Таке рішення відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» і гарантує надійний захист конструкцій будівлі від атмосферних опадів упродовж усього терміну експлуатації.

#### 1.7.5. Перегородки

Внутрішні не несучі перегородки запроектовані у вигляді цегляної кладки з повнотілої глиняної цегли марки М 75 на цементно-піщаному розчині М 50. Конструктивна товщина кладки становить 120 мм. З обох боків перегородки штукатурять шаром цементно-піщаної штукатурки сумарною товщиною близько 15 мм, що забезпечує рівну поверхню під фінішне опорядження (фарбування, шпалери, декоративну штукатурку тощо).

Перегородки спираються безпосередньо на плити перекриття; у місцях опирання виконується гідроізоляційна прокладка з цементно-піщаного розчину з пластифікатором для зниження передачі ударного шуму. Вертикальні та горизонтальні шви кладки повністю заповнюються розчином, що разом із шаром штукатурки дає приведений індекс повітряного шумозахисту  $\geq 43$  дБ і відповідає вимогам ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.» для житлових будівель у Київській області, зокрема в умовах Софіївської Борщагівки.

Для прокладання інженерних мереж у товщі перегородок передбачаються штроби завглибшки до 25 мм із подальшим відновленням штукатурного шару; місця проходу труб і кабелів ущільнюються протипожежними мінераловатними не горючими манжетами.

#### 1.7.6. Сходи

Основну вертикальну комунікацію будівлі формують одномаршові збірні залізобетонні сходові марші типу ЛМФ 30.12.15-4 з класу бетону В 25 та захисним шаром арматури не менше 20 мм. Сходові марші спираються на крайні плити

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

перекриття й анкеруються до них сталевими закладними деталями, які зварюються по місцю, утворюючи жорстке просторове з'єднання. Розміри проступи ( $\approx 300$  мм) та підйому ( $\approx 150$  мм) відповідають рекомендованому відношенню 1:2, що забезпечує зручність та безпечність руху. Ширина маршу прийнята 1,35 м, що перевищує мінімальні евакуаційні вимоги ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення».

Перила виготовляються з круглої сталевий балки  $\varnothing 42$  мм з проміжними стояками через 900 мм; їх приварюють до закладних деталей на бічній грані маршу. Висота захисної огорожі становить 1,05 м. Металеві елементи обробляються ґрунтовкою ГФ-021 і двома шарами емалі ПФ-115 світлого тону, стійкої до зношування й механічних пошкоджень. Поверхня сходових ступенів отримує протиковзке полімер-кварцове покриття з коефіцієнтом тертя  $\mu \geq 0,6$ .

Сходи до підвалу виконуються зі збірних залізобетонних ступенів ЛС 11.17, уложених по сходовому косоуру з цегли М 100 на розчині М 100; у місцях опирання передбачені сталеві заставні пластини для зварювання.

Вихід на покрівлю забезпечує прямолінійна металева драбина з гарячекатаного профілю (кутник  $50 \times 50 \times 5$  мм, щаблі  $\varnothing 20$  мм), виготовлена на місці та закріплена до стінового парапету анкерами. Лакофарбове покриття аналогічне огороженню сходових маршів; конструкція відповідає навантаженням згідно з ДСТУ Б В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування» і стійка до корозії за рахунок двошарового поліуретанового лаку.

Такі рішення забезпечують безпечну евакуацію, довговічність та відповідність чинним вимогам пожежної й будівельної безпеки для житлового будинку, розташованого в Софіївській Борщагівці.

#### 1.7.7. Заповнення прорізів

Вікна та балконні двері. У проєкті прийнято енергоефективні пластикові (ПВХ) віконні та балконні блоки високої якості. Вікна виконані з двокамерного

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

профілю класу А із внутрішнім оцинкованим армуванням, що підвищує жорсткість рами та довговічність експлуатації.

- Склопакет – однокамерний, приведений коефіцієнт опору теплопередачі  $\approx 0,85 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , що забезпечує сумарний опір огорожувальної конструкції  $R \geq 0,9 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  і відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

- Звукоізоляція  $\geq 42 \text{ дБ}$ , що повністю задовольняє ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд», для житлових будинків у межах транспортного шуму Софіївської Борщагівки.

- Фурнітура – поворотно-відкидна антикорозійна із мікропровітрюванням; петлі захищені від демонтажу.

- Підвіконня та відливи – ламінований ПВХ із ультрафіолетовим захистом; відливи мають капельник, що виключає підтікання на фасад.

Усі віконні блоки монтуються із застосуванням тришарового монтажного шва: пароізоляційна стрічка зсередини, монтажна піна в середині, паропроникна дифузійна стрічка зовні. Це запобігає конденсації в зоні примикання і підвищує довговічність вузла.

Двері. Вхідні квартирні двері – металеві протизламні блоки марки ДУ21-10П з утепленим полотном і ущільнювачем по периметру; опір злому не нижче класу RC 3 за EN 1627. Двері інженерних шаф на кожному поверсі – металеві, суцільнозварні, марка ДМП01, із прихованими петлями й системою вузлових замків. Зовнішні вхідні двері – сталеві утеплені блоки, що встановлюються на регульованих анкер-шурупах; доводчики забезпечують самозачинення без удару. Усі двері оснащуються ручками-натискними гарнітурами, защіпками та врізними циліндровими замками; зазори між коробкою й стіною заповнюються монтажною піною та закриваються лиштвами або шпаклюються «під фарбування».

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

У разі евакуації полотна відкриваються назовні, у напрямку виходу назовні будівлі. Навісні петлі допускають зняття полотна у відкритому положенні для ремонту чи заміни.

#### *1.7.8. Інші конструктивні елементи будівлі*

На всіх карнизних та виступаючих елементах фасаду, парапетах і по периметру покрівлі встановлюються оцинковані водовідливи, що унеможливають підтікання атмосферних опадів під облицювання. З південного боку споруджено монолітну залізобетонну підпірну стінку (клас бетону В25, гідроізоляційна добавка «Пенетрон Адмікс»), яка запобігає зсуву ґрунтів на ділянках із ухилом. Балкони та лоджії обнесені огороженням із облицювальної цегли; по верхньому поясу приварено до закладних деталей швелер, після чого виконано суцільне безрамне скління відповідно до робочого проєкту.

#### *1.8. Внутрішнє опорядження*

Квартири (1–10 пов.): стіни з цегли оштукатурюються покращеною цементно-пісочною штукатуркою під подальше самостійне опорядження; стелі вирівнюються гіпсовою шпаклівкою.

Тамбур та вестибюль: по оштукатурених стінах нанесено світлу фарбу; підлога – керамограніт із протиковзкою фактурою.

Сходишкові клітки: штукатурка з подальшим вирівнюванням шпаклівкою та фарбуванням у світлі тони; підлога – посилена керамогранітною плиткою (товщина  $\geq 12$  мм, клас зносостійкості 4).

Санвузли: по всій висоті – облицювання керамічною плиткою; стелі – вологостійкий гіпсокартон з фарбуванням.

Усі оздоблювальні матеріали мають сертифікати відповідності, клас пожежної небезпеки не нижче КМ1, показник випаровуваності  $< 60$  г/л і відповідають вимогам санітарно-гігієнічної безпеки для житлових будівель у Софіївській Борщагівці.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

### 1.9. Рішення фасадів та зовнішнє оздоблення

Загальна композиція фасадів ґрунтується на принципі симетрії й чіткої горизонтальної членованості поверхів, що відповідає архітектурним вимогам сучасних житлових будинків в умовах Софіївської Борщагівки.

Цокольна частина (до позначки  $\pm 0,000$ ) – Цоколь облицьовано декоративною плиткою марки СКЦД-3 із фактурою «рваного каменю» темно-охристого відтінку. Така облицювальна система не лише підвищує естетичну виразність, а й забезпечує захист цоколя від вологи та механічних пошкоджень.

Основний масив стін (від  $\pm 0,000$  до  $+5,840$  м) – на висоті від рівня чистої підлоги 1-го поверху ( $\pm 0,000$ ) і до позначки  $+5,840$  м фасади всіх боків будівлі виконано зі структурної фактурної штукатурки охристого кольору. Вибір фактурної штукатурки з високою адгезією та морозостійкістю відповідає ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» щодо опору теплопередачі та довговічності огорожувальних конструкцій.

Верхній поверховий пояс (від  $+5,840$  м до контуру покрівлі) – Фасади вище позначки  $+5,840$  м облицьовуються керамічною облицювальною цеглою червоного та жовтого кольорів із контрастним розшиванням швів. Застосування двокольорової цегли створює декоративні акценти та візуально полегшує масу будівлі.

Головні вхідні групи – вхідні портали в під'їзди оброблено однотонною червоною облицювальною цеглою, що підкреслює центральні осі симетрії фасадів та акцентує членування композиції.

Таке поєднання матеріалів та кольірних рішень враховує кліматичні особливості регіону — змінний температурний режим та високий рівень опадів у холодну пору року. Матеріали фасадного оздоблення підібрані з урахуванням їх стійкості до ультрафіолету, морозостійкості та зниженої гігроскопічності, що гарантує довговічність елементів зовнішнього облицювання житлового будинку в Софіївській Борщагівці.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## 1.10. Інженерні мережі

### 1.10.1. Опалення.

Система теплопостачання — індивідуальна, опалювальні прилади — підбираються індивідуально кожним власником квартири.

### 1.10.2. Водопостачання

Джерело — напірний водопровід DN 160 мм квартальної мережі. У підвальному приміщенні запроектовано кільцевий ввід DN 80 мм з:

- запірно-регулювальною арматурою з низьким  $\Delta p$  та поворотними електроприводами;
- пристінним вузлом комерційного обліку (ультразвуковий лічильник класу D по EN 1434).

Підйом води на верхні поверхи забезпечує двоступенева насосна станція з автоматичною підтримкою тиску 350–450 кПа. Внутрішньобудинкова мережа — поліпропілен PPR-CT PN 20, схована у пробкових теплоізоляційних кожухах. Навколо будинку прокладається кільцевий протипожежно-господарський трубопровід DN 100 мм з пожежними гідрантами типу ГП-1-80-1-Т на відстані  $\leq 2,5$  м від проїзду.

### 1.10.3. Каналізація

Внутрішньобудинкова система — роздільна, з стояками фекальної (ПВХ УПМК DIN 19531) та зливової (ПП-S SN 4) каналізації.

Зовнішня мережа — двотрубна, укладається в непрохідних каналах до оглядових колодязів центральної квартальної мережі. Усі випуски оснащено ревізіями з гідрозатворами та повітряними клапанами (EN 12380) на верхніх поверхах для компенсації вакууму. Належність до II категорії захисту довкілля зобов'язує передбачити доочищення дощових стоків у штучних біофільтрах типу «GreenLine-S».

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

#### 1.10.4. Електропостачання

Основне та резервне ввідне живлення — від міської КЛ-10 кВ за схемою глухозаземленої нейтралі. У будинок входять два незалежні кабелі  $4 \times 240 \text{ мм}^2 \text{ Al}$ , що підключені до збірних шин ГРЩ-0,4 кВ у техпідвалі:

- категорія надійності: II (житло) та I (ІТП, ліфти, вузли безпеки);
- автоматичне АВР з часом перемикання  $\leq 0,8 \text{ с}$ ;
- у вбудованих нежитлових приміщеннях встановлюються окремі лічильники типу «Smart-AMR» (передача даних LoRaWAN).

Проводка квартир — мідь NYU-J, групові лінії освітлення  $2,5 \text{ мм}^2$ , силові  $4 \text{ мм}^2$  з диференціальним захистом 30 мА.

#### 1.10.5. Колективна система зв'язку

У кожній квартирі встановлюється щиток FTTH з оптичним конвертером ONU 1 Гбіт/с, що забезпечує високошвидкісний доступ до Інтернету та можливість підключення IP-домофону та системи «розумний дім».

#### 1.10.6. Ліфтове обладнання

У кожному під'їзді — пасажирський ліфт вантажопідйомністю 630 кг (до 8 осіб) з розташуванням машинного приміщення над шахтою (MRA-Less). Технічні характеристики:

Показник                      Значення

Номінальна швидкість 1,6 м/с

Привід                      Безредукторний PMSM-мотор, клас енергоефективності А

- Система керування — мікропроцесорна колективно-збірна за викликами униз/вгору з режимом «енергозбереження».

- Диспетчеризація — через GSM-шлюз у єдину систему моніторингу житлового комплексу.

- Безбар'єрність — кабіна шириною 1100 мм, глибиною 1400 мм; прохід 900 мм; автоматичні двері з фотозавісою.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Шахти армовано монолітним бетоном C25/30 з протипожежною межою REI 120. Вентиляція машинного приміщення — окрема витяжна система 100 м³/год.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.01.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 2. БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

### 2.1. Розрахунок навантажень діючих на простінок

Виконаємо збір навантажень на простінок. Навантаження наведені в таблицях 2.1. Навантаження від поєднаного покриття подано в таблиці 2.2, від міжповерхового перекриття – у таблиці 2.3. Тимчасові навантаження та коефіцієнти надійності за навантаженнями прийняті згідно нормативної документації.

Таблиця 2.1 – Навантаження на покриття

| Найменування навантаження                                                                            | Нормативне навантаження, кПа | $\gamma_f$   | Розрахункове навантаження, кПа |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------|
| 1.Шар ізопласту марки «К» з крупнозернистою посипкою<br>$\delta=5$ мм, $\rho=1800$ кг/м <sup>3</sup> | 0,09                         | 1,2          | 0,108                          |
| 2.Шар ізопласту підкладочного марки «П» $\delta=5$ мм, $\rho=600$ кг/м <sup>3</sup>                  | 0,03                         | 1,2          | 0,036                          |
| 3. Цементно-піщана стяжка М-100,<br>$\delta=30$ мм, $\rho=1800$ кг/м <sup>3</sup>                    | 0,54                         | 1,3          | 0,702                          |
| 4. Керамзитобетон марки В3.5,<br>$\delta=200$ мм, $\rho=1400$ кг/м <sup>3</sup>                      | 2,8                          | 1,3          | 3,64                           |
| 5. Залізобетонна плита покриття<br>$\delta=220$ мм                                                   | 3                            | 1,1          | 3,3                            |
| Постійне                                                                                             | 6,46                         |              | 7,786                          |
| 6. Тимчасове                                                                                         | 1,678                        | $(0,7)^{-1}$ | 2,4                            |
| Повне                                                                                                | 8,138                        |              | 10,186                         |

|           |            |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |
|-----------|------------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------|------|--------|
|           |            |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ |  |  |                                                                    |      |        |
|           |            |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |
| Змн.      | Арк.       | № докум. | Підпис | Дата | Будівельні конструкції  |  |  | Літ.                                                               | Арк. | Аркуші |
| Студент   | Бумар      |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |
| Керівник  | Байда      |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |
| Кер.розд. | Байда      |          |        |      |                         |  |  | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |      |        |
| Н. Контр. | Башинський |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |
| Зав.каф.  | Башинський |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |

Таблиця 2.2 – Навантаження на перекриття першого поверху

| Найменування навантаження                                                             | Нормативне навантаження, кПа | $\gamma_f$ | Розрахункове навантаження, кПа |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|
| 1. Цементно-піщана стяжка М-100,<br>$\delta=30$ мм, $\rho=1800\text{кг/м}^3$          | 0,54                         | 1,3        | 0,702                          |
| 3. Утеплювач ROCKWOOL РУФ<br>БАТТС Н, $\delta=150$ мм, $\rho=110\text{кг/м}^3$        | 0,165                        | 1,3        | 0,2145                         |
| 4. 1 шар руберойду на бітумній мастиці<br>$\delta=3$ мм, $\rho=600$ кг/м <sup>3</sup> | 0,018                        | 1,3        | 0,0234                         |
| 5. Залізобетонна плита покриття<br>$\delta=220\text{мм}$                              | 3                            | 1,1        | 3,3                            |
| Постійне                                                                              | 3,723                        |            | 4,24                           |
| 6. Тимчасове                                                                          | 0,7                          | 1,3        | 0,91                           |
| Повне                                                                                 | 4,423                        |            | 5,15                           |

Таблиця 2.3 – Навантаження на перекриття

| Найменування навантаження                                                                | Нормативне навантаження, кПа | $\gamma_f$ | Розрахункове навантаження, кПа |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|
| 1. Теплоізоляційний лінолеум<br>$\delta=5\text{мм}$ , $\rho=1400\text{кг/м}^3$           | 0,07                         | 1,2        | 0,084                          |
| 2. Цементно-піщана стяжка<br>$\delta=30\text{мм}$ , $\rho=1800$ кг/м <sup>3</sup>        | 0,54                         | 1,3        | 0,702                          |
| 3. Залізобетонна плита покриття<br>$\delta=220\text{мм}$ , $\rho=2500$ кг/м <sup>3</sup> | 3                            | 1,1        | 3,3                            |
| Постійне                                                                                 | 3,61                         |            | 4,086                          |
| 4. Тимчасове                                                                             | 1,5                          | 1,3        | 1,95                           |
| Повне                                                                                    | 5,11                         |            | 6,036                          |

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Конструкція покриття складається з послідовно укладених компонентів, призначених для забезпечення гідро- і теплоізоляції, а також нормативної несучої здатності. Згори вниз шари виконані в такій послідовності:

1. Гідроізоляційний шар із ізопласта марки «К» з крупнозернистим посипанням (5 мм);
2. Підкладковий шар із ізопласта марки «П» (5 мм) для додаткового захисту гідроізоляції;
3. Стяжка з цементно-піщаного розчину М100 (30 мм) для вирівнювання поверхні та створення робочого горизонту;
4. Керамзитобетон марки В 3,5 ( $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$ ) з ухилом 4 % (від 40 до 200 мм) як теплоізоляційний та вирівнювальний шар;
5. Залізобетонна плита покриття товщиною 220 мм, що сприймає основні експлуатаційні навантаження.

## **2.2. Перевірка несучої здатності позацентрово-стиснутого зовнішнього простінка в осях 1–В–Г**

Розрахунок елементів неармованих кам'яних конструкцій при позацентровому стисканні виконується за формулою:

$$N \leq m_g \varphi R A_c \omega \quad (2.1)$$

де  $N$  – розрахункова поздовжня сила (визначається за формулою (2.4));

$m_g$  – коефіцієнт, що враховує вплив тривалого навантаження;

$\varphi$  – коефіцієнт поздовжнього згину;

$R$  – розрахунковий опір стиску кладки (за таблицею 2.2);

$A_c$  – площа стиснутої частини перерізу елементу;

$\omega$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність напружень у стислій зоні.

Розрахунок проводиться для цегли М125, розчин М100. Товщина стіни з 1-2 поверхів – 640 мм, а 3-10 поверхів – 510 мм, висота – 300 см, прийняті за проектом.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$A_{гр} = 3,47 \cdot 3,47 = 12,04 \text{ м}^2.$$

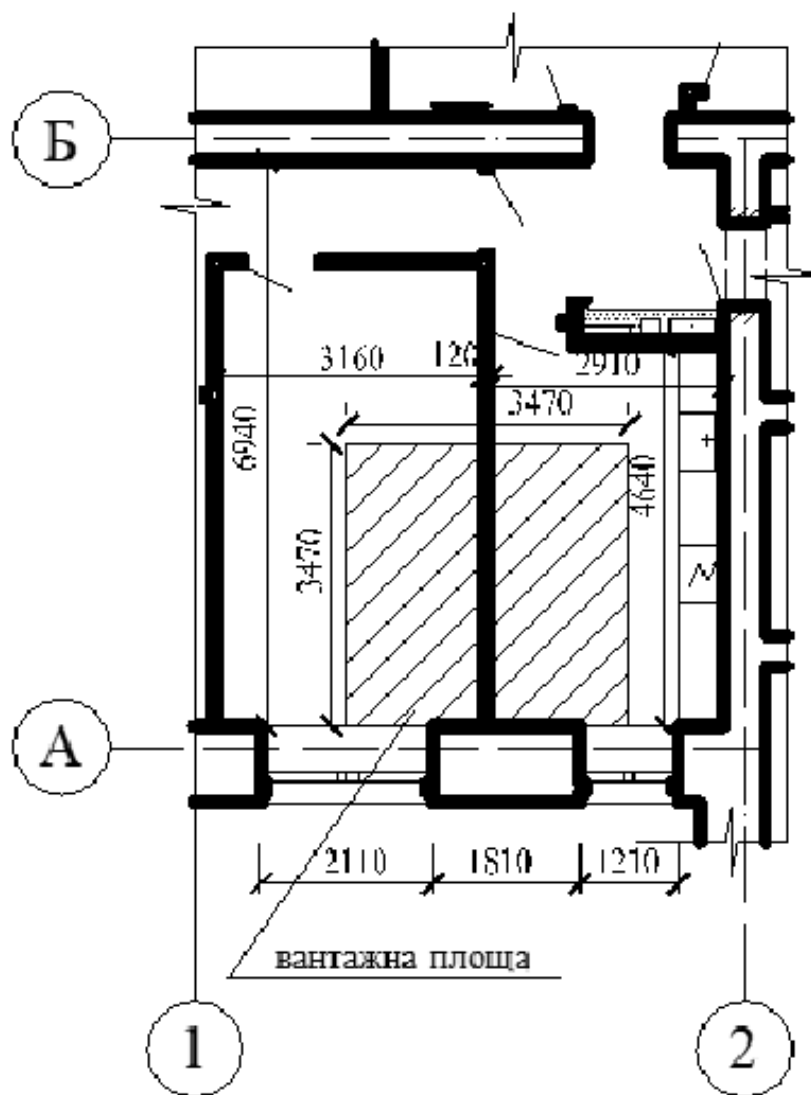


Рис. 2.1 Вантажна площа простінку

#### Визначення вітрового навантаження

Вихідні данні: Вітровий район II, Нормативне значення вітрового тиску  $0,373 \text{ кН/м}^2$ , тип споруди – Вертикальна. Параметри: Поверхня навітряної сторони, крок сканування 3 м, коефіцієнт надійності за навантаженням – 1,4, загальна висота 33,77 м.

Результати дослідження наведені в таблиці 2.5

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Таблиця 2.5 – Результати дослідження вітрового навантаження на стіну

| Висота (м) | Нормативне значення<br>(кН/м <sup>2</sup> ) | Розрахункове значення<br>(кН/м <sup>2</sup> ) |
|------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 0          | 0,149                                       | 0,209                                         |
| 3          | 0,149                                       | 0,209                                         |
| 6          | 0,158                                       | 0,221                                         |
| 9          | 0,185                                       | 0,259                                         |
| 12         | 0,209                                       | 0,292                                         |
| 15         | 0,228                                       | 0,319                                         |
| 18         | 0,245                                       | 0,343                                         |
| 21         | 0,261                                       | 0,365                                         |
| 24         | 0,275                                       | 0,385                                         |
| 27         | 0,288                                       | 0,404                                         |
| 30         | 0,301                                       | 0,421                                         |
| 33         | 0,313                                       | 0,438                                         |
| 33,77      | 0,315                                       | 0,442                                         |

Визначимо площу стіни  $A_{ст}$  розрахункового простінку:

$$A_{ст} = b_{пр} \cdot (h_{зд} - 0,8) - b_{ок} \cdot h_{ок} \cdot n = \quad (2.2)$$

$$= 3,47 \cdot (33,77 - 0,8) - 0,5 \cdot 1,51 \cdot 2,11 \cdot 10 - 0,5 \cdot 1,51 \cdot 1,21 \cdot 10 = 89,34 \text{ м}^2$$

Площа стіни на один поверх:

$$A_{ст1} = b_{пр} \cdot (h_{зд} - 0,8) - b_{ок} \cdot h_{ок} \cdot n = \quad (2.3)$$

$$= 3,47 \cdot 3 - 0,5 \cdot 1,51 \cdot 2,11 - 0,5 \cdot 1,51 \cdot 1,21 = 7,9 \text{ м}^2$$

Розрахуємо повне навантаження на простінок першого поверху за формулою:

$$N = q_{кр} A_{в} + q_{т} A_{в} + q_{пер} A_{в} (n - 1) + A_{ст} \delta_{ст} \gamma_{цег} + A_{ст} \delta_{ут} \gamma_{ут} \quad (2.4)$$

$$+ A_{ст} \delta_{обл.цег} \gamma_{обл.цег} 0,95$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$N = 10,186 \cdot 12,04 + 5,15 \cdot 12,04 + 6,036 \cdot 12,04 \cdot 9 + \\ + (15,8 \cdot 0,64 \cdot 18 + 73,54 \cdot 0,51 \cdot 18) \cdot 0,95 = 1611 \text{ кН}$$

де  $q_{кр}$  – навантаження від суміщеного даху, кН/м;

$A_B$  – вантажна площа, м<sup>2</sup>;

$q_T$  – навантаження від першого поверху, кН/м;

$q_{пер}$  – навантаження від міжповерхового перекриття, кН/м;

$n$  – кількість поверхів;

$A_{ст}$  – площа стіни, м<sup>2</sup>;

$\delta_{ст}$  – товщина стіни, м;

$\gamma_{кирп}$  – об'ємна вага цегли, кН/м<sup>3</sup>;

0,95 – коефіцієнт рівня відповідальності.

Розрахуємо повне навантаження на простінок другого поверху:

$$N_2 = q_{кр}A_B + q_TA_B + q_{пер}A_B(n - 1) + A_{ст}\delta_{ст}\gamma_{цег} + A_{ст}\delta_{ут}\gamma_{ут} + \\ A_{ст}\delta_{обл.цег}\gamma_{обл.цег})0,9 = 1455,5 \text{ кН} \quad (2.5)$$

Проводимо аналогічні розрахунки для інших поверхів:

$$N_3 = 1300 \text{ кН},$$

$$N_4 = 1162 \text{ кН},$$

$$N_5 = 1024 \text{ кН},$$

$$N_6 = 886 \text{ кН},$$

$$N_7 = 748 \text{ кН},$$

$$N_8 = 610 \text{ кН},$$

$$N_9 = 472 \text{ кН},$$

$$N_{10} = 334 \text{ кН}.$$

Перевіримо несучу здатність простінку на 1 поверсі.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Для спрощення розрахунку дозволяється розглядати стіну в межах одного поверху як шарнірно оперту балку на двох опорах з розрахунковою довжиною  $l_0$ , що дорівнює висоті поверху  $H$  (див. рис. 2.2)

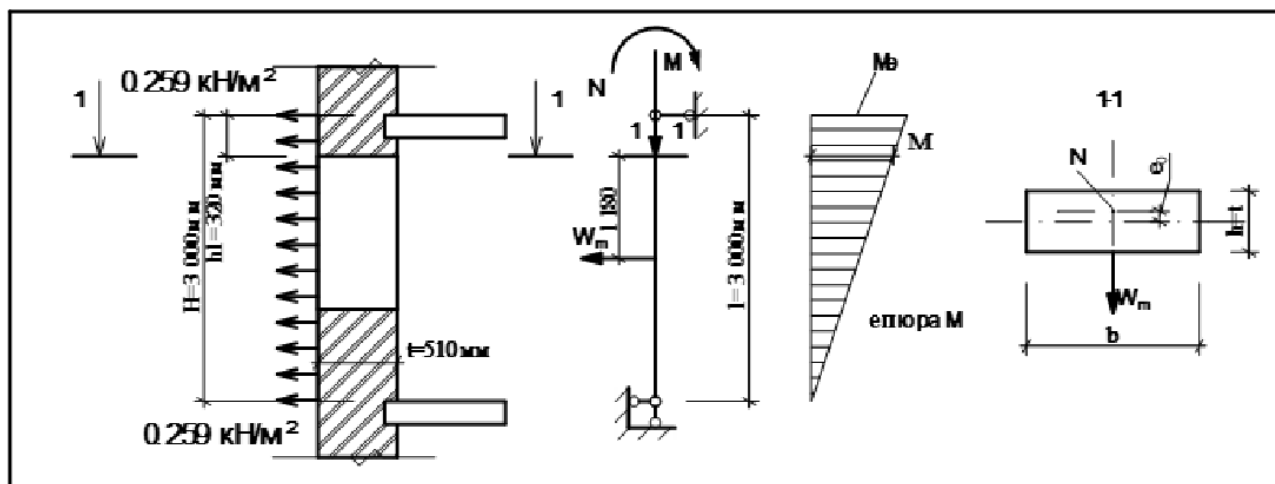


Рис 2.2. Зображення навантажень до розрахунку простінку

Величина згинаючого моменту від поверху на рівні низу 1-го поверху.

$$P = q_{\text{пер}} A_{\text{гр}} = 6,036 \cdot 12,04 = 72,67 \text{ кН} \quad (2.5)$$

$$M_e = P (t/2 - 1/3c) = 72,67(0,64/2 - 1/3 \cdot 0,12) = 20,34 \text{ кНм} \quad (2.6)$$

А момент на рівні низу перемички (в розрахунковому перерізі):

$$M = M_e (H - h_1) / H = 20,34(3 - 0,32) / 3 = 18,17 \text{ кНм} \quad (2.7)$$

$$M_W = W_m \cdot 0,32 = 2,0461 \cdot 1,18 = 2,414 \text{ кНм}$$

$$M_{\Pi} = M + M_W = 18,17 + 2,414 = 20,584 \text{ кНм}$$

Найбільш критичним перерізом у простінку, який необхідно розраховувати, є переріз у підніжжі перемички. У цьому перерізі, крім поздовжньої сили, діє

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

згинальний момент  $M$ , зумовлений реакціями перекриття та вітровим навантаженням (рис. 2.4), розташованими безпосередньо над розрахунковим перерізом 1–1.

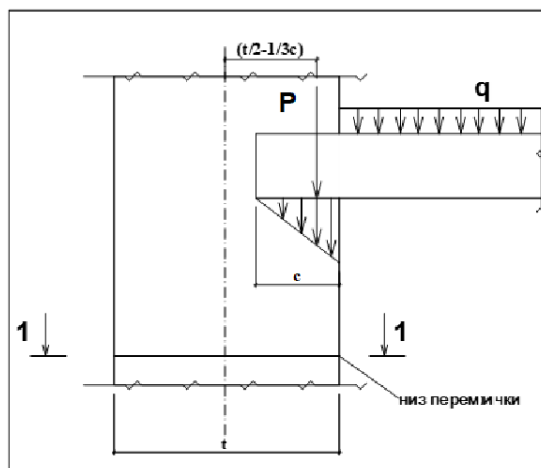


Рис 2.3. Навантаження від перекриття на стіну

З рисунка 2.3 видно, що тиск від перекриття на стіну розподіляється нерівномірно: по внутрішній грані стіни він максимальний і зменшується до нуля біля торця плити перекриття (в перерізі утворюється трикутник). При такому розподілі рівнодіюча напружень  $P$  прикладається в центрі тяжіння цього трикутника на відстані  $(t/2 - 1/3ε)$  від центра тяжіння стіни.

Загалом на розрахункове переріз діють поздовжня сила  $N$  а згинальний момент  $M_p$  або, що еквівалентно, поздовжня сила прикладається з ексцентриситетом:

$$e_0 = M/N_3 = 20,584/1611 = 0,0127 \text{ м} \quad (2.8)$$

Несучу здатність позацентрово стиснутих елементів без поперечного армування перевіряють за формулою:

$$N \leq m_g \varphi R A_c \omega \quad (2.9)$$

Розрахунковий опір кладки з цегли  $R$ . Для цегли марки М125 та розчину марки М100:  $R=2,0$  МПа.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

При  $h > 30 \text{ см}$  коефіцієнт  $m_g = 1$ .

Коефіцієнт поздовжнього згину  $\varphi$  визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} \quad (2.10)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт поздовжнього згину для всього перерізу в площині дії згинального моменту, який визначають за розрахунковою висотою елемента  $l_0$ ;

$\varphi_c$  – коефіцієнт поздовжнього згину для стиснутої частини перерізу, який визначають за фактичною висотою елемента  $H$ .

Гнучкість елемента  $\lambda$  обчислюють за формулою:

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{\text{ст}}} \quad (2.11)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента;

$\delta_{\text{ст}}$  – товщина стіни.

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{\text{ст}}} = \frac{3}{0,51} = 5,88 \quad (2.12)$$

Гнучкість зжатої частини прямокутного перерізу  $\lambda_c$  визначається за формулою:

$$\lambda_c = \frac{l_0}{h_c} \quad (2.13)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перетину в площі дії згинального моменту, визначається за формулою:

$$h_c = \delta_{\text{ст}} - 2e \quad (2.14)$$

де  $\delta_{\text{ст}}$  – товщина стіни, м;

$e$  – ексцентриситет, м.

$$h_c = \delta_{\text{ст}} - 2e = 0,51 - 2 \cdot 0,0127 = 0,4846 \text{ (м)} \quad (2.15)$$

$$\lambda = \frac{l_0}{h_c} = \frac{3}{0,4846} = 6,19 \quad (2.16)$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

За інтерполяцією знаходимо коефіцієнти  $\varphi$  та  $\varphi_c$ :

$$\varphi = 0,98 + (1 - 0,98) \frac{5,88 - 4}{6 - 4} = 0,9988 \quad (2.17)$$

$$\varphi_c = 0,95 + (0,98 - 0,95) \frac{6,19 - 6}{8 - 6} = 0,952 \quad (2.18)$$

$$\varphi = \frac{0,9988 + 0,952}{2} = 0,975 \quad (2.19)$$

Площа перерізу елементу знаходиться за формулою:

$$A_c = b_{\text{пр}} h_c \quad (2.20)$$

$$A_c = 1,81 \cdot 0,4846 = 0,877 \text{ (м}^2\text{)}$$

де  $b_{\text{пр}}$  – ширина простінку, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перерізу в площі дії згинаючого моменту, м.

Коефіцієнт  $\omega$  для прямокутного перерізу визначають за формулою:

$$\omega = 1 + \frac{e}{\delta_{\text{ст}}} \leq 1,45 \quad (2.21)$$

$$\omega = 1 + 0,0127 / 0,51 = 1,024$$

де  $e$  – ексцентриситет, м;

$\delta_{\text{ст}}$  – товщина стіни, м.

$1,024 \leq 1,45$  – умова виконується.

Перевіряємо за формулою 2.1:

$$N = 1611 < m_g \varphi R A_c \omega = 1 \cdot 0,975 \cdot 2000 \cdot 0,877 \cdot 1,024 = 1751 \text{ (кН)}$$

Умова виконується:  $k_3 = 1751 / 1611 = 1,086$ .

Перевіряю несучу здатність простінка на 2-му поверсі.

Для спрощення розрахунку дозволяється розглядати стіну в межах одного поверху як шарнірно оперту балку на двох опорах з розрахунковою довжиною  $l_0$  що дорівнює висоті поверху  $H$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

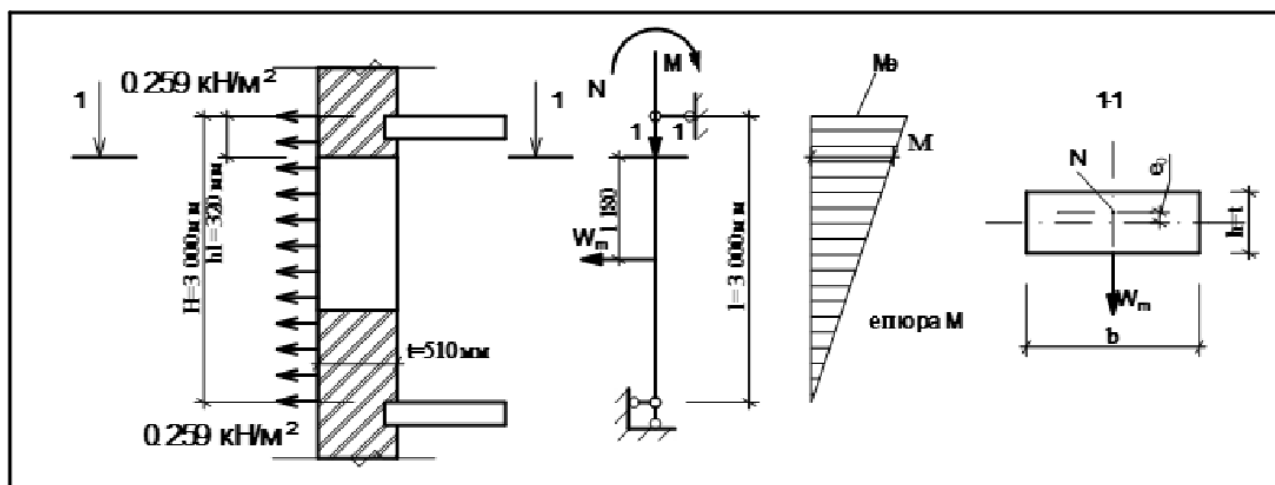


Рис 2.4 Зображення навантажень до розрахунку простінку

Величина згинаючого моменту від поверху на рівні низу 2-го поверху.

$$P = q_{\text{пер}} A_{\text{гр}} = 6,036 \cdot 12,04 = 72,67 \text{ кН}, \quad (2.22)$$

$$M_e = P (t/2 - 1/3c) = 72,67(0,64/2 - 1/3 \cdot 0,12) = 20,34 \text{ кНм} \quad (2.23)$$

А момент на рівні низу перемички (в розрахунковому перерізі)

$$M = M_e (H - h_1) / H = 20,34(3 - 0,32) / 3 = 18,17 \text{ кНм}, \quad (2.24)$$

$$M_W = W_m \cdot 0,32 = 2,0461 \cdot 1,18 = 2,414 \text{ кНм},$$

$$M_{\text{п}} = M + M_W = 18,17 + 2,414 = 19,584 \text{ кНм}$$

Найбільш критичним перерізом у простінку, який необхідно розраховувати, є переріз у підніжжі перемички. У цьому перерізі, крім поздовжньої сили, діє згинальний момент  $M$ , зумовлений реакціями перекриття та вітровим навантаженням (рис. 2.6), розташованими безпосередньо над розрахунковим перерізом 1–1.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

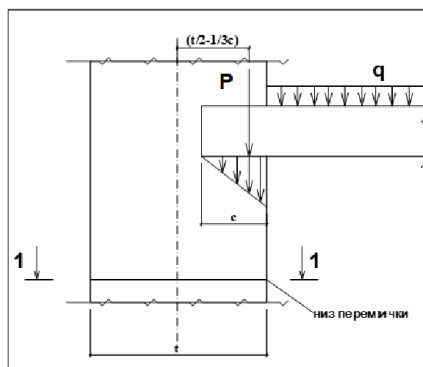


Рис 2.5 Навантаження від перекриття на стіну

З рисунка 2.5 видно, що тиск від перекриття на стіну розподіляється нерівномірно: по внутрішній грані стіни він максимальний і зменшується до нуля біля торця плити перекриття (в перерізі утворюється трикутник). При такому розподілі рівнодіюча напружень  $P$  прикладається в центрі тяжіння цього трикутника на відстані  $(t/2 - 1/3c)$  від центра тяжіння стіни.

Загалом на розрахункове переріз діють поздовжня сила  $N$  а згинальний момент  $M$  або, що еквівалентно, поздовжня сила прикладається з ексцентриситетом:  $e_0 = M/N_3 = 19,584/1455,5 = 0,0134$  м.

Несучу здатність позацентрово стиснутих елементів без поперечного армування перевіряють за формулою:

$$N \leq m_g \varphi R A_c \omega \quad (2.25)$$

Розрахунковий опір кладки з цегли  $R$ . Для цегли марки М125 та розчину марки М100:  $R=2,0$  МПа.

При  $h > 30$  см коефіцієнт  $m_g = 1$ .

Коефіцієнт поздовжнього згину  $\varphi$  визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} \quad (2.26)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт поздовжнього згину для всього перерізу в площині дії згинального моменту, який визначають за розрахунковою висотою елемента  $l_0$ ;

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$\varphi_c$  – коефіцієнт поздовжнього згину для стиснутої частини перерізу, який визначають за фактичною висотою елемента  $H$ .

Гнучкість елементу  $\lambda$  обчислюють за формулою:

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{ст}}, \quad (2.27)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента;

$\delta_{ст}$  – товщина стіни.

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{co}} = \frac{3}{0,51} = 5,88.$$

Гнучкість зжатої частини прямокутного перерізу  $\lambda_c$  визначається за формулою:

$$\lambda_c = \frac{l_0}{h_c}, \quad (2.28)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перетину в площі дії згинального моменту, визначається за формулою:

$$h_c = \delta_{ст} - 2e, \quad (2.29)$$

де  $\delta_{ст}$  – товщина стіни, м;

$e$  – ексцентриситет, м.

$$h_c = \delta_{ст} - 2e = 0,51 - 2 \cdot 0,0134 = 0,4832 \text{ (м)}.$$

$$\lambda = \frac{l_0}{h_c} = \frac{3}{0,4832} = 6,2$$

За інтерполяцією знаходимо коефіцієнти  $\varphi$  та  $\varphi_c$ :

$$\varphi = 0,98 + (1 - 0,98) \frac{5,88 - 4}{6 - 4} = 0,9988$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$\varphi_c = 0,95 + (0,98 - 0,95) \frac{6,19 - 6}{8 - 6} = 0,952$$

$$\varphi = \frac{0,9988 + 0,952}{2} = 0,975$$

Площа перерізу елементу знаходиться за формулою:

$$A_c = b_{пр} h_c, \quad (2.30)$$

де  $b_{пр}$  – ширина простінку, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перерізу в площі дії згинаючого моменту, м.

$$A_c = 1,81 \cdot 0,4832 = 0,874 \text{ (м}^2\text{)}$$

Коефіцієнт  $\omega$  для прямокутного перерізу визначають за формулою:

$$\omega = 1 + \frac{e}{\delta_{ст}} \leq 1,45 \quad (2.31)$$

де  $e$  – ексцентриситет, м;

$\delta_{ст}$  – товщина стіни, м.

$$\omega = 1 + 0,0134 / 0,51 = 1,026$$

$$1,024 \leq 1,45 \text{ – умова виконується.}$$

Перевіряємо за формулою 2.1:

$$N = 1455,5 < m_g \varphi R A_c \omega = 1 \cdot 0,975 \cdot 2000 \cdot 0,874 \cdot 1,026 = 1748,6 \text{ (кН)}$$

Умова виконується.

$$k_3 = 1748,6 / 1455,51 = 1,2$$

Перевіряю несучу здатність простінка на 3-му поверсі.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Для спрощення розрахунку дозволяється розглядати стіну в межах одного поверху як шарнірно оперту балку на двох опорах з розрахунковою довжиною  $l_0$  що дорівнює висоті поверху  $H$

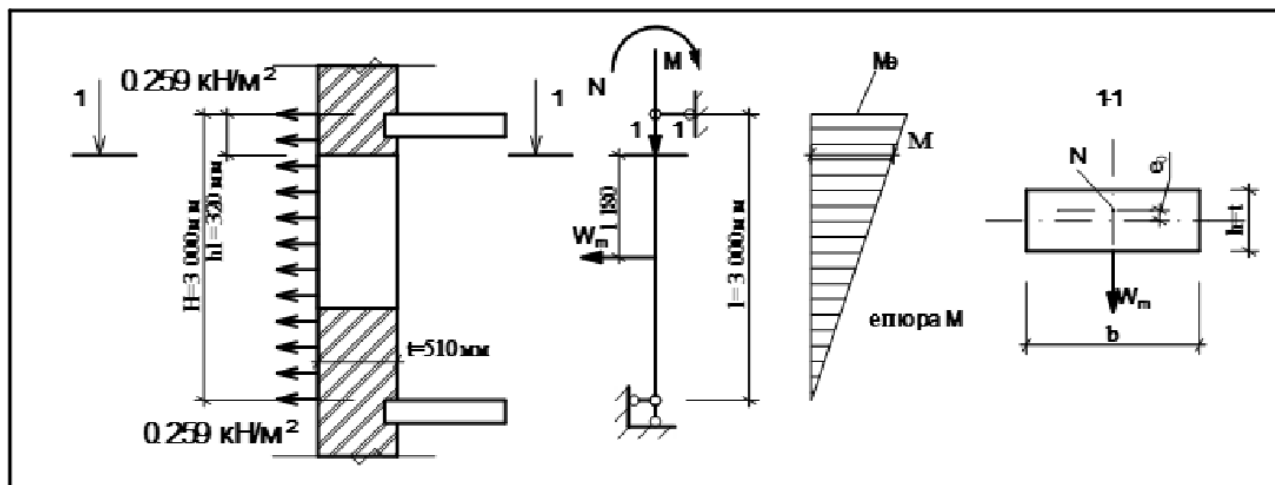


Рис 2.6. Зображення навантажень до розрахунку простінку

Величина згинаючого моменту від поверху на рівні низу перекриття 3-го поверху.

$$P = q_{\text{пер}} A_{\text{гр}} = 6,036 \cdot 12,04 = 72,67 \text{ кН}, \quad (2.32)$$

$$M_e = P (t/2 - 1/3c) = 72,67(0,51/2 - 1/3 \cdot 0,12) = 15,62 \text{ кНм} \quad (2.33)$$

А момент на рівні низу перемички (в розрахунковому перерізі)

$$M = M_e (H - h_1) / H = 15,62(3 - 0,32) / 3 = 13,9 \text{ кНм}, \quad (2.34)$$

$$M_w = W_m \cdot 0,32 = 2,0461 \cdot 1,18 = 2,414 \text{ кНм},$$

$$M_{\text{п}} = M + M_w = 13,9 + 2,414 = 16,314 \text{ кНм}$$

Найбільш критичним перерізом у простінку, який необхідно розраховувати, є переріз у підніжжі перемички. У цьому перерізі, крім поздовжньої сили, діє згинальний момент  $M$ , зумовлений реакціями перекриття та вітровим навантаженням (рис. 2.7), розташованими безпосередньо над розрахунковим перерізом 1–1.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

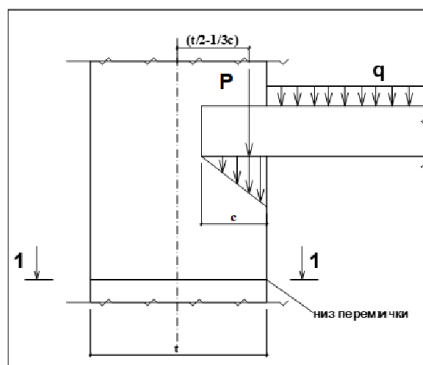


Рис 2.7 Навантаження від перекриття на стіну

З рисунка 2.7 видно, що тиск від перекриття на стіну розподіляється нерівномірно: по внутрішній грані стіни він максимальний і зменшується до нуля біля торця плити перекриття (в перерізі утворюється трикутник). При такому розподілі рівнодіюча напружень  $P$  прикладається в центрі тяжіння цього трикутника на відстані  $(t/2 - 1/3c)$  від центра тяжіння стіни.

Загалом на розрахункове переріз діють поздовжня сила  $N$  а згинальний момент  $M$  або, що еквівалентно, поздовжня сила прикладається з ексцентриситетом:  $e_0 = M/N_3 = 16,314/1300 = 0,0125$  м.

Несучу здатність позациентрово стиснутих елементів без поперечного армування перевіряють за формулою:

$$N \leq m_g \varphi R A_c \omega \quad (2.35)$$

Розрахунковий опір кладки з цегли  $R$ . Для цегли марки М125 та розчину марки М100:  $R=2,0$  МПа.

При  $h > 30$  см коефіцієнт  $m_g = 1$ .

Коефіцієнт поздовжнього згину  $\varphi$  визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} \quad (2.36)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт поздовжнього згину для всього перерізу в площині дії згинального моменту, який визначають за розрахунковою висотою елемента  $l_0$ ;

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$\varphi_c$  – коефіцієнт поздовжнього згину для стиснутої частини перерізу, який визначають за фактичною висотою елемента  $H$ .

Гнучкість елемента  $\lambda$  обчислюють за формулою:

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{ст}}, \quad (2.37)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента;

$\delta_{ст}$  – товщина стіни.

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{co}} = \frac{3}{0,51} = 5,88.$$

Гнучкість зжатої частини прямокутного перерізу  $\lambda_c$  визначається за формулою:

$$\lambda_c = \frac{l_0}{h_c}, \quad (2.38)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перетину в площі дії згинального моменту, визначається за формулою:

$$h_c = \delta_{ст} - 2e, \quad (2.39)$$

де  $\delta_{ст}$  – товщина стіни, м;

$e$  – ексцентриситет, м.

$$h_c = \delta_{ст} - 2e = 0,51 - 2 \cdot 0,0125 = 0,485 \text{ (м)}.$$

$$\lambda = \frac{l_0}{h_c} = \frac{3}{0,485} = 6,18$$

За інтерполяцією знаходимо коефіцієнти  $\varphi$  та  $\varphi_c$ :

$$\varphi = 0,98 + (1 - 0,98) \frac{5,88 - 4}{6 - 4} = 0,9988$$

$$\varphi_c = 0,95 + (0,98 - 0,95) \frac{6,18 - 6}{8 - 6} = 0,955$$

$$\varphi = \frac{0,9988 + 0,955}{2} = 0,9769$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Площа перерізу елементу знаходиться за формулою:

$$A_c = b_{\text{пр}} h_c, \quad (2.40)$$

де  $b_{\text{пр}}$  – ширина простінку, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перерізу в площі дії згинаючого моменту, м.

$$A_c = 1,81 \cdot 0,485 = 0,877 \text{ (м}^2\text{)}$$

Коефіцієнт  $\omega$  для прямокутного перерізу визначають за формулою:

$$\omega = 1 + \frac{e}{\delta_{\text{ст}}} \leq 1,45 \quad (2.41)$$

де  $e$  – ексцентриситет, м;

$\delta_{\text{ст}}$  – товщина стіни, м.

$$\omega = 1 + 0,0125 / 0,51 = 1,024$$

$$1,024 \leq 1,45 \text{ – умова виконується.}$$

Перевіряємо за формулою 2.1:

$$N = 1300 < m_g \varphi R A_c \omega = 1 \cdot 0,9769 \cdot 2000 \cdot 0,877 \cdot 1,024 = 1754,6 \text{ (кН)}$$

Умова виконується.

$$k_3 = 1754,6 / 1300 = 1,35$$

Перевіряю несучу здатність простінка на 4-му поверсі.

Для спрощення розрахунку дозволяється розглядати стіну в межах одного поверху як шарнірно оперту балку на двох опорах з розрахунковою довжиною  $l_0$  що дорівнює висоті поверху  $H$ .

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

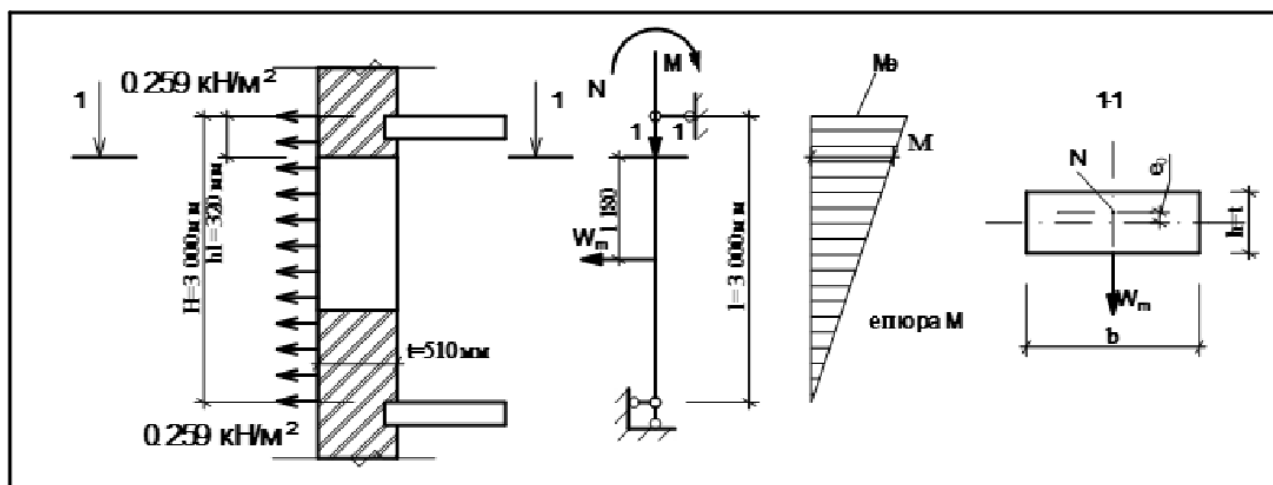


Рис 2.8. Зображення навантажень до розрахунку простінку

Величина згинаючого моменту від поверху на рівні низу перекриття 4-го поверху.

$$P = q_{\text{пер}} A_{\text{гр}} = 6,036 \cdot 12,04 = 72,67 \text{ кН}, \quad (2.42)$$

$$M_e = P (t/2 - 1/3c) = 72,67(0,51/2 - 1/3 \cdot 0,12) = 15,62 \text{ кНм} \quad (2.43)$$

А момент на рівні низу перемички (в розрахунковому перерізі)

$$M = M_e (H - h_1) / H = 15,62(3 - 0,32) / 3 = 13,9 \text{ кНм}, \quad (2.44)$$

$$M_W = W_m \cdot 0,32 = 2,22 \cdot 0,62 = 1,3764 \text{ кНм},$$

$$M_{\Pi} = M + M_W = 13,9 + 1,3764 = 15,27 \text{ кНм}$$

Найбільш критичним перерізом у простінку, який необхідно розраховувати, є переріз у підніжжі перемички. У цьому перерізі, крім поздовжньої сили, діє згинальний момент  $M$ , зумовлений реакціями перекриття та вітровим навантаженням (рис. 2.10), розташованими безпосередньо над розрахунковим перерізом 1–1.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

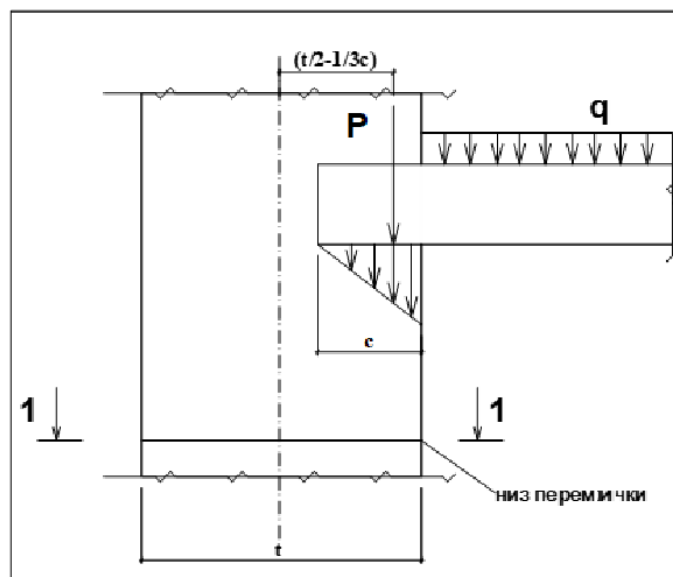


Рис 2.9 Навантаження від перекриття на стіну

З рисунка 2.9 видно, що тиск від перекриття на стіну розподіляється нерівномірно: по внутрішній грані стіни він максимальний і зменшується до нуля біля торця плити перекриття (в перерізі утворюється трикутник). При такому розподілі рівнодіюча напружень  $P$  прикладається в центрі тяжіння цього трикутника на відстані  $(t/2 - 1/3c)$  від центра тяжіння стіни.

Загалом на розрахункове переріз діють поздовжня сила  $N$  а згинальний момент  $M$  або, що еквівалентно, поздовжня сила прикладається з ексцентриситетом  $e_0 = M/N_3 = 15,27/1162 = 0,0131$  м.

Несучу здатність позацентрово стиснутих елементів без поперечного армування перевіряють за формулою:

$$N \leq m_g \varphi R A_c \omega \quad (2.45)$$

Розрахунковий опір кладки з цегли  $R$ . Для цегли марки М125 та розчину марки М100:  $R=2,0$  МПа.

При  $h > 30$  см коефіцієнт  $m_g = 1$ .

Коефіцієнт поздовжнього згину  $\varphi$  визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} \quad (2.46)$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

де  $\varphi$  – коефіцієнт поздовжнього згину для всього перерізу в площині дії згинального моменту, який визначають за розрахунковою висотою елемента  $l_0$ ;

$\varphi_c$  – коефіцієнт поздовжнього згину для стиснутої частини перерізу, який визначають за фактичною висотою елемента  $H$ .

Гнучкість елемента  $\lambda$  обчислюють за формулою:

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{ст}}, \quad (2.47)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента;

$\delta_{ст}$  – товщина стіни.

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{co}} = \frac{3}{0,51} = 5,88.$$

Гнучкість зжатої частини прямокутного перерізу  $\lambda_c$  визначається за формулою:

$$\lambda_c = \frac{l_0}{h_c}, \quad (2.48)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перетину в площі дії згинального моменту, визначається за формулою:

$$h_c = \delta_{ст} - 2e, \quad (2.49)$$

де  $\delta_{ст}$  – товщина стіни, м;

$e$  – ексцентриситет, м.

$$h_c = \delta_{ст} - 2e = 0,51 - 2 \cdot 0,0131 = 0,484 \text{ (м)}.$$

$$\lambda = \frac{l_0}{h_c} = \frac{3}{0,484} = 6,2$$

За інтерполяцією знаходимо коефіцієнти  $\varphi$  та  $\varphi_c$ :

$$\varphi = 0,98 + (1 - 0,98) \frac{5,88 - 4}{6 - 4} = 0,9988$$

$$\varphi_c = 0,95 + (0,98 - 0,95) \frac{6,2 - 6}{8 - 6} = 0,9522$$

$$\varphi = \frac{0,9988 + 0,9522}{2} = 0,975$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Площа перерізу елементу знаходиться за формулою:

$$A_c = b_{\text{пр}} h_c, \quad (2.50)$$

де  $b_{\text{пр}}$  – ширина простінку, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перерізу в площі дії згинаючого моменту, м.

$$A_c = 1,81 \cdot 0,484 = 0,876 \text{ (м}^2\text{)}$$

Коефіцієнт  $\omega$  для прямокутного перерізу визначають за формулою:

$$\omega = 1 + \frac{e}{\delta_{\text{ст}}} \leq 1,45 \quad (2.51)$$

де  $e$  – ексцентриситет, м;

$\delta_{\text{ст}}$  – товщина стіни, м.

$$\omega = 1 + 0,0131 / 0,51 = 1,025$$

$$1,02 \leq 1,45 \text{ – умова виконується.}$$

Перевіряємо за формулою 2.1:

$$N = 1162 < m_g \varphi R A_c \omega = 1 \cdot 0,975 \cdot 2000 \cdot 0,876 \cdot 1,025 = 1750 \text{ (кН)}$$

Умова виконується.

$$k_3 = 1750 / 1162 = 1,5$$

Перевіряю несучу здатність простінка на 5-му поверсі.

Для спрощення розрахунку дозволяється розглядати стіну в межах одного поверху як шарнірно оперту балку на двох опорах з розрахунковою довжиною  $l_0$  що дорівнює висоті поверху  $H$ .

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

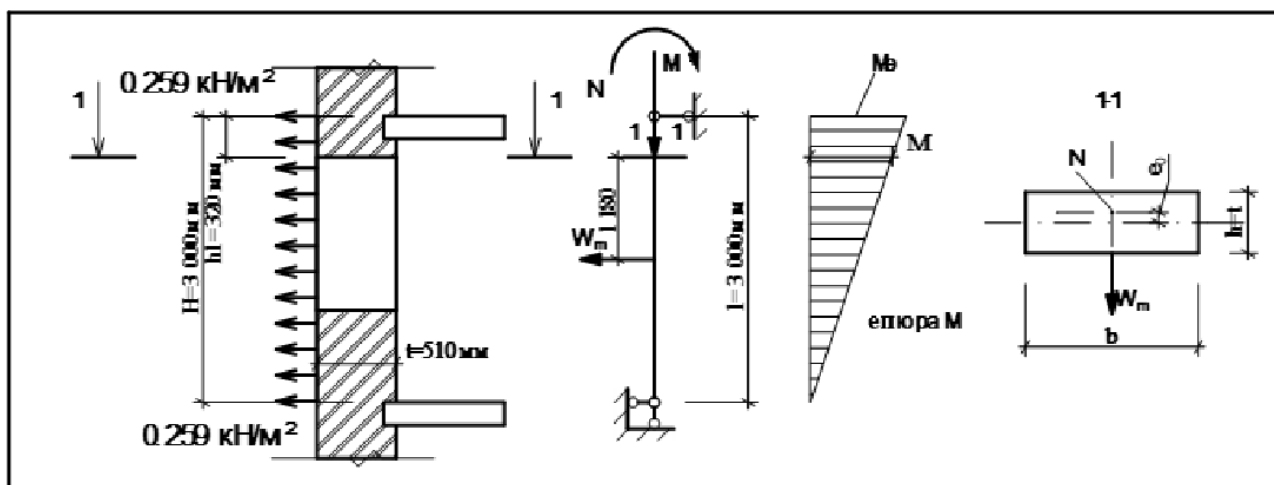


Рис 2.10. Зображення навантажень до розрахунку простінку

Величина згинаючого моменту від поверху на рівні низу перекриття 5-го поверху.

$$P = q_{\text{пер}} A_{\text{гр}} = 6,036 \cdot 12,04 = 72,67 \text{ кН}, \quad (2.52)$$

$$M_e = P (t/2 - 1/3c) = 72,67(0,51/2 - 1/3 \cdot 0,12) = 15,62 \text{ кНм} \quad (2.53)$$

А момент на рівні низу перемички (в розрахунковому перерізі)

$$M = M_e (H - h_1) / H = 15,62(3 - 0,32) / 3 = 13,9 \text{ кНм}, \quad (2.54)$$

$$M_W = W_m \cdot 0,32 = 2,45 \cdot 0,62 = 1,52 \text{ кНм},$$

$$M_{\Pi} = M + M_W = 13,9 + 1,52 = 15,42 \text{ кНм}$$

Найбільш критичним перерізом у простінку, який необхідно розраховувати, є переріз у підніжжі перемички. У цьому перерізі, крім поздовжньої сили, діє згинальний момент  $M$ , зумовлений реакціями перекриття та вітровим навантаженням (рис. 2.12), розташованими безпосередньо над розрахунковим перерізом 1–1.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

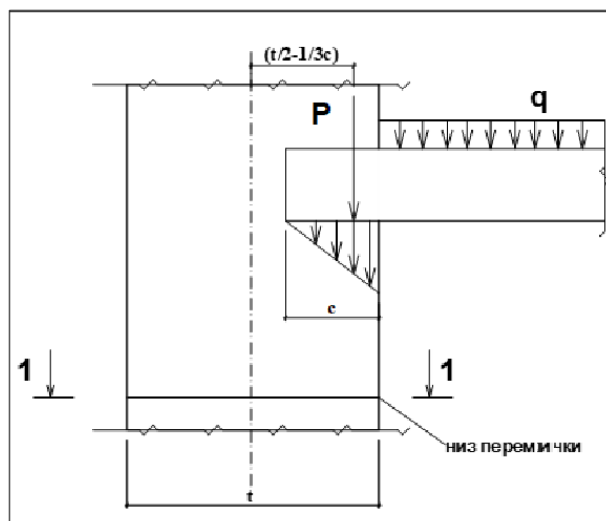


Рис 2.11 Навантаження від перекриття на стіну

З рисунка 2.11 видно, що тиск від перекриття на стіну розподіляється нерівномірно: по внутрішній грані стіни він максимальний і зменшується до нуля біля торця плити перекриття (в перерізі утворюється трикутник). При такому розподілі рівнодіюча напружень  $P$  прикладається в центрі тяжіння цього трикутника на відстані  $(t/2 - 1/3c)$  від центра тяжіння стіни.

Загалом на розрахункове переріз діють поздовжня сила  $N$  а згинальний момент  $M$  або, що еквівалентно, поздовжня сила прикладається з ексцентриситетом  $e_0 = M/N_3 = 15,42/1024 = 0,015$  м.

Несучу здатність позацентрово стиснутих елементів без поперечного армування перевіряють за формулою:

$$N \leq m_g \varphi R A_c \omega,$$

Розрахунковий опір кладки з цегли  $R$ . Для цегли марки М 125 та розчину марки М100:  $R=2,0$  МПа.

При  $h > 30$  см коефіцієнт  $m_g = 1$ .

Коефіцієнт поздовжнього згину  $\varphi$  визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} \quad (2.55)$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

де  $\varphi$  – коефіцієнт поздовжнього згину для всього перерізу в площині дії згинального моменту, який визначають за розрахунковою висотою елемента  $l_0$ ;

$\varphi_c$  – коефіцієнт поздовжнього згину для стиснутої частини перерізу, який визначають за фактичною висотою елемента  $H$ .

Гнучкість елементу  $\lambda$  обчислюють за формулою:

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{ст}}, \quad (2.56)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента;

$\delta_{ст}$  – товщина стіни.

$$\lambda = \frac{l_0}{\delta_{ст}} = \frac{3}{0,51} = 5,88.$$

Гнучкість зжатої частини прямокутного перерізу  $\lambda_c$  визначається за формулою:

$$\lambda_c = \frac{l_0}{h_c}, \quad (2.57)$$

де  $l_0$  – розрахункова висота (довжина) елемента, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перетину в площі дії згинального моменту, визначається за формулою:

$$h_c = \delta_{ст} - 2e, \quad (2.58)$$

де  $\delta_{ст}$  – товщина стіни, м;

$e$  – ексцентриситет, м.

$$h_c = \delta_{ст} - 2e = 0,51 - 2 \cdot 0,015 = 0,48 \text{ (м)}.$$

$$\lambda = \frac{l_0}{h_c} = \frac{3}{0,48} = 6,25$$

За інтерполяцією знаходимо коефіцієнти  $\varphi$  та  $\varphi_c$ :

$$\varphi = 0,98 + (1 - 0,98) \frac{5,88 - 4}{6 - 4} = 0,9988$$

$$\varphi_c = 0,95 + (0,98 - 0,95) \frac{6,25 - 6}{8 - 6} = 0,953$$

$$\varphi = \frac{0,9988 + 0,953}{2} = 0,976$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Площа перерізу елементу знаходиться за формулою:

$$A_c = b_{\text{пр}} h_c \quad (2.59)$$

де  $b_{\text{пр}}$  – ширина простінку, м;

$h_c$  – висота стиснутої частини поперечного перерізу в площі дії згинаючого моменту, м.

$$A_c = 1,81 \cdot 0,48 = 0,8688 \text{ (м}^2\text{)}$$

Коефіцієнт  $\omega$  для прямокутного перерізу визначають за формулою:

$$\omega = 1 + \frac{e}{\delta_{\text{ст}}} \leq 1,45 \quad (2.60)$$

де  $e$  – ексцентриситет, м;

$\delta_{\text{ст}}$  – товщина стіни, м.

$$\omega = 1 + 0,015 / 0,51 = 1,03$$

$$1,03 \leq 1,45 \text{ – умова виконується.}$$

Перевіряємо за формулою 2.1:

$$N = 1024 < m_g \varphi R A_c \omega = 1 \cdot 0,976 \cdot 2000 \cdot 0,8688 \cdot 1,03 = 1746 \text{ (кН)}$$

Умова виконується.

$$k_3 = 1746 / 1024 = 1,7$$

| Поверх | $K_3$ |
|--------|-------|
| 1      | 1,086 |
| 2      | 1,2   |
| 3      | 1,35  |
| 4      | 1,5   |
| 5      | 1,7   |

Як бачимо найбільш напружений простінок знаходиться на першому поверсі.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

### 2.3. Теплотехнічний розрахунок стін

Теплотехнічний розрахунок стінової панелі здійснюється з метою надійного захисту приміщень від холоду. Конструкцію стінових огорожень та покриттів обирають на основі визначення необхідного опору теплопередачі (з урахуванням граничного охолодження при низьких зовнішніх температурах за відсутності вітру).

#### Вихідні дані:

1. Місце будівництва – с. Софіївська Борщагівка;
2. Кліматичний район – І І -в;
3. Температура внутрішнього повітря приміщення:
  - для даху:  $t_{int} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - для стіни:  $t_{ext} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
4. Нормальна відносна вологість  $\Psi = 55\text{ }%$ ;
5. Температура зовнішнього повітря в опалювальному періоді -  $8,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
6. Тривалість опалювального періоду:  $z_{ht} = 230$  днів.

Клімат внутрішніх приміщень – нормальний. Зона вологості – суха. Умови експлуатації огорожувальних конструкцій – клас А.

Зовнішні огороження опалюваних будівель за теплотехнічними показниками повинні мати достатні теплозахисні властивості. Оцінка теплозахисних властивостей огороження проводиться за величиною  $R_0^{TP}$  – необхідний розрахунковий опір теплопередачі.

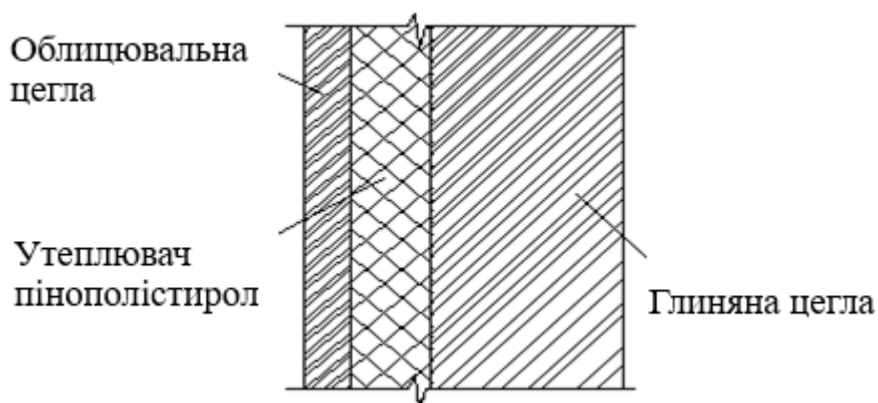


Рис2.12. Склад стіни

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

№ 1 Облицювальна цегла  $\delta_1=0,12$  м;

№ 2 Утеплювач пінополістирол ПСБ-С  $\delta_2=0,15$  м;

№ 3 Цегляна кладка із звичайної глиняної цегли  $\delta_3=0,64$  м.

Таблиця 2.1 – Теплотехнічна характеристика матеріалів

| Найменування шару                                            | Щільність,<br>$\rho(\text{кг/м}^3)$ | Коефіцієнт<br>теплопровідності, $\lambda$ |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|
| Облицювальна цегла $\delta_1=0,12$ м                         | 1200                                | 0,47                                      |
| Утеплювач пінополістирол ПСБ-С $\delta_2=0,15$ м             | 100                                 | 0,041                                     |
| Цегляна кладка із звичайної глиняної цегли $\delta_3=0,64$ м | 1800                                | 0,70                                      |

Градусо-добу опалювального періоду визначають за формулою:

$$\text{ГСОП}=(t_{\text{в}}-t_{\text{оп.пер.}})\cdot Z_{\text{оп.пер.}},$$

де  $t_{\text{в}}$  — розрахункова температура внутрішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{оп.пер.}}$  — середня зовнішня температура опалювального періоду,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$Z_{\text{оп.пер.}}$  — середня температура,  $^{\circ}\text{C}$ , і тривалість, доб., періоду з середньою добовою температурою повітря нижче або рівної  $8^{\circ}\text{C}$ . Якщо  $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{оп.пер.}} = -8,7^{\circ}\text{C}$ ,  $Z_{\text{оп.пер.}} = 230$  діб, то  $\text{ГСОП} = (20-(-8,7))\times 230 = 6\,600$ .

За даними ГСОП визначаємо необхідний опір теплопередачі  $R_0^{\text{тр}}$ , який для житлових огорожень складає приблизно  $3,8 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}$ .

Далі термічний опір  $R_k$  огорожувальної конструкції з послідовно розташованих однорідних шарів обчислюють як суму опорів окремих шарів плюс опір внутрішньої поверхні:  $R_k=R_1+R_2+\dots+R_n+R_{\text{в.п.}}$

де  $R_1, R_2, \dots, R_n$  — термічний опір окремого шару ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}$ ), що визначається за формулою:

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (2.61)$$

де  $\delta$  – товщина шару, м;

$\lambda$  – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/(м·°C).

$$R_k = \frac{0,12}{0,47} + \frac{0,15}{0,041} + \frac{0,64}{0,7} = 4,8 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Опір теплопередачі  $R_0, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ , огорожуючої конструкції слід розраховувати за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_v} + R_k \frac{1}{\alpha} \quad (2.62)$$

де  $\alpha_v$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції,

$R_k$  – термічний спротив огорожуючої конструкції,  $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ ;

$\alpha_n$  – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції Вт/(м · °C),

$$R_0 = 4,95, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Згідно ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» опір теплопередачі огорожуючих конструкцій  $R_0$  повинен бути не менше потрібного опору теплопередачі  $R_0^{\text{тр}}$ . Відповідно:  $R_0 = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > R_0^{\text{тр}} = 3,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Умова виконується, прийнятий склад огорожуючої конструкції задовільняє необхідні вимоги.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.02.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 3. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

### *3.1. Ґрунтові умови й вибір типу фундаменту.*

За результатами інженерно-геологічних вишукувань ділянки в Софіївській Борщагівці ґрунти визнано неперсідаючими та малостискаємими. З урахуванням глибини промерзання (1,2 м) і високого рівня ґрунтових вод прийнято стрічковий збірний фундамент на монолітній бетонній плиті згідно з вимогами ДБН В.2.1-10:2021 «Основи та фундаменти будівель і споруд».

### *3.2. Стрічковий збірний фундамент із ФБС*

Блоки ФБС (розміри 60, 90, 120 або 240 см) виготовлено з бетону класу В22.5, морозостійкість F50; всі вузли – за ДСТУ Б В.2.6-2:2009 «Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови». Вертикальні та горизонтальні шви – 20 мм, армовані сіткою Ø6 мм та прив'язкою до блоків суміжних стін. Блоки укладаються на цементно-піщаному розчині з перев'язкою вертикальних швів, усі колодязі торців – заповнюються розчином до повної щільності.

Процес виготовлення фундаментних блоків суцільного перерізу (ФБС) – це послідовна високотехнологічна операція, що поєднує матеріалознавчі, термодинамічні та метрологічні аспекти, аби забезпечити стабільно-високу несучу здатність та довговічність виробу. Виробництво починається з ретельної підготовки складових бетонної суміші: портландцементу СЕМ І 42,5 N із гарантованою активністю не нижче 42,5 МПа, фракційно підібраних карбонатних і силікатних заповнювачів, питної води з електропровідністю  $\leq 1000 \mu\text{S}/\text{см}$  і високорідких суперпластифікаторів на полікарбоксилатній основі. Водцементне співвідношення стабілізують у межах  $0,45 \pm 0,02$ , чим досягають проєктної міцності класу В 22,5 без надлишкового тепловиділення та усадкових напружень.

|           |            |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |         |
|-----------|------------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------|------|---------|
|           |            |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ |  |  |                                                                    |      |         |
|           |            |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |         |
| Змн.      | Арк.       | № докум. | Підпис | Дата |                         |  |  |                                                                    |      |         |
| Студент   | Бумар      |          |        |      | Основи і фундаменти     |  |  | Літ.                                                               | Арк. | Акрушів |
| Керівник  | Байда      |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |         |
| Кер.розд. | Байда      |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |         |
| Н. Контр. | Башинський |          |        |      |                         |  |  | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |      |         |
| Зав.каф.  | Башинський |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |         |

Для підвищення морозостійкості до F 50 циклів у структуру суміші зачиняють строго нормовану кількість мікропухирців повітря, що працюють як компенсатори льодових клинів.

Далі йде формоутворення. Металеві рознімні форми з геометричними допусками  $\pm 2$  мм попередньо прогрівують до 40 °С і обробляють водорозчинним емульсійним антиадгезійним складом на основі кальцієвих мил та модифікованого поліетиленгліколю. У форму закладають монтажні петлі з арматурної сталі класу А240С Ø 12 мм та закладні елементи, що забезпечують прив'язку ФБС до суміжних конструкцій. Після цього бетонну суміш подають у кілька шарів і ущільнюють глибинними вібраторами з частотою 50 Гц, домагаючись повної десорбції повітря і заповнення всіх кутових зон. Контроль осідання конуса (С3–С4) та темпів приросту температури ведуть автоматизовані логери, аби зафіксувати відхилення від технологічних параметрів.

Свіжоформовані блоки переводять у камери тепловологісного оброблення. Типовий режим включає двогодинний підігрів до 60 °С, ізотермічну витримку протягом 6 год та контрольоване охолодження зі швидкістю не більше 10 °С год<sup>-1</sup>; таким чином у бетоні формується не менше 70 % розрахункової міцності, необхідної для безпечної розпалубки. На етапі демонтажу блоки тестують ультразвуковим дефектоскопом за ДСТУ БВ.2.7-46-96, відбраковуючи зразки з локальними зонами неоднорідності. Подальше дозрівання ведуть у вологих складах до 28-добового віку, контролюючи фактичну міцність, водонепроникність (W6) і середню густину, що має знаходитись у межах  $2400 \pm 80$  кг м<sup>-3</sup>.

Якість поверхні коригують шляхом легкого шліфування торців; усі технологічні «колодязі» заповнюють дрібнозернистим цементно-піщаним розчином М100 до абсолютної щільності. Лазерне маркування містить індекс «ФБС-L×B×H-B22.5-F50-ДСТУ», де L відповідає номінальній довжині 60, 90, 120 або 240 см, а В й Н – типовим значенням 30 × 58 см або за специфікацією проєкту. Перед відвантаженням вибірково виконують циклічні випробування на

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

морозостійкість, підтверджуючи збереження не менше 95 % міцності після 50 поперемінних заморожувань-відтавань.

У монтажній практиці ці блоки укладають на цементно-піщаний розчин товщиною 20 мм з обов’язковим армуванням шва звареною сіткою Ø 6 мм та перев’язкою вертикальних стиків у шаховому порядку. Завдяки точній геометрії та проектному водоцементному фактору утворюється конструктивно однорідна стіна з рівномірним розподілом напружень по площині контакту. Після остаточного набору міцності розчинів конструкція здатна сприймати нормативні навантаження без небезпеки розтріскування в зоні стиків.

Як доповнення до класичної схеми пропонується впровадити комплекс технологічних інновацій: часткову заміну портландцементу пуцолановими мінеральними добавками (15 % летючої золи), що скорочує вуглецевий слід на 10-12 % та знижує тепловиділення; використання поліпропіленового волокна довжиною 12 мм для підвищення ударної в’язкості бетону та зменшення ризику мікротріщин у ранньому віці; а також впровадження RFID-міток у бетонну масу, завдяки чому на об’єкті можливе безконтактне сканування кожного блоку з актуальними даними про фактичну міцність, вологість та дату випуску. Сукупність цих заходів переводить виробництво ФБС з простої серійної операції у сферу «розумної» індустрії 4.0, де кожен елемент, незалежно від габаритів, отримує цифровий паспорт, придатний для BIM-інтеграції та довгострокового моніторингу технічного стану фундаменту протягом усього життєвого циклу споруди.

**3.3 Визначення глибини залягання**

У якості несучого ґрунтового масиву приймається шар № 1 — суглинки, що відповідає середньопластичній категорії згідно з ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти будівель і споруд». Колони — залізобетонні. Вісь обрізу фундаменту проектується на відмітці –0,150 м від рівня чистої підлоги. Глибина сезонного промерзання визначається за методикою, наведеною у п. 5.2.1 ДСТУ 9273:2024 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість», у формалізованому вигляді:

$$d_{fn} = d_0 \cdot \sqrt{M_t} = 0.23 \cdot \sqrt{42} = 1.49 \text{ м} \quad (3.1)$$

де  $d_0=0.23$  - ґрунтовий коефіцієнт для суглинків;

$M_t=42$  - безрозмірний морозний індекс, отриманий шляхом сумування середньодобових негативних температур зовнішнього повітря за багаторічний період спостережень

Розрахункова глибина сезонного промерзання:

$$d_f = k_h \cdot d_{fn} = 0.66 \cdot 1.49 = 0.983 \text{ м} \quad (3.2)$$

де  $k_h=0,66$  – коефіцієнт, що враховує вплив теплового режиму споруди.

Висоту фундаменту з конструктивних міркувань назначаємо:  $H_\phi=1200$  мм.

Тоді глибина закладання фундаменту:  $d_1 = 1,35 \text{ м}$

### 3.3. Визначення розмірів подошви фундаменту

Попередньо ширину фундаменту  $b$  визначають за умовним розрахунковим опором  $R_0$ :

$$b = \sqrt{\frac{N_{II}}{\eta(R_0 - \gamma_0 d_1)}} = 2 \text{ м} \quad (3.3)$$

де  $N_{II} = 648$  кН — розрахункове вертикальне навантаження на фундамент;

$R_0$  ( $e = 0,82$ ;  $I_L = 0,5$ ) = 189 кПа;

$\eta$  — відношення сторін подошви фундаменту ( $l/b=1$ );

$\gamma_0$  — усереднена питома вага фундаменту разом із прилеглим ґрунтом.

Розрахунковий опір ґрунту:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}) = 267,63 \text{ кПа} \quad (3.4)$$

де  $\gamma_{c1} = 1,2$ ;  $\gamma_{c2} = 1$ ;  $k = 1$ ;  $M_\gamma = 0,47$ ;  $M_q = 2,89$ ;  $M_c = 5,48$ ;  $k_z = 1$ ;  $\gamma_{II} = 18,91$  кН/м<sup>3</sup>;  $\phi_{II} = -$ ;  $c_{II} = 24$  кПа;  $d_1 = 1,35$  м.

Уточнення ширини  $b$

$$b = \sqrt{\frac{648}{1(268 - 20 \cdot 1,35)}} = 1,64 \text{ м}$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$R = 264 \text{ кПа}$$

$$b = 1,65 \text{ м}$$

Після перерахунку одержано  $b \approx 1,8 \text{ м}$ , тобто ширина та довжина підшви становлять  $1,8 \times 1,8 \text{ м}$ ; при цьому  $R = 265,5 \text{ кПа}$ .

Середній та крайові тиски під підшвою

Середній тиск від вертикальних зусиль:

$$P = \frac{N_{II} + G}{b \cdot l} \approx \frac{N_{II}}{b \cdot l} + d_1 \cdot \gamma_0 = 200 + 27 = 227 \text{ кПа} < R = 265,5 \text{ кПа} \quad (3.5)$$

Крайові тиски:

$$P_{\max} = P + \frac{M_{II}}{W} \leq 1.2 \cdot R \quad (3.6)$$

$$P_{\min} = P - \frac{M_{II}}{W} > 0 \quad (3.7)$$

де  $W = \frac{b \cdot l^2}{6} = 0,972 \text{ м}^3$  — момент опору підшви фундаменту.

$$P_{\max} = 227 + \frac{136}{0.972} = 366 \text{ кПа} > 1.2 \cdot R = 318.6 \text{ кПа}$$

$$P_{\min} = 227 - \frac{136}{0.972} = 87 > 0$$

Оскільки умова формула (6) не виконується, розміри підшви збільшено до  $b = 1,8 \text{ м}$ ,  $l = 2,4 \text{ м}$ , площа  $A = 4,32 \text{ м}^2$ .

$$R = 265.5 \text{ кПа}; W = \frac{b \cdot l^2}{6} = 1.728 \text{ м}^3;$$

$$P = \frac{N_{II} + G}{b \cdot l} \approx \frac{N_{II}}{b \cdot l} + d_1 \cdot \gamma_0 = 150 + 27 = 177 \text{ кПа} < R = 265,5 \text{ кПа}$$

$$P_{\max} = 177 + \frac{136}{1.73} = 255,6 \text{ кПа} < 1.2 \cdot R = 318.6 \text{ кПа}$$

$$P_{\min} = 177 - \frac{136}{1.73} = 98 > 0$$

Після перерахунку умова виконується, тому прийняту схему фундаменту залишають без змін.

Перевірка слабкого підстилаючого шару супісків

Для супісків:  $\varphi = 17^\circ$ ,  $c_{II} = 5 \text{ кПа}$ .

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

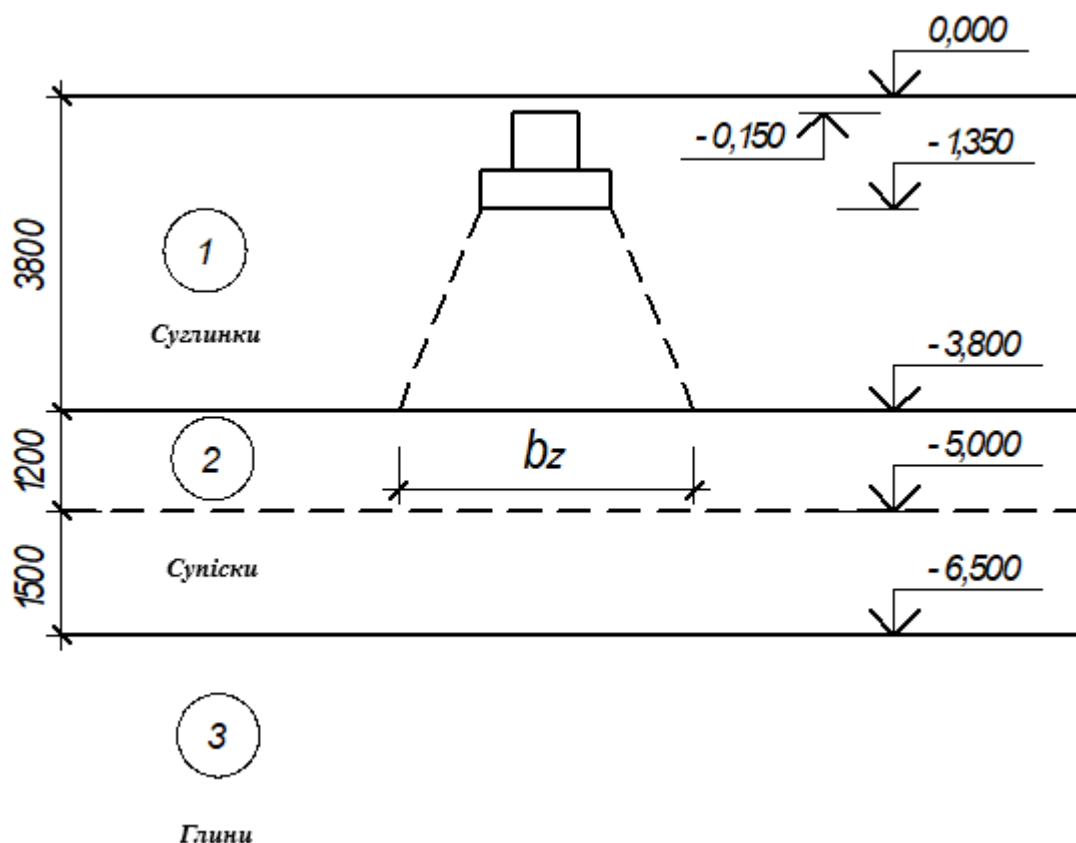


Рис. 3.1. Зона розподілу навантаження під подошвою фундаменту

Має бути дотримано умову:

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zq} \leq R_z \quad (3.8)$$

Вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на глибині 3,65 м від позначки планування

$$\sigma_{zq} = \gamma \cdot z = 18.91 \cdot 3.65 = 69 \text{ кПа} \quad (3.9)$$

Додатковий тиск на глибині  $z$  під подошвою:  $\sigma_{zp} = \alpha(P - \sigma_{zq})$ ,

де  $\alpha$  — коефіцієнт з табл. 1 додатку 2 [1], що залежить від:

$$\xi = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 2.45}{1.8} = 2.72 \text{ і } \eta = 1.33, \quad (3.10)$$

$$\alpha = 0.26$$

$$\sigma_{gp} = 28.08 \text{ кПа}$$

Параметри «умовного» фундаменту.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Площа:

$$A_z = \frac{N'_{II}}{\sigma_{zp}} = \frac{N_{II} + d_1 \cdot \gamma_0 \cdot b \cdot l}{\sigma_{zp}} = 27.23 \text{ м}^2 \quad (3.11)$$

Ширина (за  $m = b/l$ ):

$$b_z = \sqrt{A_z + a^2} - a = 4.93 \text{ м}, \quad (3.12)$$

$$\text{де } a = \frac{l-b}{2} = 0.3 \text{ м}.$$

Розрахунковий опір ґрунту під умовним фундаментом:

$$R_z = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma k_z b_z \gamma_{II} + M_q d_z \gamma'_{II} + M_c c_{II}) = 138.3 \text{ кПа} \quad (3.13)$$

де  $\gamma_{c1} = 1,1$ ;  $\gamma_{c2} = 1$ ;  $k = 1$ ;  $M_\gamma = 0,39$ ;  $M_q = 2,57$ ;  $M_c = 5,15$ ;  $k_z = 1$ ;

$\gamma_{II} = 17,93 \text{ кН/м}^3$ ;  $\varphi_{II} = 17^\circ$ ;  $c_{II} = 5 \text{ кПа}$ ;  $d_z = 1,35 \text{ м}$ .

З огляду на виконання умови прийняті габарити фундаменту вважаються остаточними.

### 3.4. Конструювання фундаменту

Прийнято клас бетону В15. Товщина стінок залізобетонного стакана за умови

$$e = \frac{M_{II}}{N_{II}} = \frac{136}{648} = 0,2 \text{ м} < 2a_k = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ м} \text{ має становити } 800 \text{ мм};$$

Конструктивно у напрямку розміру  $b$  призначено  $\delta_{ст} = 175$

Колону заводять у стакан на глибину  $h_3 = a_k = 400 \text{ мм}$ .

Звідси повна глибина стакана  $h_c = h_3 + 50 = 400 + 50 = 450 \text{ мм}$ .

Товщина його днища визначається як  $H_\phi - h_c = 1200 - 450 = 750 \text{ мм}$ , що перевищує мінімально допустиму величину  $200 \text{ мм}$ .

Для бетону класу **В15** при розрахунковому тиску  $R_{\max} = 248,3 \text{ кПа}$   $k_1 = 3$  прийнято коефіцієнт  $k_1 = 3$ .

Висота нижньої сходинки обрано  $h_1 = 300 \text{ мм}$ . За умови захисного шару  $a = 70 + 20/2 = 80 \text{ мм}$  (діаметр робочої арматури припущено  $20 \text{ мм}$ ) робоча висота перерізу становить:  $h_{01} = 300 - 80 = 220 \text{ мм}$

Максимально допустимий виніс нижньої сходинки дорівнює  $c_1 = k_1 \cdot h_{01}$ ,

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

де  $k_1=3$ .

$$c_1 = 3 \cdot 220 = 660 \text{ мм}.$$

Фактичний виніс сходинок, якщо плитна частина має лише одну сходинку, у напрямку розміру  $b$  складає:

$$C_{1\phi} = \frac{b - b_n}{2} = \frac{1.8 - (0.4 + 2 \cdot 0.075 + 2 \cdot 0.175)}{2} = 0.45 < c_1 = 0.66 \text{ м} \quad (3.14)$$

Фактичний виніс сходинок, якщо плитна частина має лише одну сходинку, у напрямку розміру  $l$  складає:

$$C_{1\phi} = \frac{b - b_n}{2} = \frac{2.4 - (0.4 + 2 \cdot 0.075 + 2 \cdot 0.225)}{2} = 0.7 \text{ м} > c_1 = 0.66 \text{ м}$$

Оцінка показала, що фактичний виніс перевищує допустимий, тому висоту першої сходинок збільшено до  $h_1=450$  мм.

$$h_{01}=450-80=370 \text{ мм}$$

Найбільший дозволений виніс нижньої сходинок:

$$c_1 = k_1 \cdot h_{01} \quad (3.15)$$

де  $k_1=3$ .

$$c_1 = 3 \cdot 370 = 1110 \text{ мм}.$$

Фактичний виніс сходинок, якщо плитна частина має лише одну сходинку, у напрямку розміру  $b$  складає:

$$C_{1\phi} = \frac{b - b_n}{2} = \frac{1.8 - (0.4 + 2 \cdot 0.075 + 2 \cdot 0.175)}{2} = 0.45 < c_1 = 1.11 \text{ м} \quad (3.16)$$

Фактичний виніс сходинок, якщо плитна частина має лише одну сходинку, у напрямку розміру  $l$  складає:

$$C_{1\phi} = \frac{b - b_n}{2} = \frac{2.4 - (0.4 + 2 \cdot 0.075 + 2 \cdot 0.225)}{2} = 0.7 \text{ м} < c_1 = 1.11 \text{ м} \quad (3.17)$$

За цих параметрів фактичні виноси в обох напрямках не перевищують нового допустимого значення, отже обрані геометричні розміри сходинок задовольняють умови міцності та експлуатаційної придатності.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

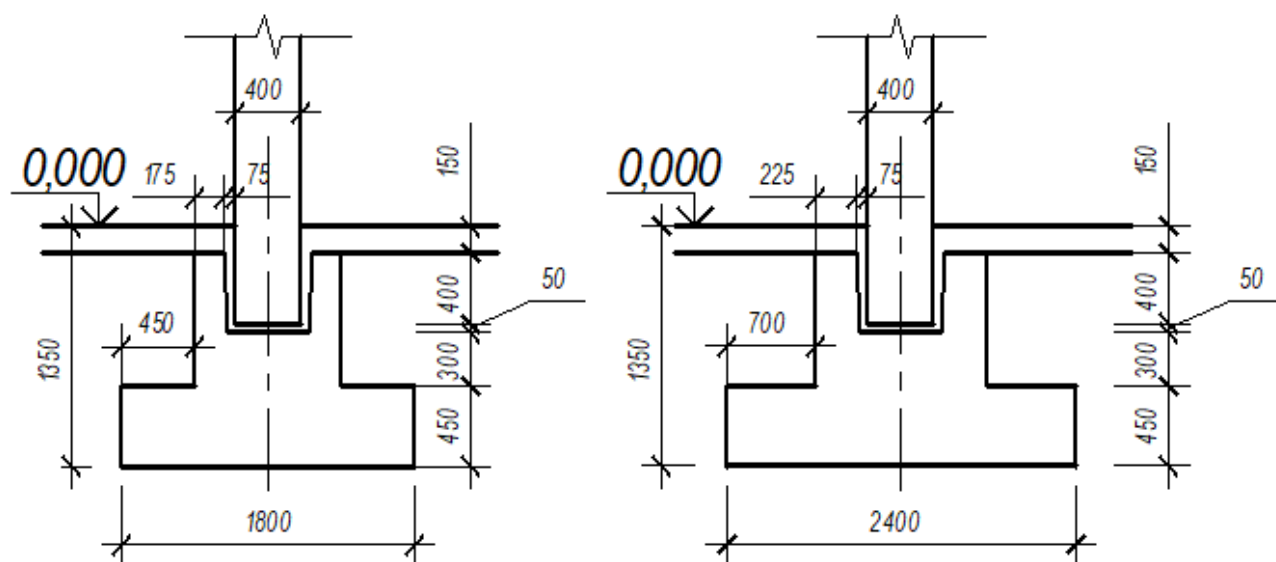


Рис. 3.2. Схема визначальних розмірів стакана й виносів нижньої сходинки фундаменту

### 3.5. Визначення остаточного осідання основи фундаменту методом пошарового сумування

Розрахунок виконується за критерієм придатності:

$$S \leq S_u \quad (3.18)$$

де  $S$  — сумарна (спільна) деформація «основа + споруда», визначена розрахунком;

$S_u$  — її граничне допустиме значення, що береться за ДБН.

Остаточне осідання  $S$  визначають методом пошарового сумування за формулою:

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i} \quad (3.19)$$

де  $\beta=0,8$  — безрозмірний коефіцієнт;

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$\sigma_{zp,i}$  — середнє додаткове вертикальне напруження в  $i$ -му шарі (півсума значень на верхній та нижній межах цього шару);

$h_i, E_i$  — відповідно товщина та модуль деформації шару;

$n$  — кількість шарів, на які розбито стисливу товщу основи.

Вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на межі шару, що лежить на глибині  $z$  від підосви фундаменту, визначають за виразом:

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zg,0} + \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i = \gamma' \cdot d_n + \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i \quad (3.20)$$

де  $\gamma'$  — питома вага ґрунту вище підосви;

$\gamma_i$  і  $h_i$  — відповідно питома вага й товщина  $i$ -го шару;

$\sigma_{zg,0}$  — вертикальне напруження від власної ваги на рівні підосви фундаменту;

$d_n$  — глибина закладання фундаменту від природної поверхні.

Додаткові вертикальні напруження на глибині  $z$  під підосвою визначають за формулою:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot p_0 \quad (3.21)$$

де  $\alpha$  — коефіцієнт за ДБН, що залежить від відносної глибини  $\xi = \frac{2z}{b}$  та відношення сторін прямокутної плити  $\eta$ ;

$p_0$  — додатковий вертикальний тиск безпосередньо під підосвою фундаменту,  $p_0 = P - \sigma_{zg,0}$ .

Однорідні пласти основи нижче підосви фундаменту розбиваємо на шари товщиною  $h_i \leq 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 1,8 = 0,72$  м

$$\sigma_{zg,0} = 18.91 \cdot 1.35 = 25.5 \text{ кПа},$$

$$p_0 = 177 - 25.5 = 151.5 \text{ кПа}$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

1.  $z = 0,6$  м

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zg} + \sum \gamma \cdot h = 25.5 + 18.9 \cdot 0.6 = 36.84 \text{ кПа}$$

$$\xi = 2 \cdot z/b = 2 \cdot 0.6/1.8 = 0.67, \quad \eta = \frac{l}{b} = 1.3 \rightarrow \text{за ДБН} \quad \alpha = 0.879$$

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0 = 0.879 \cdot 151.5 = 133.17 \text{ кПа}$$

2.  $z = 1,2$  м

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zg} + \sum \gamma \cdot h = 25.5 + 18.9 \cdot 1.2 = 48.18 \text{ кПа}$$

$$\xi = 2 \cdot z/b = 2 \cdot 1.2/1.8 = 1.3, \quad \eta = \frac{l}{b} = 1.3 \rightarrow \text{за ДБН} \quad \alpha = 0.625$$

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0 = 0.625 \cdot 151.5 = 94.69 \text{ кПа}$$

3.  $z = 1,8$  м

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zg} + \sum \gamma \cdot h = 25.5 + 18.9 \cdot 1.8 = 59.52 \text{ кПа}$$

$$\xi = 2 \cdot z/b = 2 \cdot 1.8/1.8 = 2, \quad \eta = \frac{l}{b} = 1.3 \rightarrow \text{за ДБН} \quad \alpha = 0.394$$

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0 = 0.394 \cdot 151.5 = 59.69 \text{ кПа}$$

4.  $z = 2,45$  м

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zg} + \sum \gamma \cdot h = 25.5 + 18.9 \cdot 2.45 = 71.8 \text{ кПа}$$

$$\xi = 2 \cdot z/b = 2 \cdot 2.45/1.8 = 2.7, \quad \eta = \frac{l}{b} = 1.3 \rightarrow \text{пза ДБН} \quad \alpha = 0.26$$

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0 = 0.26 \cdot 151.5 = 39.39 \text{ кПа}$$

5.  $z = 3,05$  м

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zg} + \sum \gamma \cdot h = 25.59 + 17.9 \cdot 0.6 + 18.9 \cdot 2.45 = 82.54 \text{ кПа}$$

$$\xi = 2 \cdot z/b = 2 \cdot 3.05/1.8 = 3.4, \quad \eta = \frac{l}{b} = 1.3 \rightarrow \text{за ДБН} \quad \alpha = 0.18$$

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0 = 0.18 \cdot 151.5 = 27.27 \text{ кПа}$$

6.  $z = 3,65$  м

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zg} + \sum \gamma \cdot h = 25.5 + 17.9 \cdot 1.2 + 18.9 \cdot 2.45 = 93.28 \text{ кПа}$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$\xi = 2 \cdot z/b = 2 \cdot 3,65/1,8 = 4 \quad \eta = \frac{l}{b} = 1,3 \rightarrow \text{за ДБН} \quad \alpha = 0,136$$

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0 = 0,136 \cdot 151,5 = 20,604 \text{ кПа}$$

7.  $z = 4,15 \text{ м}$

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zg} + \sum \gamma \cdot h = 25,5 + 9,04 \cdot 0,5 + 18,9 \cdot 2,45 + 17,9 \cdot 1,2 = 97,8 \text{ кПа}$$

$$\xi = 2 \cdot z/b = 2 \cdot 4,15/1,8 = 4,6 \quad \eta = \frac{l}{b} = 1,3 \rightarrow \text{за ДБН} \quad \alpha = 0,107$$

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0 = 0,107 \cdot 151,5 = 16,2 \text{ кПа}$$

Тобто вплив навантаження стає незначним. У нашому випадку стисливу товщу було поділено на сім шарів із межами на глибинах 0,60; 1,20; 1,80; 2,45; 3,05; 3,65 та 4,15 м від підшови (розрахункова схема наведена на рис. 3).

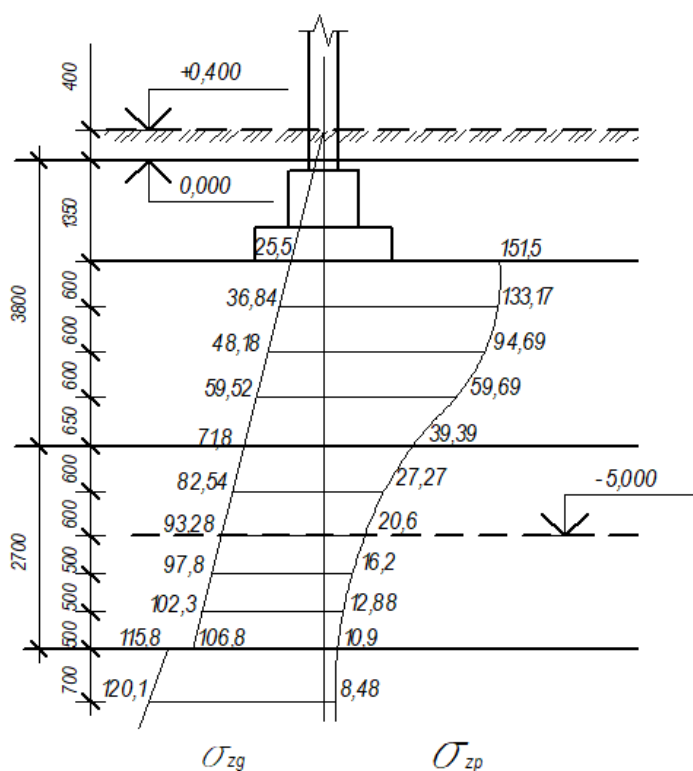


Рис. 3.3. Розрахункова схема тиску під підшовою фундаменту

Осідання основи:

$$S = 0,8 \left( \frac{142,3 \cdot 0,6}{12890} + \frac{113,93 \cdot 0,6}{12890} + \frac{77,19 \cdot 0,6}{12890} + \frac{49,54 \cdot 0,65}{12890} + \frac{33,33 \cdot 0,6}{6290} + \right.$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$$+ \frac{23.94 \cdot 0.6}{6290} + \frac{18.4 \cdot 0.5}{6290} \Big) = 0.02 \text{ м} = 2 \text{ см} < S_u = 8 \text{ см}$$

Вимога ДБН виконується.

Такий підхід забезпечує коректне врахування нерівномірного розподілу модулів деформації та напружень у ґрунтовій товщі, що критично впливає на достовірність прогнозу осідань і, відповідно, на безпечну експлуатацію споруди.

### 3.6. Монолітна плита

Плита товщиною 100 мм (бетон В7.5) влаштовується на піщано-щебеневій подушці. Армування – у двох напрямках сталеву арматурою класу А400С. Глибина закладення фундаменту – 3,8 м (нижче рівня ґрунтових вод та глибини промерзання).

Монолітну плиту підвального рівня формують як єдину жорстку пластину, яка сприймає суму ґрунтових реакцій і вертикальних навантажень та одночасно виконує роль підлоги-основи. Процес починають із розробки котловану до проєктної позначки –3,8 м, що гарантує закладення нижче рівня ґрунтових вод і глибини сезонного промерзання. Дно котловану планують у горизонт із похибкою не більш як  $\pm 10$  мм, після чого виконують двошарове щебенево-піщане ущільнення: спочатку 150 мм крупного митого піску з модулем крупності  $\geq 2,0$ , далі 150 мм щебеню фракції 20–40 мм. Кожен шар проходить контроль ущільнення методом легкої динамічної плити; цільовий модуль деформації  $E_d \geq 45$  МПа підтверджує стабільність підстилаючої основи. На поверхню подушки укладають геотекстиль щільністю 200 г/м, що запобігає «продавлюванню» дрібних часток у бетонне тіло.

Форма плити задається опалубкою з вологостійкої фанери товщиною 18 мм або перфорованих сталевих щитів, розрахованих на пластовий тиск свіжого бетону 20 кН/м. Просторова жорсткість опалубки досягається сталевими тяжами й контрфорсами з кроком 1,2 м, а всі стики герметизують поліуретановими шпонками, щоби виключити витік цементного молока.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Армування виконується сітками Ø 10 мм із арматурної сталі А400С, розташованими у двох ортогональних напрямках з кроком 150 мм. Верхню і нижню сітки фіксують у проектному положенні пластиковими підставками висотою 35 мм, забезпечуючи бетонне захисне покриття 30 мм. По периметру арматура заводиться у вертикальні випуски стін не менш як на 50 Ø, завдяки чому плита сприймається як невід’ємна частина коробки споруди.

Бетон класу В 7,5 (С 10/12) готують із водоцементним співвідношенням  $0,55 \pm 0,02$ ; осадка конуса  $12 \pm 2$  см дає достатню рухливість для машинного укладання при мінімальному розшаровуванні. Прийомка партії на об’єкті включає перевірку температури ( $10\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) і робочої консистенції. Укладання виконують за технологією «свіже-у-свіже» без перерв, застосовуючи бетонний насос із горизонтальною подачею не більше 40 м, що обмежує втрати рухливості. Вібраційне ущільнення – глибинними вібраторами 50 Гц з амплітудою 0,8 мм, після чого поверхню підрівнюють телескопічною рейкою й фінішно шліфують роторною затирочною машиною при настанні «напівпластичного» стану (відбиток взуття  $\leq 2$  мм).

Режим догляду визначається критичною товщиною 100 мм, що робить плиту вразливою до усадкових тріщин. Щойно поверхня затужавіє, її покривають мембраноутворюючим полімерним складом із питомим витратом  $0,25\text{ кг м}^{-2}$ ; альтернативою може бути вологе укриття поліетиленовою плівкою не менш як на 7 діб. Температурно-усадкові шви нарізають алмазним диском на глибину 25 мм через 4,0 м у двох взаємно перпендикулярних напрямках, чим знижують ризик хаотичного тріщиноутворення. Через 28 діб, після досягнення проектної міцності, плита піддається контрольному випробуванню нульових відміток лазерним нівеліром; допустиме відхилення площинності – 3 мм на 2 м контрольної рейки.

Доопрацювання й інновації. Пропонується частково підвищити несучу здатність і довговічність плити шляхом: (1) введення дрібнодисперсної добавки шлаку або золи (до 20 % від маси цементу), що на третину скорочує тепловиділення й підвищує хімічну стійкість; (2) використання поліпропіленового волокна  $0,9\text{ кг/м}$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

для компенсації пластичної усадки та підвищення ударної в'язкості; (3) укладання шару екструдованого пінополістиролу XPS – 50 мм під щебеневою подушкою, який виконує функцію термічного розриву та мінімізує розтріскування від морозного підймання; (4) закладання мережі пасивних RFID-міток і датчиків вологості у бетон, що дозволить у режимі реального часу відслідковувати розвиток корозійних процесів усередині плити й інтегрувати ці дані в BIM-модель споруди; (5) розширення товщини захисного шару до 40 мм у зонах підвищеної вологості, що забезпечить достатній дифузійний шлях для агресивних хлорид-іонів. У комплексі ці рішення перетворюють базову плиту В 7,5 на «розумну» конструкцію з прогнозованою експлуатаційною надійністю понад 60 років навіть у підземних умовах зі змінною вологістю та температурою.

### ***3.7. Гідроізоляція та відмостка.***

Вертикальну гідроізоляцію фундаментних стін виконують у вигляді двошарової гарячої бітумної обмазки, керуючись загальними положеннями ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення» щодо інженерного захисту основ. Перед нанесенням покриття бетон витримують не менше 28 діб, очищають до класу підготовленої поверхні, а залишкову вологість контролюють карбідним методом; граничне значення  $\leq 5\%$  маси запобігає виникненню парових пухирів під плівкою. Праймування проводять розчином бітуму БН 70/30, розігрітого до  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ , у співвідношенні 1:10 з сольвентом; витрата  $0,25\text{ кг/м}^2$  створює адгезійний підшар без суцільної плівки. Основне покриття формують двома перехресними проходами бітуму БН 70/30, підігрітого до  $160\text{--}180\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Сумарна товщина плівки  $3,0\text{--}3,5\text{ мм}$  досягається при витраті  $1,6\text{--}1,8\text{ кг/м}^2$  на шар, що узгоджується з паспортними характеристиками матеріалу (температура спалаху  $\geq 270\text{ }^{\circ}\text{C}$ , розтяжність  $\geq 2\text{ см}$ ).

Охолоджене покриття обов'язково захищають дренажними плитами HDPE з профілем та полотном геотекстилю; такий композит рівномірно розподіляє тиск

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

зворотної засипки й створює додатковий повітряний прошарок, що унеможливорює капілярне підсмоктування.

Бетонну відмостку формують як просторово жорсткий бар'єр проти поверхневих вод. Після планування ґрунту по периметру будівлі на глибину 200 мм із відхиленням по нівелірному профілю  $\leq 5$  мм укладають підстильний шар щебеню фракції 20–40 мм потужністю 100 мм, що підтверджується модулем деформації  $E_d \geq 45$  МПа. Зчеплення бетону з основою підсилюють цементно-піщаним «скріплювальним» шламом товщиною 3 мм. Плита відмостки має проектну товщину 100 мм і армована дротяною сіткою  $\varnothing 6$  мм  $\times$  150 мм; ухил 2 % (2 см на 1 м) забезпечує нормативний відвід опадів і лежить у межах рекомендацій ДБН В.2.1-10-2009 «Основи і фундаменти. Основні положення проектування» та актуальних інженерно-дорожніх вказівок, де для бетонних відмосток передбачено діапазон 1–10 %. В зоні примикання до цоколю влаштовують компенсаційний шов шириною 10 мм, заповнений компресійним шнуром зі спіненого поліетилену й закритий поліуретановим герметиком; це компенсує диференційні переміщення та запобігає проникненню талої води за плиту. По всій довжині відмостки через 3 м передбачають температурні шви із захисними П-подібними оцинкованими профілями.

З практичної точки зору доцільно розширити базову схему такими удосконаленнями. По-перше, замість традиційного гарячого бітуму можна застосувати полімер-бітумні мастики SBS-типу з температурним інтервалом пластичності  $-35 \dots +110$  °С; це усуває ризик крихкого розтріскування взимку і спрощує технологію, оскільки матеріал наноситься холодним способом. По-друге, рекомендовано інтегрувати по периметру фундаменту кільцевий дренаж  $\varnothing 110$  мм у гравійному фільтрі, котрий знижує гідростатичний тиск на стінки і подовжує ресурс покриття. По-третє, водорозширювані бентонітові шнури у місцях проходження інженерних введів створюють самогерметизовані «коміра» проти фільтрації підземних вод. По-четверте, під бетонною відмосткою варто прокласти шар екструзійного пінополістиролу XPS – 50 мм, що діє як тепловий розрив та

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

зменшує ймовірність морозного підймання краю плити. Нарешті, у холодному кліматі високої ґрунтової вологи доцільно вмонтувати у бетонні шви кабельну антиобмерзну систему з датчиками вологості й температури: при переході температури через 0 °С кабель прогріває поверхню, запобігаючи утворенню льодової кірки й деградації ухилу. Сукупність перелічених технологічних рішень переводить гідроізоляцію та відмостку із традиційної «пасивної» оболонки у систему інтегрованого захисту, що суміщує гідротехнічні, теплотехнічні та моніторингові функції, відповідні сучасній парадигмі «розумних» фундаментів у будівельній індустрії.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.03.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 4.1. Розрахунок обсягів робіт і визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах

Кількісні параметри робіт за видами й окремими конструктивними складниками встановлювалися на основі робочих креслень і кошторисної документації у натуральних одиницях вимірювання. Розрахунок виконано диференційовано для підготовчої та основної фаз зведення об'єкта. Дані фіксовано у відомості, сформованій за технологічною послідовністю операцій; для спеціалізованих видів робіт обсяги наведено у вартісному вираженні (табл. 4.1). Матеріально-технічне забезпечення передбачено коштом виробничих баз будівельної індустрії Київської області.

Таблиця 4.1 – Відомість обсягів робіт

| найменування робіт та конструктивних елементів                  | Одиниці вимірювання | Обсяг робіт | Примітка (кошторисна вартість, тис. грн.) |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------|-------------|-------------------------------------------|
| І. Підземна частина будівлі                                     |                     |             |                                           |
| 1. Земляні роботи                                               | 1000 м <sup>3</sup> | 3,09        | 224                                       |
| 2. Розробка ґрунту й зворотне засипання котлованів бульдозерами | 1000 м <sup>3</sup> | 1,03        | 655                                       |
| 3. Влаштування стрічкових фундаментів (залізобетон, В15)        | 100 м <sup>2</sup>  | 6,01        | 759                                       |

|           |            |          |        |      |                                     |  |  |                                                                    |      |        |
|-----------|------------|----------|--------|------|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------|------|--------|
|           |            |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ             |  |  |                                                                    |      |        |
|           |            |          |        |      |                                     |  |  |                                                                    |      |        |
| Змн.      | Арк.       | № докум. | Підпис | Дата | Технологія будівельного виробництва |  |  | Літ.                                                               | Арк. | Аркуші |
| Студент   | Бумар      |          |        |      |                                     |  |  |                                                                    |      |        |
| Керівник  | Байда      |          |        |      |                                     |  |  |                                                                    |      |        |
| Кер.розд. | Байда      |          |        |      |                                     |  |  | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |      |        |
| Н. Контр. | Башинський |          |        |      |                                     |  |  |                                                                    |      |        |
| Зав.каф.  | Башинський |          |        |      |                                     |  |  |                                                                    |      |        |

## Продовження таблиці 4.1

|                                                                        |        |       |         |
|------------------------------------------------------------------------|--------|-------|---------|
| 4. Зведення стін підвалу та перекриттів                                | 100 шт | 4,56  | 1409,5  |
|                                                                        | 100 шт | 66    |         |
| II. Надземна частина будівлі                                           |        |       |         |
| 1.а) Мурування зовнішніх та внутрішніх стін із утепленням і армуванням | 100 м³ | 2,77  | 22692,3 |
| б) Залізобетонні перекриття і покриття                                 | 100 шт | 6,87  |         |
| в) Внутрішні стіни, перегородки, ліфтові шахти                         | 100 м³ | 2,63  |         |
| г) Збірні залізобетонні сходи                                          | 100 шт | 0,36  |         |
| 2. Покрівельні роботи                                                  | 100 м² | 6,4   | 1966,93 |
| 3. Влаштування підлог                                                  | 100 м² | 54,34 | 1180,97 |
| 4. Заповнення прорізів: дверних / віконних                             | 100 м² | 9,77  | 1784,44 |
|                                                                        |        | 6,81  | 4203,74 |
| 5. Оздоблення: внутрішнє / зовнішнє                                    | 100 м² | 165   | 2313,93 |
|                                                                        |        | 7,54  | 508,59  |
| 6. Монтаж пасажирських ліфтів із диспетчеризацією                      | шт     | 2     | 2041,09 |
| 7 Зовнішні інженерні мережі                                            | км     | 2.8   | 1566    |

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## Продовження таблиці 4.1

| III. Спеціалізовані роботи           |          |          |         |
|--------------------------------------|----------|----------|---------|
| 1. Сантехнічні системи               | тис. грн | 10194    |         |
| 2. Електротехнічні системи           | тис. грн | 10894,94 |         |
| 3. Інші роботи                       | тис. грн | 581,915  |         |
| 4 Благоустрій території              | тис. грн | 3297,9   |         |
|                                      | Разом:   |          |         |
| Загальна кошторисна вартість об'єкта |          |          | 53730,5 |

Таблиця 4.2 – Зведена відомість потреби в основних матеріалах і конструкціях

| Найменування матеріалів і конструкцій         | Одиниці вимірювання | Загальна потреба для об'єкта |
|-----------------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1. Арматурна сталь                            | т                   | 24,15                        |
| 2. Цегла керамічна                            | тис. шт.            | 2169,2                       |
| 3. Фундаментні блоки                          | шт.                 | 456                          |
| 4. Залізобетонні плити перекриття та покриття | шт.                 | 687                          |
| 5. Будівельний розчин                         | м <sup>3</sup>      | 1200                         |
| 6. Бетон                                      | м <sup>3</sup>      | 324,5                        |
| 7. Залізобетонні маршові сходові елементи     | шт.                 | 36                           |
| 8. Керамзит                                   | м <sup>3</sup>      | 132                          |
| 9. Сухі фарби                                 | кг                  | 165,4                        |
| 10. Олійна ґрунтівка                          | кг                  | 294,6                        |

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

#### 4.2. Вибір технологічних прийомів виконання робіт та основних засобів механізації

Розроблення комплексу можливих технологічних схем дало змогу сформулювати кілька альтернативних способів виконання провідних процесів зведення будівлі й підібрати відповідні машини та механізми. Остаточне рішення щодо прийняття певного варіанта ухвалюється виключно за підсумками техніко-економічного зіставлення всіх поданих альтернатив, тобто з урахуванням обсягів, строків, вартості та трудомісткості. У контексті даного об'єкта провідними процесами визначено земляні роботи з улаштування котлованів під фундаменти, спорудження конструкцій підземної частини та зведення надземного каркаса.

Розробка котлованів або траншей залежно від їх глибини та планових розмірів може виконуватися бульдозерами, скреперами чи екскаваторами. Для даної будівлі найбільш раціональним визнано застосування екскаватора, оскільки саме він забезпечує належну продуктивність за обмежених габаритів будівельного майданчика та необхідності точного профілювання стін котловану.

Методика добору механізмів ґрунтується на порівнянні кількісних показників кожної альтернативи. До ключових критеріїв віднесено:

- тривалість виконання робіт, дні або зміни;
- інтенсивність виконання, ( $\text{м}^3 \cdot \text{доб}^{-1}$ );
- собівартість: загальну (грн) та питома-одиничну ( $\text{грн}/\text{м}^3$ );
- трудомісткість: загальну (люд.-дні) та питома-одиничну (люд.-дні/ $\text{м}^3$ ).

Тривалість земляних робіт визначають часткою між загальним обсягом ґрунту  $V$  та змінною експлуатаційною продуктивністю екскаватора  $P_{\text{е.зм}}$ :

$$T_{\text{з.р}} = \frac{V}{P_{\text{е.зм}}} \quad (4.1)$$

Добова інтенсивність робіт дорівнює добутку змінної продуктивності механізму на кількість робочих змін протягом доби  $n_{\text{зм}}$ :

$$I_{\text{з.р}} = P_{\text{е.зм}} \cdot n_{\text{зм}} \quad (4.2)$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Загальну собівартість варіанта обчислюють сумою витрат на експлуатацію землерийної техніки і транспортних засобів, що вивозять надлишковий ґрунт за межі майданчика:

$$C_i = C_z + C_{mp}. \quad (4.3)$$

Собівартість експлуатації землерийної машини включає одноразові організаційні витрати (доставка, частковий демонтаж-монтаж) та акумульовані експлуатаційні видатки - річні і змінні пропорційно тривалості робіт:

$$C_z = E + \left( \frac{E_p}{T_p} + E_{зм} \right) T_{з.р} \quad (4.4)$$

У разі браку деталізованих даних допускається спрощена оцінка через кошторисну вартість машино-зміни:

$$C_z = T_{зр} C_{м.зм} \quad (4.5)$$

Ефективність роботи екскаватора прямо залежить від раціональної організації вивезення ґрунту. Об'єм кузова автосамоскида мусить у 5–8 разів перевищувати місткість ковша екскаватора; така умова мінімізує простоту механізму. Необхідну кількість транспортних одиниць визначають із вимоги безперервного циклу екскавації:

$$N_{mp} = \frac{t_n + \frac{60L}{V_1} + \frac{60L}{V_2} + t_p}{t_n} \quad (4.6)$$

де  $t_n$  - час завантаження однієї машини (хв), що дорівнює

$$t_n = \frac{60V_{mp}}{\Pi_{е.зм}}, \quad (4.7)$$

$V_{mp}$  - об'єм кузова транспортного засобу (прийнято мінімум у 5–8 разів більшим за об'єм ковша  $V$  ковша;  $\Pi_{е.год}$  — годинна продуктивність екскаватора;  $t_n$  — тривалість транспортного циклу (рух у два напрями на відстань  $L$  зі швидкостями  $V_1$  і  $V_2$  для завантаженого та порожнього стану відповідно) разом із часом розвантаження  $t_p$  та маневруванням (орієнтовно 2–3 хв).

У ситуаціях, коли ґрунт складається в відвал безпосередньо біля котловану або масив переміщується єдиним комплексом землерийно-транспортних машин,

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

спеціального добору самих транспортних засобів не здійснюють. Економічна оцінка експлуатації автотранспорту виконується за діючими тарифами або за розрахунковою залежністю

$$C_{тр} = N_{тр} C'_{маш.-зм} T_{зр}, \quad (4.8)$$

де  $C_{тр}$  — необхідна кількість транспортних одиниць;

$C'_{маш.-зм}$  — кошторисна вартість машино-зміни однієї одиниці;

$T_{зр}$  — тривалість земляних робіт, змін.

Питомі витрати (собівартість 1 м<sup>3</sup> розробленого ґрунту) для будь-якої схеми механізації визначають діленням загальної кошторисної вартості варіанта  $C_i$  на сумарний обсяг робіт  $V$ :

$$C_{1м^3} = \frac{C_i}{V} \text{ грн./м}^3. \quad (4.9)$$

Трудовісткість розраховують аналогічно: сукупні трудові витрати згідно з нормами ділять на відповідний обсяг, отримуючи люд-дні на 1 м<sup>3</sup>.

Вихідні дані для аналізу варіантів

Обсяг розробки — 3092 м<sup>3</sup>. Дальність транспортування надлишкового ґрунту — 10 км.

Для техніко-економічного порівняння розглянуті чотири альтернативні комплекти «екскаватор + самоскид», які різняться місткістю ковша та вантажністю автомобіля. Всі розрахунки виконано в програмному комплексі КСМ і узагальнено у таблиці 4.3. Наведу сутнісні характеристики кожної альтернативи:

1. ЕО-3322Д (ковш 0,50 м<sup>3</sup>) + КамАЗ-5511.
2. Liebherr R 900 (ковш 0,60 м<sup>3</sup>) + КрАЗ-4540.
3. ЕО-4111Г (ковш 0,65 м<sup>3</sup>) + МАЗ-5551-023Р.
4. Hitachi ІН-123 (ковш 1,00 м<sup>3</sup>) + МАЗ-5516-30.

Такі розрахунки виконано з урахуванням характеристик ґрунту (суглинок із домішкою щебеню та гравію до 10 %, II категорія), коефіцієнтів наповнення та використання часу, а також повних транспортних циклів на відстань 10 км.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Таблиця 4.3 – Сутнісні результати порівняння варіантів

| № пари | Екскаватор (ковш, м³) + самоскид    | Змінна продуктивність м³ | Тривалість робіт, змін | Загальна вартість тис. грн | Питома вартість, тис. грн |
|--------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1      | ЕО-3322Д (0,50) + КамАЗ-5511        | 425,2                    | 7,27                   | 76,73                      | 24,82                     |
| 2      | Liebherr R 900 (0,60) + КрАЗ-4540   | 510,2                    | 6,06                   | 121,25                     | 39,21                     |
| 3      | ЕО-4111Г (0,65) + МАЗ-5551-023Р     | 552,8                    | 5,59                   | 74,45                      | 24,08                     |
| 4      | Hitachi ІН-123 (1,00) + МАЗ-5516-30 | 850,4                    | 3,64                   | 61,09                      | 19,76                     |

Комплект № 4 (Hitachi ІН-123+ МАЗ-5516-30) демонструє найвищу змінну продуктивність і забезпечує завершення робіт у найкоротший строк — 3,6 зміни, що майже вдвічі швидше, ніж альтернатива № 2. Одночасно він формує мінімальну питому собівартість ( $\approx 19,8$  тис. грн на 1000 м³) попри вищий тариф машино-години, оскільки скорочення тривалості циклу та оптимальне співвідношення місткості ковша до кузова самоскида (1 : 10,5) мінімізують холості простой і експлуатаційні витрати.

Вибір механізмів для планувальних робіт на будівельному майданчику

Завершальне профілювання поверхні здебільшого виконують бульдозерами із подальшим вивезенням надлишкового ґрунту. Для потреб даного об'єкта (обсяг – 676 м³, відстань переміщення ножем – 15 м) проведено порівняльне обстеження трьох бульдозерних комплектів.

Синтез результатів показав:

- варіант 1 (ДЗ-133 / МТЗ-80) забезпечує змінну продуктивність  $\sim 77$  м³ і потребує 8,8 зміни; питома вартість становить близько 21,6 тис. грн/1000 м³;
- варіант 2 (ДЗ-29 / Т-74) демонструє найкращий баланс – змінну продуктивність  $\sim 142$  м³, тривалість робіт 4,8 зміни, найнижчу питому собівартість  $\approx 12,1$  тис. грн /1000 м³;

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

• варіант 3 (ДЗ-42 / ДТ-75) близький до другого за продуктивністю, однак на 6 % дорожчий у перерахунку на 1000 м³.

З огляду на сукупну економію експлуатаційних витрат та скорочення календарних строків до виконання планувальних робіт обґрунтовано прийнято комплект “ДЗ-29 / Т-74”.

Для розроблення котловану обсягом 3 092 м³ рекомендовано залучити високопродуктивний комплект четвертого варіанта (Hitachi ІН-123 + МА3-5516-30), що мінімізує витрати часу й коштів.

Для фінішної планування ділянки доцільно застосувати бульдозерний агрегат “ДЗ-29 / Т-74”, який забезпечує найнижчу питомо-економічну вартість і прийнятний темп робіт за міських умов.

#### **4.3. Зведення підземної та надземної частин будівлі**

Процедуру вибору технологічних підходів до спорудження проєктованого об'єкта доцільно розпочинати з формування набору технічно можливих схем виконання робіт для підземної та наземної частин. Порівняльний аналіз таких схем дає змогу попередньо окреслити методи організації будівельного процесу, що є найбільш раціональними для конкретних умов виконання. У загальному випадку остаточний вибір методів виробництва робіт доцільно здійснювати окремо для кожної з частин будівлі на основі техніко-економічного обґрунтування відібраних варіантів.

З огляду на конструктивні особливості споруди та специфічні будівельні умови даного проєкту, доцільним є застосування різних вантажопідіймальних механізмів для монтажу елементів підземної та надземної частини. Оскільки фундаментом слугує монолітна залізобетонна плита, оптимальною визнається схема, за якої кран переміщується по дну котловану: за такої організації робіт виліт стріли зводиться до мінімуму. Висота плити становить близько 1 м, маса бадді з бетонною сумішшю — приблизно 3 т; за цих показників використання самохідних кранів є технічно обґрунтованим.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Для встановлення стінових блоків і перекриттів підземної частини потрібен максимальний виліт стріли близько 15 м і вантажопідйомність до 2,1 т. Попередній добір механізмів, здатних забезпечити зазначені параметри, передбачає два альтернативні рішення: гусеничний кран ДЕК-25Г-20 та пневмоколісний кран МПК-25-22,5.

У надземній, десятиповерховій, частині споруди ефективним є виключне застосування баштових кранів. Техніко-економічні міркування дозволяють розглядати три моделі: КБ-403, КБ-408 та КБ-503 А. Кінцевий вибір конкретного крана здійснюється після уточнення розрахункових навантажень, параметрів монтажної зони й графіка будівельно-монтажних робіт.

Методи виконання робіт, що застосовуються для підземної і надземної частин, доцільно обґрунтовувати окремо, виконуючи розрахунки в два послідовні етапи.

Перший етап полягає у попередньому доборі монтажного обладнання за ключовими технічними параметрами: необхідним вильотом стріли, вантажопідйомністю та висотою підйому гака. Вантажопідйомність крана  $Q$  визначається масою найважчого збірного елемента разом з вантажозахоплювальними пристроями, помноженою на коефіцієнт 1,11, який враховує можливі відхилення фактичної маси від проєктної.

$$Q = 1,1 P_{\max} + P_r, \quad (4.10)$$

Другий етап охоплює уточнений розрахунок максимальної висоти підйому гака  $H_{кр}$  над рівнем стоянки крана.

$$H_{кр} = H + h_1 + h_2 + h_3, \quad (4.11)$$

де  $H$  – висота будівлі, м;

$h_1$  – запас висоти (0,5 – 1,0 м) між нижньою гранню монтованого елемента до опорної поверхнею перед установленням, м;

$h_2$  – висота монтованого елемента, м;

$h_3$  – висота вантажозахоплюючих пристроїв, м.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

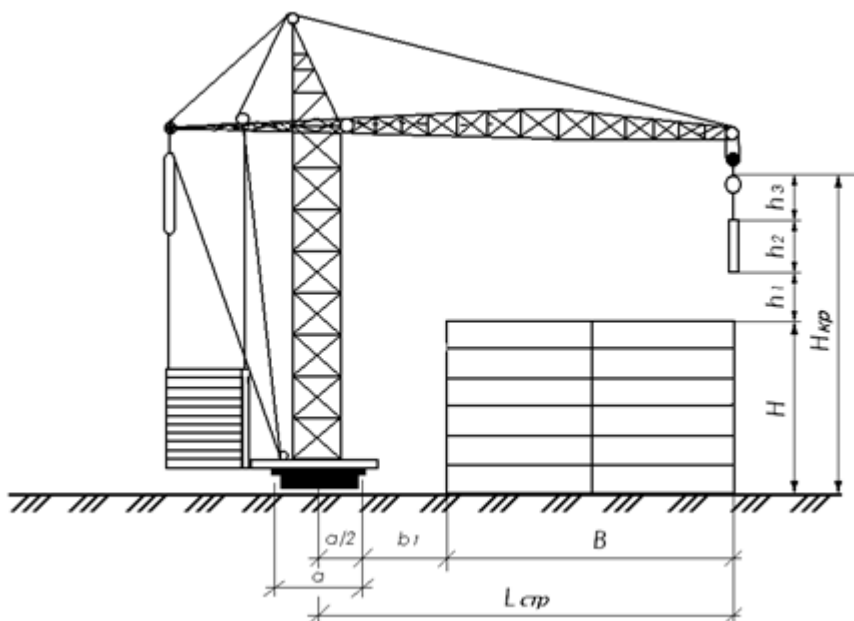


Рис. 4.1. Схема визначення вильоту стріли і висоти підйому гаку крана при будівництві наземної частини

Максимальний виліт стріли визначають, виходячи з габаритів та конфігурації споруди, з урахуванням положення збірних елементів до монтажу і під час їх установлення у проєктне положення, а також прийнятої технології монтажу та схеми розташування крана. У загальному вигляді ця величина описується рівнянням:

$$L_{стр} = \frac{a}{2} + b_1 + B, \quad (4.12)$$

де  $a$  — база крана, тобто ширина кранових колій, м;

$b_1$  — відстань найближчої до будівлі опори крана від виступаючих частин споруди, м;

$B$  — ширина будівлі по найбільш виступаючих елементах фасаду, м.

Для підземної частини (див. рис. 4.3) виліт стріли розраховують за формулою:

$$L_{стр} = \frac{a}{2} + b_2 + b_3 + b_4 + C, \quad (4.13)$$

де  $b_2$  — відстань від найближчої до будівлі опори крана до верхньої бровки котловану (не менше 1 м);

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$b_3$  — горизонтальне заложення укосу, м;

$b_4$  — відстань від нижньої брівки котловану до найближчої осі будівлі, м.

$$b_3 = h_k \operatorname{ctg} \alpha \quad (4.14)$$

де  $h_k$  — глибина котловану, м;

$\alpha$  — кут природного укосу ґрунту (за довідковими даними).

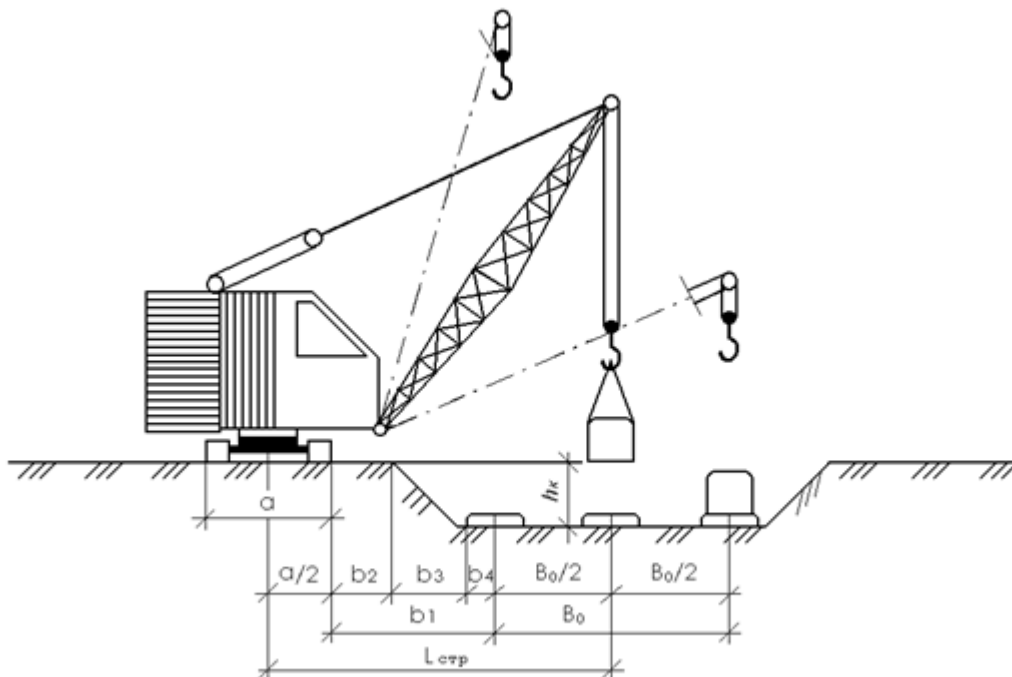


Рис. 4.2. Схема визначення вильоту стріли при будівництві підземної частини будівлі

Доданок  $C$  у (4.13) може дорівнювати нулю (кран працює біля однієї поздовжньої стіни), половині ширини будівлі в осях (монтаж із двох поздовжніх боків) або всій ширині в осях  $B_0$  за умови одностороннього розташування крана, що охоплює весь поперечний переріз об'єкта.

Необхідні технічні характеристики кранів задають технологічні схеми виконання операцій для основних збірних елементів. За розрахованими параметрами відбирають кілька (зазвичай 3–4) конкурентних моделі кранів.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

На другому етапі остаточне рішення щодо методів і засобів монтажу приймають шляхом економічного порівняння технічно можливих варіантів за такими показниками:

- тривалість монтажу  $T_m$ ;
- трудомісткість установа 1 т конструкцій  $r_e$ ;
- повна собівартість монтажу 1 т конструкцій  $C_{повн}$ ;
- питомі капіталовкладення в крани та оснастку  $K_{пит}$ ;
- питомі приведені витрати на монтаж 1 т конструкцій  $\Pi_{пит}$ .

Значення кожного показника значною мірою залежить від експлуатаційної продуктивності кранів, що для різних типів і марок у тотожних умовах може суттєво відрізнятися. Зміну продуктивності у тонах змонтованих елементів за зміну визначають за формулою:

$$\Pi_{e.зм} = 0,75 \frac{60K_n}{T_{ц.ср}} t_{зм} P_{ср} \quad (4.15)$$

де 0,75 — коефіцієнт переходу від виробничих норм до кошторисних;

$K_n$  — коефіцієнт, що враховує внутрішньозмінні простої (для баштових кранів 0,9; для стрілових без виносних опор 0,85; із виносними опорами 0,8);

$T_{ц.ср}$  — середньозважений час монтажного циклу, хв.

$$T_{ц.ср} = \frac{\sum(T_{ци} n_i)}{\sum n_i}, \quad (4.16)$$

$T_{ци}$  — тривалість циклу крана при монтажі кожного  $i$ -го виду збірних елементів, обраховують як суму машинного  $t_{маш i}$  і ручного  $t_{pi}$  часу;

$$T_{ци} = t_{pi} + t_{маш.i}, \quad (4.17)$$

Машинний час ( $t_{маш i}$ ), що містить компоненти підйому, опускання, повороту та переміщення стріли:

$$t_{маш} = \frac{H_{н.к}}{V_1} + \frac{H_{о.к}}{V_2} + \left( \frac{2\alpha}{360 n_{об}} + \frac{S_1}{V_3} \right) K_c + \frac{S_2}{V_4}, \quad (4.18)$$

де Тут  $H_{нк}$  и  $H_{ок}$  — відповідно висоти підйому та опускання гака;

$V_1$  и  $V_2$  — швидкості цих операцій;

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

$\alpha$  — кут повороту стріли ( $^{\circ}$ );

$n_{об}$  — кутова швидкість повороту (об/хв);

$S_1$  та  $S_2$  — переміщення гака під час зміни вильоту та горизонтальне переміщення крана;

$V_3$  и  $V_4$  — відповідні швидкості (усі параметри беруть із нормативних довідників),

$K_c = 0,75$  враховує ефект поєднання операцій, що виконує машиніст крана,

Тривалість однієї зміни за умов п'ятиденного робочого тижня приймається  $t_{зм} = 8$  год,

$P_{cp}$  - середньозважена маса елементів, що монтуються, т;

$$P_{cp} = \frac{\sum(P_i n_i)}{\sum n_i}, \quad (4.19)$$

де  $P_i$  та  $n_i$  — маса і кількість  $i$  — го елементу.

Тривалість монтажного циклу у змінах визначається за формулою:

$$T_m = \frac{P_{заг}}{P_{е.зм} \alpha}, \quad (4.20)$$

де  $P_{заг}$  - загальний обсяг робіт з монтажу конструкцій, т;

$\alpha = 1-1,2$  — запланований коефіцієнт перевиконання норм на монтажних роботах.

Трудомісткість монтажу у людино-змінах визначається за формулою:

$$R_m = T_m N_p + \sum R_i, \quad (4.21)$$

де  $N_p$  — склад монтажників конструкцій, з урахуванням кранового;

$\sum R_i$  — трудомісткість допоміжних робіт (люд.-змін), включає витрати, пов'язані з транспортуванням крана на майданчик, його збиранням, випробуванням, демонтажем, поточним ремонтом та іншими підготовчо-завершальними операціями;

Трудовитрати визначаються через відповідні фонди оплати праці при тарифній ставці робітників IV розряду.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Узагальнена трудомісткість у розрахунку на 1 т змонтованих конструкцій обчислюється за формулою:

$$r_e = \frac{R_M}{P_{\text{заг}}} \quad (4.22)$$

Повна собівартість монтажу 1 т конструкцій  $C_{\text{повн}}$  враховує одноразові витрати  $E$  (транспортування, монтаж-демонтаж крана, улаштування й розбирання колій, пробний пуск тощо) зі зважуванням на нормативи накладних витрат (1,08 — на експлуатацію машин, 1,5 — на оплату праці):

$$C_{\text{повн}} = \frac{E}{P_{\text{заг}}} + \frac{1,08 \sum C_{\text{маш.-зм}} + 1,5 N_p C_{\text{е.зм}}}{P_{\text{е.зм}}}, \quad (4.23)$$

Де  $\sum C_{\text{маш.-зм}}$  — сума кошторисної вартості однієї машино-зміни кожної машини комплексу. Вартість машино-зміни (формула 4.24)

$$C_{\text{маш.-зм}} = t_{\text{зм}} (E_p + E_{\text{ос}} + E_{\text{ен}} + E_z + \frac{A C_{\text{інв}}}{100 T_{\text{год}}}), \quad (4.24)$$

де  $E_p$ ,  $E_{\text{ос}}$ ,  $E_{\text{ен}}$ ,  $E_z$  — експлуатаційні витрати на 1 маш.-год роботи крана, грн, тобто вартість відповідно ремонту  $E_p$ , змінної оснастки  $E_{\text{ос}}$ , енергоресурсів  $E_{\text{ен}}$ , заробітна плата машиніста  $E_z$ ;

$A$  — норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення вартості крана і його капітальний ремонт;

$C_{\text{інв}}$  — інвентарно-розрахункова вартість крана, грн;

$T_{\text{год}}$  — нормативне число годин роботи крана в рік;

Питомі капітальні вкладення на придбання кранів і оснащення визначають формулою 4.25.

$$K_{\text{пит}} = \frac{C_{\text{інв}} t_{\text{зм}}}{P_{\text{е.зм}} T_{\text{рік}}}, \quad (4.25)$$

Питомі витрати на монтаж 1 т конструкцій враховують при загальній оцінці економічної ефективності обраного варіанту комплексної механізації монтажних робіт, визначають за формулою:

$$P_{\text{пит}} = C_{\text{повн}} + E_n K_{\text{пит}}, \quad (4.26)$$

$E_n = 0,15$  - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Усі техніко-економічні показники консолідуються в підсумковій таблиці (табл. 4.4). Остаточний вибір технологічної схеми й комплексу механізації доцільно здійснювати на користь варіанта з мінімальними питомими затратами, що підтверджує його економічну перевагу. Розрахунки, наведені для підземної та надземної частин будівлі, виконано у програмному середовищі «КСМ», що забезпечує достовірність та відтворюваність отриманих результатів.

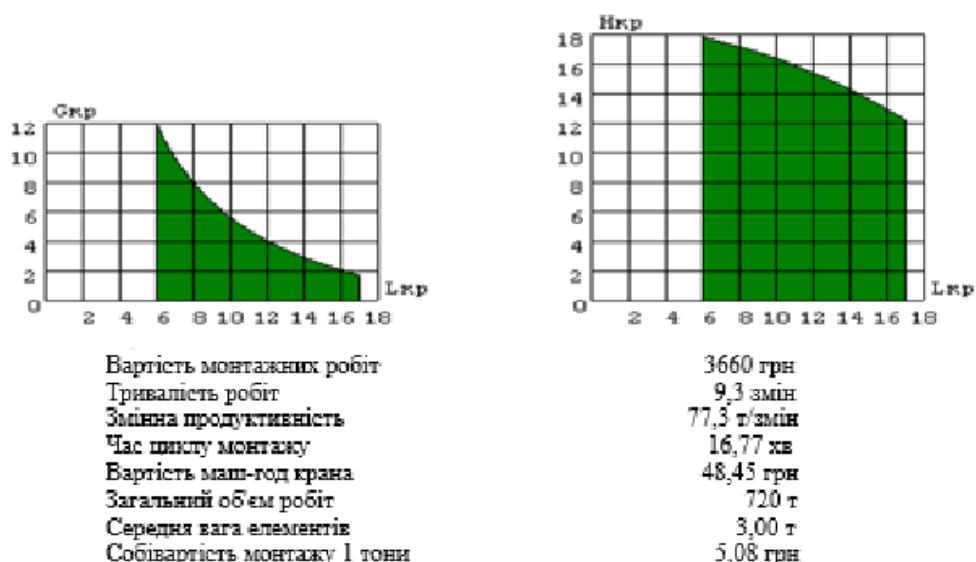


Рис 4.3. Результати розрахунків за 1 варіантом для підземної частини  
(кран Д К-25Г-20)

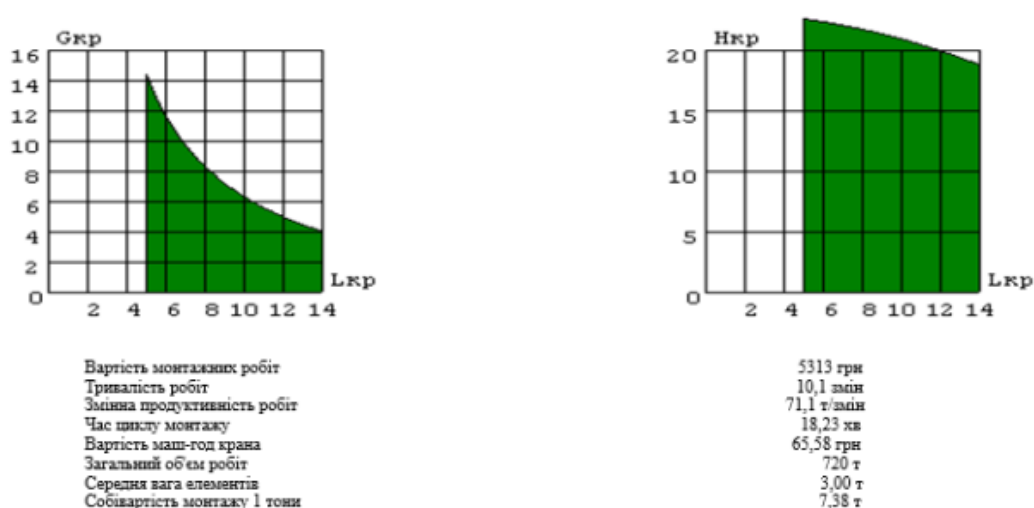
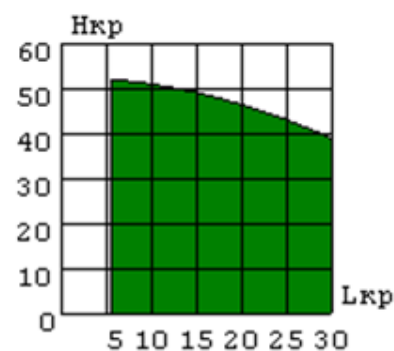
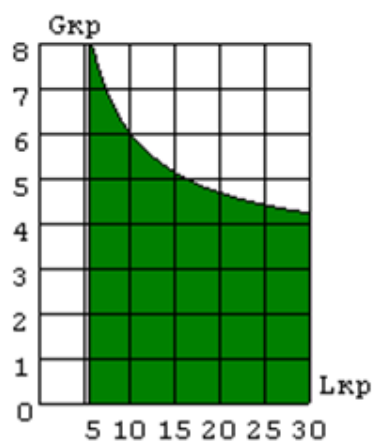


Рис. 4.4. Результати обрахунків за 2 варіантом підземної частини (кран МПК-22-22,5)

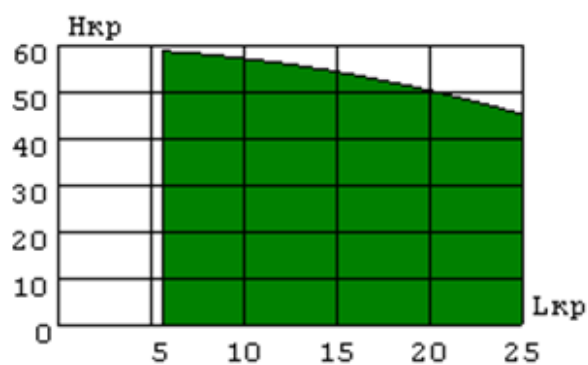
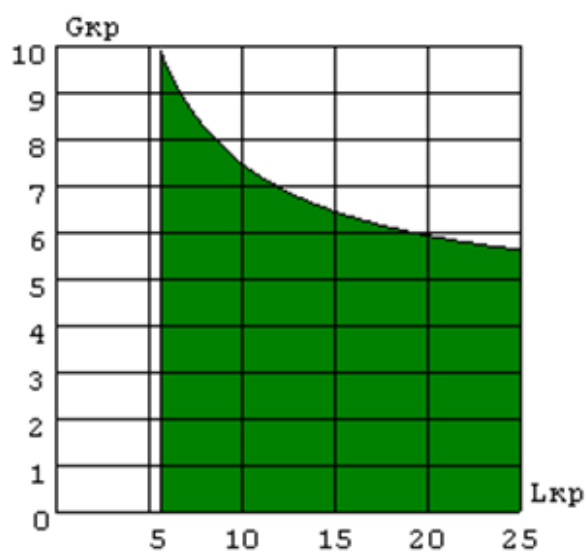
|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



Вартість монтажних робіт  
Тривалість робіт  
Змінна продуктивність робіт  
Час циклу монтажу  
Вартість маш-год крана  
Загальний об'єм робіт  
Середня вага елементів  
Собівартість монтажу 1 тони

33189 грн  
96,0 змін  
81,6 т/змін  
15,87 хв  
43,20 грн  
7840 т  
3,00 т  
4,23 грн

Рис 4.5. Результати розрахунків за 1 варіантом надземної частини кран КБ-403

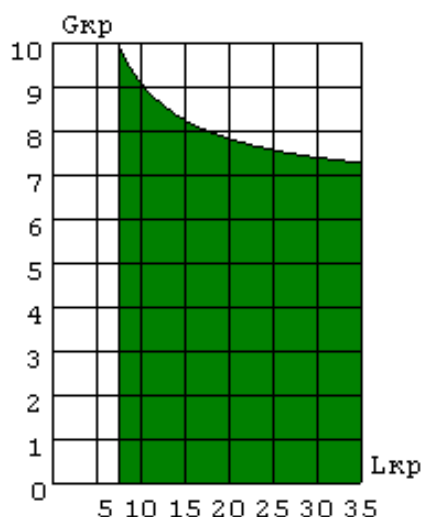


Вартість монтажних робіт  
Тривалість робіт  
Змінна продуктивність робіт  
Час циклу монтажу  
Вартість маш-год крана  
Загальний об'єм робіт  
Середня вага елементів  
Собівартість монтажу 1 тони

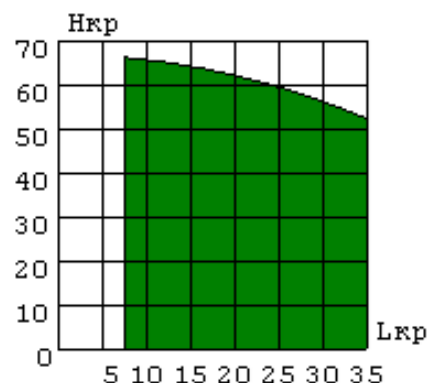
34730,5 грн  
95,6 змін  
82,0 т/змін  
15,81 хв  
45,4 грн  
7840 т  
3,00 т  
4,43 грн

Рис 4.6. Результати розрахунків за 2 варіантом надземної частини кран КБ-408

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |



Вартість монтажних робіт  
Тривалість робіт  
Змінна продуктивність робіт  
Час циклу монтажу  
Вартість маш-год крана  
Загальний об'єм робіт  
Середня вага елементів  
Собівартість монтажу 1 тони



34871 грн  
96,0 змін  
81,7 т/змін  
15,87 хв  
45,4 грн  
7840 т  
3,00 т  
4,45 грн

Рис 4.7. Результати розрахунків за 3 варіантом надземної частини (кран КБ-053А)

Таблиця 4.4 – Порівняння варіантів механізації монтажних робіт

| Найменування показника      | Одиниці виміру | Значення за варіантом |      |                  |         |       |
|-----------------------------|----------------|-----------------------|------|------------------|---------|-------|
|                             |                | Підземна частина      |      | Надземна частина |         |       |
|                             |                | 1                     | 2    | 1                | 2       | 3     |
| Загальна вартість монтажу   | грн.           | 3610,5                | 5313 | 33190            | 34730,5 | 34871 |
| Тривалість робіт            | зм             | 9,3                   | 10,1 | 96               | 95,6    | 96    |
| Змінна продуктивність       | т/зм           | 77,3                  | 71,1 | 81,6             | 82      | 81,7  |
| Собівартість монтажу 1 тони | грн.           | 5,08                  | 7,38 | 4,24             | 4,43    | 4,45  |

На підставі порівняння можливих варіантів для виконання робіт із зведення підземної частини прийнято рішення застосувати гусеничний кран ДЕК-25Г-20

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

(варіант 1), а для зведення надземної частини – баштовий кран КБ-403 (варіант 1), оскільки саме вони є найбільш економічно виправданими.

### **4.3. Технологічна карта на виконання цегляної кладки типового поверху**

#### **4.3.1. Загальна інформація**

Запропонована технологічна карта регламентує порядок зведення огорожувальних і внутрішніх стін однієї захватки будівлі. Огороджувальні конструкції формують із глиняної цегли товщиною 940 мм, тоді як внутрішні стіни виконують із тієї самої цегли завтовшки 510 мм.

#### **4.3.2. Технологія будівельно-монтажного процесу**

Цегляна кладка розглядається як комплекс взаємопов'язаних операцій, результатом яких є завершена конструктивна частина споруди. Основні операції охоплюють формування швів шляхом послідовного укладання каменів і розчину з одночасним переміщенням матеріалів та інструменту в межах робочого фронту. Допоміжні дії полягають у встановленні риштувань і захисних огорожень, а також у своєчасному підвезенні матеріалів безпосередньо до місця мурування.

До початку кладки необхідно завезти на будівельний майданчик машинно-механічний парк, інвентар, засоби малої механізації та підсобний інструмент. Запаси цегли й будівельного розчину розміщують на перекриттях безпосередньо біля ділянок виконання робіт. Цеглу доставляють пакетом у бортових автомобілях із відповідним оснащенням, тоді як розчин транспортують у спеціалізованих розчіновозах і подають до робочої зони у металевих ящиках. Подача цегли в межах поверху здійснюється через вертикальні футляри-шахти, що входять до комплекту вантажопідіймального крана.

Для виконання робіт застосовують інвентарні блочні риштування (рис.4.9), сконструйовані для двоярусного встановлення, що дозволяє вести кладку до позначки п'ять метрів. Під час мурування стін із прорізами масиви цегли розташовують навпроти простінків, а ємності з розчином – навпроти отворів.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Оптимальний оперативний запас матеріалів на робочому місці дорівнює приблизно сорока хвилинам продуктивної праці; поповнення виконують у міру витрати.

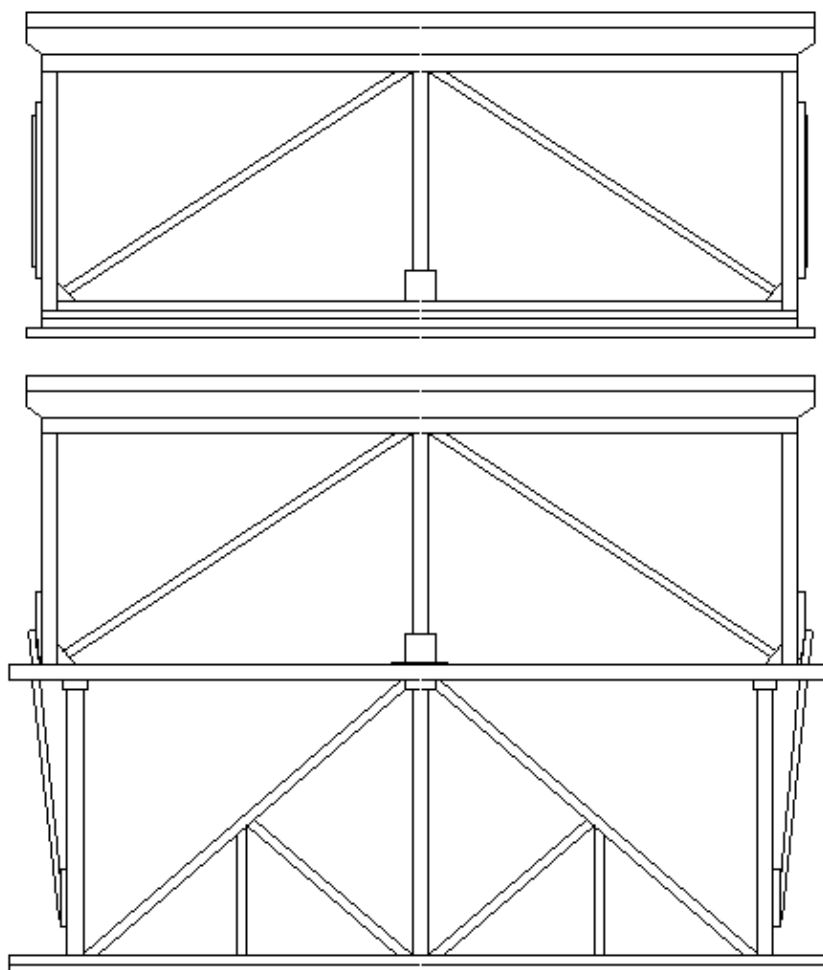


Рис 4.8. Інвентарне блочне риштування

Організація виконання кладки ґрунтується на поточно-розчленованому методі. Бригаді мулярів виділяють захватку, яку поділяють на ділянки за кількістю ланок, враховуючи їх чисельність і кваліфікаційний рівень. Довжина ділянки  $L$  визначається розрахунком, що забезпечує укладання за одну зміну стіни на висоту яруса  $h=1,2$  м:

$$L = \frac{N \times c \times q}{100 \times V \times S}; \quad (4.27)$$

$$L_B = \frac{2 \cdot 8,2 \cdot 115}{100 \cdot (0,38 \cdot 1) \cdot 3,2} = 15,5 \text{ м}$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

де  $N$  – чисельний склад ланки люд.,

$c$  – тривалість зміни,

$q$  – відсоток виконання норми,

$V$  – об'єм кладки на метр стіни висотою яруса(1,0),

$S$  – норма часу на один кубометр кладки, люд-год.

Для внутрішніх стін, виходячи з меншої товщини, величина  $V$  буде меншою, отже ділянка матиме більшу довжину; для зовнішніх – навпаки.

Робоче місце муляра планують у межах радіуса обслуговування крана. Його ширина становить близько 2,5 м і функціонально поділяється: вузька (0,6–0,7 м) смуга біля стіни забезпечує переміщення робітників; далі розташовують зону матеріалів ( $\approx 1$  м) з піддонами цегли та ящиками розчину; ближче до внутрішнього краю перекриття залишається транспортна смуга (0,8–0,9 м), якою пересуваються вантажі та персонал, не залучений безпосередньо до мурування.

Раціональна висота безперервного викладання не перевищує 1,2 м; після досягнення цієї позначки кладку зупиняють, демонтують або піднімають риштування й лише після цього продовжують процес. Після завершення яруса на одній захватці ланка переходить до наступної, що дає змогу паралельно переобладнати риштування або монтувати елементи міжповерхового перекриття на попередній ділянці.

У такий спосіб безперервність потокового процесу підтримується за рахунок чергування робочих зон, а раціональний поділ праці та чітке планування матеріально-технічного забезпечення мінімізують простой обладнання й забезпечують проектні темпи зведення стін.

Послідовність формування зовнішньої та внутрішньої верст визначається прийнятою системою перев'язування швів і раціональною організацією праці мулярів. Робочу рухливість розчину підтримують у межах 9–13 см, що забезпечує належне заповнення швів при муруванні стін і стовпів із полнотілої цегли. У рамках одного поверху середня товщина горизонтальних швів становить близько 12 мм,

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

вертикальних — 10 мм. Поперечні вертикальні й горизонтальні шви заповнюють повністю, тоді як поздовжні вертикальні допускають часткове заповнення; однак у колонах, простінках, перемичках та інших відповідальних елементах конструкції повнота заповнення розчину є обов'язковою. Усі конструктивні елементи починають і завершують точковими (тичковими) рядами, використовуючи лише цілу цеглу, а половняк і бій дозволено закладати у зону забутки, під підвіконні ділянки та в малонавантажених відсіки стін.

Технологічний регламент кладки передбачає сувору послідовність операцій. Для контролю горизонтальності верст і нормативної товщини горизонтальних швів застосовують інвентарні металеві порядовки, які фіксують на кутах і прямолінійних ділянках стіни з інтервалом не більше 12 м, а також у місцях примикання стін. Розмітку рядів орієнтують у бік муляра; для кожного ряду до порядовок натягують кручену причалку. Під час кладки внутрішньої версти шнур закріплюють за скоби або цвяхи у швах і переставляють не рідше ніж через два-три ряди.

Матеріали подають таким чином, аби мінімізувати зайві переміщення робітника. Цеглу, призначену для зовнішньої версти, укладають стовпчиками по дві штуки з внутрішнього боку стіни, а для внутрішньої — з зовнішнього. Для ложкових рядів стовпчики орієнтують паралельно осі стіни з інтервалом в одну цеглу; для тичкових рядів цеглу розкладають парами, залишаючи між парами проміжок 10–15 мм. Безпосередньо перед подачею розчин ретельно перемішують задля однорідності й розстилають у вигляді «грядки» завтовшки 20–25 мм: для тичкового ряду шириною 23–24 см, для ложкового — 10–11 см.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

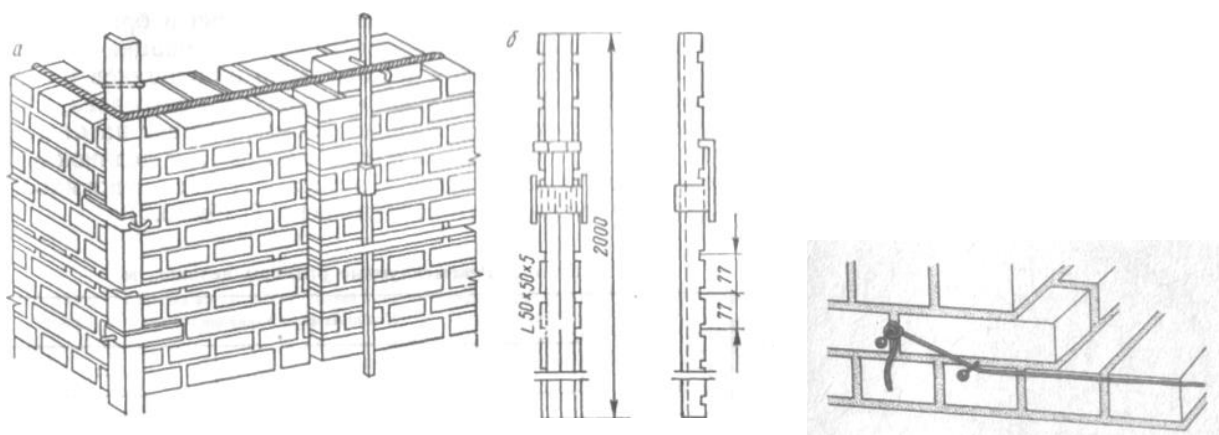


Рис. 4.9. Інвентарні металеві порядовки та причалка

Кладку зовнішніх стін виконує ланка з п'яти осіб, до складу якої входить муляр V розряду, муляр IV розряду та троє мулярів III розряду. Ланка організована за принципом «двійки»: муляр вищого розряду відповідає за верстові ряди, тоді як муляр III розряду здійснює забутку, подає та розстиляє розчин і цеглу. Перед початком робіт виконують розмітку стін, перевіряють міцність риштувань другого ярусу та підвозять усі необхідні матеріали й устаткування.

Технологічна схема виглядає так: муляр V розряду закріплює дві причалки (для зовнішньої й внутрішньої версти), муляр III розряду паралельно подає цеглу, розкладає її та готує «грядку» розчину під зовнішню версту. Ведучий муляр, рухаючись за підсобником, зводить верстовий ряд. По завершенні ділянки причалку переставляють, і в зворотному напрямі аналогічно виконують кладку внутрішньої версти; у цей час підсобник частково заповнює забутку. Після закінчення внутрішньої версти майстер знову переставляє причалку, перевіряє якість швів, а підсобник готує матеріали для наступного зовнішнього ряду. Такий цикл повторюється до повного завершення ділянки.

При муруванні простінків ланка працює симетрично: на одному простінку підсобник подає цеглу й накидає розчин, тоді як ведучий муляр на іншому формує кладку; далі вони міняються місцями. Внутрішні стіни зводять тією ж бригадою, дотримуючись аналогічної послідовності: натягують причалку, розстиляють

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

розчин, розкладають цеглу, виконують кладку та одразу перевіряють її точність. Таким чином забезпечується безперервний технологічний потік і нормативна якість шовного заповнення, що є запорукою довговічності й несучої здатності стінових конструкцій.

У цій технологічній карті передбачено виконання цегляної кладки внутрішніх стін під подальшу штукатурку з товщиною в півтора цеглини. Перед безпосереднім початком мурувальних робіт слід виконати комплекс підготовчих заходів: провести детальну розмітку осей і рівнів поверхонь стін згідно з проектом; змонтувати та обов'язково перевірити на стійкість і надійність підмости для роботи на другому ярусі; організувати доставку на робочі майданчики всіх необхідних матеріалів, інструментів та пристосувань.

На робочій ділянці муляр V розряду спочатку встановлює металеві порядовки за відмітками нівеліра та вертикаллю відвесу в тій кількості, яка забезпечує контроль горизонтальності кожного ряду кладки. Після цього він натягує причальний шнур, який слугує орієнтиром для регулярного дотримання заданої товщини горизонтальних швів. Паралельно муляр III розряду розміщує цеглу з піддона: для лоткових рядів формує стовпчики з двох цеглин, розташованих уздовж осі стіни з проміжком у довжину одного цегляного бруска; для тичкових рядів укладає аналогічні пари щільно одна до одної.

Розчин, приготований із доведенням до однорідної пластичності, розстилають лопатою у вигляді «грядки» завтовшки 20–25 мм: під тичкові ряди — шириною 22–24 см, під ложкові — 10–11 см. Муляр V розряду виконує кладку внутрішньої версти завтовшки в півцеглини з використанням системи багаторядної перев'язки, при цьому тісно притискає цеглу одну до одної й акуратно зрізає надлишки розчину для отримання рівної поверхні. Завершивши укладання кожного ряду, він обов'язково перевіряє геометричну точність та якість швів, щоб забезпечити відповідність виконаної кладки нормативним вимогам і проектним допускам.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

### 4.3.3. Контроль якості робіт

Поняття якості кладки. Якість кам'яної кладки трактується як ступінь відповідності фактичних геометричних і фізико-механічних характеристик проєктним даним та вимогам чинних нормативів.

Організація контролю. Виробничий контроль здійснюється поопераційно й безперервно. На кожному ярусі двічі перевіряють горизонтальність рядів правилом і будівельним рівнем. Вертикальність граней і кутів оцінюють відвісом та рівнем з інтервалом 0,5–0,6 м, що відповідає двом перевіркам на висоту яруса; виявлені відхилення, які перевищують допустимі, усувають до завершення цього яруса. Не рідше трьох разів на поверх за допомогою вибіркового вилучення контрольних цеглин уточнюють правильність перев'язки швів. Середню товщину горизонтальних та вертикальних швів фіксують через кожні 5–6 рядів.

Вхідний контроль матеріалів. Будівельні матеріали приймають на об'єкті лише після підтвердження їхньої відповідності паспортним характеристикам. Перевіряють марку міцності, морозостійкість, водопоглинання, геометричний розмір та якість поверхні.

Операційний і приймальний контроль. Комплекс показників, що підлягають контролю, та методи їх оцінювання формалізовано в табл. 4.8 (нормативна номенклатура) і табл. 4.9 (граничні відхилення). У практичній інтерпретації це означає таке:

- У ході виконання кладки (операційний контроль) та після завершення поверху (приймальний контроль) інструментально визначають відхилення від розбивних осей, абсолютні відмітки опорних поверхонь, прямолінійність і вертикальність граней, а також відповідність висоти виведення самотійно стоячих стін регламентованим значенням.
- Товщину швів і правильність перев'язки контролюють переважно візуально або вимірювальним інструментом, використовуючи суцільну або вибірккову схему перевірки залежно від конструктивної значущості елемента.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

• Візуальне обстеження лицевих поверхонь здійснюють для виявлення тріщин, висолів, раковин та інших дефектів, що погіршують експлуатаційну довговічність і архітектурну виразність.

Допустимі геометричні відхилення.

Для стін з керамічної цегли чи природних каменів правильної форми встановлені такі граничні величини:

- відхилення товщини конструкцій —  $\pm 15$  мм;
- перевищення відміток опорних поверхонь у «-» напрямку — не більше 10 мм;
- зменшення ширини простінків — до 15 мм, а збільшення ширини прорізів — до 15 мм;
- відхилення осі прорізу від вертикалі — до 20 мм;
- сумарне зміщення конструктивних осей від розбивочних — не більше 10 мм;
- нахил кладки на один поверх — до 10 мм (5 мм у відповідальних елементах), а на будівлю заввишки понад два поверхи — до 30 мм;
- середня товщина горизонтальних швів —  $-2 \dots +3$  мм, вертикальних —  $-2 \dots +2$  мм;
- відхилення рядів кладки від горизонталі на 10 м довжини стіни — до 15 мм;
- локальна нерівність вертикальної поверхні, зафіксована рейкою довжиною 2 м, — до 10 мм.

Документування результатів.

Результати вхідного, операційного та приймального контролю фіксують у журналах робіт з обов'язковим зазначенням часу, місця та способу вимірювання. Якщо фактичні показники виходять за межі допустимих, виконавець зобов'язаний негайно вжити коригувальних заходів і повторно засвідчити відповідність.

Системна реалізація описаних процедур забезпечує стабільно високу якість кам'яного мурування, водночас мінімізуючи ризик появи прихованих дефектів, що можуть зумовити передчасне зниження несучої здатності або експлуатаційних характеристик огорожувальних конструкцій.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

#### 4.3.4. Безпека праці

Однією з ключових передумов безпечного ведення кам'яних робіт є продумано організоване робоче місце муляра та чіткий поділ його функцій. Під час мурування слід неухильно виконувати вимоги ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті (НПАОП 0.00-1.15-07), а також положення ДСТУ EN 12811-1:2022 щодо влаштування і випробування інвентарних риштувань. Усі перелічені акти інтегровано у діючий національний покажчик нормативно-правових документів, тож їх додержання є обов'язковою умовою прийняття готових конструкцій.

Муляр працює виключно у захисних рукавицях, що відповідають вимогам ДСТУ EN 388:2017 «Рукавички захисні для захисту від механічних ушкоджень»; це запобігає механічним травмам та подразненню шкіри рук.

Висоту кожного мулярського ярусу визначають із таким розрахунком, щоб рівень свіжої кладки після чергового переміщення робітника був щонайменше на два ряди вище настилу риштування або міжповерхового перекриття; це усуває статичну неврівноваженість тіла й утримує центр ваги працівника в межах опорного периметра.

Кладка дозволена лише з міжповерхових настилів або інвентарних риштувань. Риштування монтують на очищеній та вирівняній основі, оснащують паспортом, актом приймання-передавання та маркуванням про допустиме навантаження, визначене розрахунком за ДСТУ EN 12811-1:2022 «Тимчасове робоче обладнання. Частина 1. Риштування. Вимоги до продуктивності та загальна конструкція». Перевантажувати робочий настил категорично заборонено; після завершення зміни настил і сходові марші очищують від розчину й уламків, а між настилом та зведеною стіною залишають компенсаційний зазор не більше 50 мм.

Риштування обладнують суцільним огороженням заввишки не менше 1,0 м, що складається з верхнього поручня, проміжного горизонтального елемента і бортової дошки мінімальною висотою 150 мм (п. 6.4.2 НПАОП 0.00-1.15-07).

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Виконання кладки, стоячи безпосередньо на зведеній стіні, забороняється. У потенційно небезпечних зонах муляри використовують страхувальні системи з подовжувачами, з'єднаними із стійкими елементами будівлі або риштування, здатними сприйняти проектне навантаження падіння.

Стінові конструкції висотою понад два поверхи зводять лише після улаштування постійних або тимчасових перекриттів достатньої міцності й жорсткості та встановлення сходових маршів і площадок з огорожами. Такий підхід відповідає НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті» і забезпечує контрольовану евакуацію у разі надзвичайної ситуації.

Пакети каменю, змонтовані на піддонах із запобіжними кожухами, подають на робочу відмітку вантажопідіймальними механізмами; стропувальні пристрої обладнують запірними системами, що унеможливають мимовільне розчеплення та випадіння вантажу (п. 4.24 ДБН А.3.2-2:2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»).

Порожні піддони, контейнери або футляри не скидають довільно з перекриттів чи риштувань; їх опускають винятково механізованим способом відповідно до схем стропування, погоджених у проєкті організації будівництва (ПОБ).

За виконання внутрішнього мурування зовнішній периметр будівлі на рівні робочого ярусу обладнують інвентарними захисними козирками (ширина мінімум 1,5 м). Пересування працівників по козирках, а також складування матеріалів чи інструмента на них заборонено.

Під час технологічних перерв не допускається залишати на стінах або риштуваннях матеріали, сміття чи інструмент. Усі прорізи в кладці до монтажу заповнювачів обов'язково огорожують інвентарними конструкціями, розрахованими на горизонтальне навантаження не менше 0,3 кН/м згідно з ДБН В.2.6-162:2010 «Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення».

Системне дотримання наведених вимог, підтверджених актуальною нормативною базою України, мінімізує ризик падіння з висоти, запобігає

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

некерованому переміщенню матеріалів і забезпечує необхідний рівень промислової безпеки під час зведення кам'яної кладки.

#### 4.3.5. Техніко-економічні показники

У межах діючих Кошторисних норм України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи обчислений комплексний показник трудомісткості мурування 540 м<sup>3</sup> становить 709,7 людино-днів, що еквівалентно 1,31 людино-дня на 1 м<sup>3</sup>. За двозмінного графіка з коефіцієнтом змінності 2 планова тривалість робіт дорівнює 33 календарним дням; добове вироблення одного муляра сягає 2,7 м<sup>3</sup>, що відповідає категорії А продуктивності. Фонд оплати праці, перерахований у поточні ціни IV кв. 2024 р. (з використанням індекс-фактора 1,09), становить 998 000 грн, тобто 1 847 грн/люд.-день, і відповідає базовому тарифу 5-го розряду, для кам'яних робіт.

#### 4.3.6. Матеріально-технічні ресурси

Для зведення зазначеного обсягу кладки прийнято керамічну цеглу М100 за ДСТУ EN 771-1:2022 «Камені стінові. Технічні умови. Частина 1. Вироби стінові керамічні»; нормативна потреба становить 216,9 тис. шт., упакованих у футляри. Зв'язувальний компонент — 162 м<sup>3</sup> будівельного розчину класу М100, приготованого на цементі СЕМ ІІ/А-С 42,5 N із модульним водоцементним індексом 0,55. Несучі перемички прийнято з каталожної серії 1.038.1-1 у кількості 360 шт.; вимоги до їх несучої здатності та контролю встановлено ДБН В.2.6-162:2010 «Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.».

Вантажно-монтажний фронт забезпечує один баштовий кран КБ-403 (вантажопідіймальність 8 т, виліт стріли 30 м), сертифікований за ДСТУ EN 14439:2016 «Вантажопідіймальні крани. Крани баштові. Вимоги щодо безпечності»; розчин подається 10 металевими ящиками (0,25 м<sup>3</sup> кожен), а мулярська робоча зона формуються 20 блочними інвентарними підмостями (5500 × 2500 мм) із паспортною навантажувальною здатністю 3,0 кН/м<sup>2</sup>.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Комплектуючі засоби малої механізації включають два футляри для цегли, один чотиривітковий строп із замковим пристроєм запобігання саморозчепленню, а також типовий комплект ручного інструменту: десять кельм, десять молотків-кирочок, шість рейок-порядовок, десять будівельних відвісів ОТ-400, десять металевих рулеток (РС-10), три монтажні лопати ЛМ-24, десять лотків-лопат для розчину, а також оптичне геодезичне устаткування (нівелір НВ-1 та два теодоліти Т-10) для контролю відміток і вертикалі. Систему контролю якості рядів утворюють причальний шнур (12) і вісім металевих скоб-утримувачів.

Особисті засоби безпеки становлять обов'язковий мінімум НПАОП: захисні каски (17 шт.), пояси-страхувальні (10 шт.), комплект спецодягу, спецвзуття й рукавиць (17 комплектів кожного найменування), а також дві індивідуальні аптечки, сформовані за Переліком МОЗ України. Машини, механізми й засоби праці згідно з наведеним нормокомплексом повністю покривають потребу виробничого циклу й відповідають вимогам чинного законодавства у сфері промислової безпеки.

Ретельне дотримання зазначених техніко-економічних та ресурсних параметрів, ув'язаних із сучасними українськими нормативами, гарантує досягнення планового рівня продуктивності, раціональне використання матеріально-технічної бази та нормативно підтверджений рівень безпеки виконання кам'яних робіт.

#### **4.4. Технологічна карта на влаштування покрівлі**

##### **4.4.1. Галузь застосування карти**

Карту розроблено для 10-поверхового житлового будинку на 76 квартир із габаритами в плані 50 200 × 14 000 мм (висота поверху — 3,0 м). Технологічна послідовність охоплює: очищення основи, влаштування цементно-піщаної стяжки, монтаж рулонного покрівельного килима, герметизацію примикань та встановлення вирв внутрішнього водостоку. Конструктивні, теплотехнічні й гідроізоляційні вимоги прийнято за ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

споруд», а вимоги з безпеки праці — за ДБН А.3.2-2:2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення».

#### 4.4.2. Підрахунок обсягів робіт

##### Площа покрівлі:

$$S = a \times b = 50,20\text{м} \times 12,72\text{м} = 639,2\text{м}^2 \approx 640\text{м}^2$$

##### Периметр покрівлі:

$$P = 2(a+b) = 169,89\text{м} \approx 170\text{м}$$

##### Кількість вирв:

З урахуванням вимоги ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд» (максимальна площа водозбору на одну вирву  $\varnothing 100$  мм —  $\leq 700$  м<sup>2</sup>, а на  $\varnothing \geq 150$  мм —  $\leq 1200$  м<sup>2</sup>) призначено 8 шт., що забезпечує резервування водовідведення.

#### 4.4.3. Вказівки щодо виконання робіт

Підготовчий етап. До наклеювання основного килима повинні бути завершені всі вбудовані елементи — вентиляційні шахти, примикання, карнизні звіси і вирви; метал виробів очищено та вкрито антикорозійним лаком, що відповідає ДСТУ ISO 12944-5 «Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Частина 5. Захисні лакофарбові системи». Поверхню стяжки перед поліетиленовим бар'єром продувають стисненим повітрям.

Енергозабезпечення механізмів. На покрівлі встановлюють пересувний щит напругою 380/220 В, розміщений так, щоб гнучкий ізольований кабель довжиною 50 м забезпечував живлення клеючої установки в будь-якій точці даху.

Стяжка. Цементно-піщаний розчин класу С12/15 використовують протягом початкового часу тужавлення; у процесі укладання його перемішують кожні 20 хв, щоб запобігти розшаровуванню.

Наклеювання шарів килима. Рулон мембрани попередньо розгортають, перевіряють напуск ( $100 \pm 10$  мм), заводять край полотна між нагрівальним

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

барабаном та притискним валиком установки. Барабан розігрівають до 150–200 °С; бітумно-полімерний шар переходить у стан активної в'язкості й щільно притискається катком до основи, підігрітої в зоні наклейки до 80–100 °С. Крайки ущільнюють диференціальним катком або шпателем; контрольний зсув смуги під час прикатування — 5–10 мм.

Організація ланки. На одній захватці працює ланка з трьох покрівельників: оператор установки, робітник з підноси й розмотування рулонів, а також електромонтажник-підстраховувач кабелю.

Технологічний напрямок. Шари килима наклеюють від понижених до підвищених ділянок, орієнтуючи полотнища перпендикулярно напрямку стоку.

Підсилення вузлів. Карнизи, примикання, проходи труб та огорож посилюють двома додатковими смугами мембрани шириною 250 мм, заплавленими з перекриттям 120 мм.

Вертикальні примикання. Наплавлення виконують знизу вгору, забезпечуючи безперервну адгезію полотнища до парапету.

Контроль якості. У ході робіт перевіряють відповідність матеріалів ДСТУ Б В.2.7-234 «Матеріали рулонні бітумні та бітумно-полімерні на скловолокнистій основі покрівельні і гідроізоляційні. Технічні умови» та паспорту якості виробника, параметри нагріву, правильність перекриття, готовність покрівельних вузлів і кількість шарів, передбачених проектом.

Напруження полотнищ. Наклеєне полотно має бути без хвиль і зморшок; хвилястість не допускається.

Перевірка склейки. Через 48 год після торцювання проводять пробний рівномірний відрив смуги 50 мм; руйнування має відбуватися по картонній основі мембрани.

Візуальний огляд. На поверхні не допускаються тріщини, раковини, прожоги, здуття, відшарування. Виявлені дефекти вирізають, наплавляють латку з перекриттям 150 мм, після чого переходять до наступного шару.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Проміжний приймальний контроль. Кожен шар приймає комісія (виконроб, технагляд, представник підрядника). На приховані роботи (стяжки, примикання, нижні шари) складають акти. Документація зберігається у журналі виконавчих робіт не менше 10 років.

Таблиця 4.5 – Техніко-економічні показники

| № п/п | Показники                       | Одиниці виміру            | На всю покрівлю |
|-------|---------------------------------|---------------------------|-----------------|
| 1     | Трудовіткість виконуваних робіт | Люд.-днів                 | 684,8           |
| 2     | Питома трудовіткість            | Люд.-днів./м <sup>2</sup> | 1,01            |
| 3     | Виробіток на одного робітника   | м <sup>2</sup>            | 34              |
| 4     | Тривалість робіт                | дів.                      | 33              |

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.04.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                         |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

### 5.1. Календарне планування

У календарному графіку будівництва (згідно з ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва») визначають доцільну послідовність, взаємну узгодженість та строки виконання окремих будівельних процесів і зведення об'єкта в цілому, дотримуючись таких засад:

- належна технологічна послідовність і максимальне суміщення робіт;
- застосування прийнятих методів виконання з урахуванням місцевих умов;
- забезпечення вимог охорони праці та безпеки виконання робіт;
- ресурсно-часова збалансованість бригад, машин і механізмів.

#### 5.1.1. Тривалість процесів

Для операцій, що переважно виконуються вручну, тривалість  $t_i$  (у днях) визначають за формулою:

$$t_i = \frac{R_i}{N_i \cdot t_{\text{см}} \cdot \alpha} \quad (5.1)$$

де  $R_i$  – трудомісткість  $i$ -го процесу, люд·год;

$N_i$  – чисельність змінної бригади;

$t_{\text{зм}}$  – тривалість зміни, год;

$\alpha$  – коефіцієнт перевиконання норм праці.

Для механізованих операцій тривалість  $T_i$  (у змінах) визначають за фактичною змінною продуктивністю машин  $Q_{\text{см}}$ :

$$T_i = \frac{P_i}{P_{\text{зм}} n_{\text{зм}} \alpha} \quad (5.2)$$

де  $P_i$  – обсяг  $i$ -го виду робіт у фізичних одиницях.

|           |            |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |
|-----------|------------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------|------|--------|
|           |            |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ |  |  |                                                                    |      |        |
|           |            |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |
| Змн.      | Арк.       | № докум. | Підпис | Дата |                         |  |  |                                                                    |      |        |
| Студент   | Бумар      |          |        |      | Організація будівництва |  |  | Літ.                                                               | Арк. | Аркуші |
| Керівник  | Байда      |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |
| Кер.розд. | Байда      |          |        |      |                         |  |  | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |      |        |
| Н. Контр. | Башинський |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |
| Зав.каф.  | Башинський |          |        |      |                         |  |  |                                                                    |      |        |

## 5.1.2 Калькуляція праці

Таблиця 5.1 – Розрахункові трудові та календарні показники

| Перелік і найменування робіт і витрат                      | Працевісткість робіт, витрат в люд-год | Бригад кількість людей | Змінність | Тривалість робіт, дн |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|-----------|----------------------|
| Земляні роботи                                             | 87,24                                  | 5                      | 1         | 20                   |
| Стіни підвалу                                              | 281,3                                  | 8                      | 1         | 38                   |
| Стіни, перегородки, сходи, шахти ліфтів з з.б. перекриттям |                                        |                        |           |                      |
| - 1 поверх                                                 | 690                                    | 20                     | 1         | 33                   |
| - 2 поверх                                                 | 690                                    |                        | 1         | 33                   |
| - 3 поверх                                                 | 690                                    |                        | 1         | 33                   |
| - 4 поверх                                                 | 690                                    |                        | 1         | 33                   |
| - 5 поверх                                                 | 690                                    |                        | 1         | 33                   |
| - 6 поверх                                                 | 690                                    |                        | 1         | 33                   |
| - 7 поверх                                                 | 690                                    |                        | 1         | 33                   |
| - 8 поверх                                                 | 690                                    |                        | 1         | 33                   |
| - 9 поверх                                                 | 690                                    |                        | 1         | 33                   |
| - 10 поверх                                                | 887,00                                 |                        | 1         | 44                   |
| Покрівля                                                   | 684,80                                 | 20                     | 1         | 33                   |
| Вікна                                                      | 288,50                                 | 4                      | 1         | 66                   |
| Двері                                                      | 236,4                                  | 3                      | 1         | 66                   |
| Підлога                                                    | 623,4                                  | 3                      | 1         | 220                  |
| Внутрішнє оздоблення                                       | 2690,25                                | 13                     | 1         | 220                  |
| Зовнішнє оздоблення                                        | 430,48                                 | 5                      | 1         | 88                   |
| Різні роботи, входи                                        | 83,04                                  | 2                      | 1         | 44                   |

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## Продовження таблиці 5.1

|                                                                                                         |        |    |   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|---|-----|
| <b>II. Внутрішні інженерні системи</b>                                                                  |        |    |   |     |
| Водопровід холодної води                                                                                | 267,12 | 12 | 1 | 66  |
| Каналізація побутова                                                                                    | 256,22 |    | 1 | 66  |
| Каналізація дощова                                                                                      | 84,6   |    | 1 | 44  |
| Опалення з вузлом вводу тепла, індивідуальним тепловим пунктом з приладами обліку тепла, автоматизацією | 321,81 |    | 1 | 198 |
| Вентиляція                                                                                              | 74,32  | 2  | 1 | 66  |
| Електромонтажні роботи                                                                                  | 1726,6 | 9  | 1 | 198 |
| Внутрішні мережі зв'язку, пожежна сигналізація                                                          | 250,5  | 3  | 1 | 88  |
| Монтаж пасажирських ліфтів з диспетчеризацією                                                           | 93,37  | 2  | 1 | 77  |
| <b>III. Благоустрій, озеленення, проїзди, тротуари, площадки, стоянки автомобілів МАФ</b>               | 375,82 | 10 | 1 | 44  |

**5.2. Розробка будівельного генерального плану**

Будівельний генеральний план – це план ділянки забудови, на якому відображено існуючі (зокрема ті, що підлягають знесенню чи перенесенню) будівлі й підземні інженерні мережі, проєктовані споруди, об'єкти будівельного господарства, тимчасові інженерні мережі, розміщення основних машин і механізмів, а також заходи з охорони праці. Документ оформлюють згідно з ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» і ДБН А.3.2-2:2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення», з урахуванням чинних містобудівних умов.

**5.2.1. Розміщення монтажних кранів**

Прив'язка баштових або стрілових кранів здійснюється для перевірки їхньої монтажно-досяжності й безпечних зон роботи. На генплані виділяють монтажну зону, небезпечну зону дії крана та небезпечні зони транспортних шляхів. Межі зон визначаються за таблицями ДБН А.3.2-2:2009 «Система стандартів безпеки праці».

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»; їх необхідно позначити заборонними та попереджувальними знаками.

### 5.2.2. Тимчасові дороги

Після завершення вертикального планування й влаштування дренажів проектують постійні проїзди відповідно до ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів.». На період будівництва передбачено тимчасові автошляхи шириною 6 м з розширенням до 12 м у зонах складування. За типом покриття застосовують профільовані ґрунтові та ґрунтові дороги з удосконаленим покриттям. Для безпечного руху робітників улаштовують пішохідні траси та тротуари шириною 1–2 м, обладнані мобільними освітлювальними опорами, що відповідають чинним нормам освітленості робочих місць.

### 5.2.3. Потреба у тимчасових будівлях і спорудах

Вимоги до складу і площі санітарно-побутових та адміністративних приміщень на будівельному майданчику регламентує ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» і Наказ Мінсоцполітики № 1050 від 23.06.2017 р. «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках». Документи вимагають проектувати такі приміщення виходячи з максимальної облікової чисельності працівників, визначеної за календарним графіком і скоригованої на коефіцієнт відвідуваності.

Максимальна чисельність працівників приймається за формулою:

$$N_{\text{спис}} = N_{\text{max}} \times 1,1 \quad (5.3)$$

де  $N_{\text{max}} = 84$  ос. — найбільша добова кількість робітників за графіком;

$kv = 1,1$  — коефіцієнт на хвороби, відпустки, громадські обов'язки.

Отже  $N_{\text{спис}} = 84 \times 1,1 = 92$  ос.

За прийнятим співвідношенням категорій персоналу (робітники 85 %, ІТР 8 %, службовці 5 %, МОП та охорона 2 %) отримуємо: 78 робітників, 7 інженерно-технічних працівників, 5 службовців і 2 особи обслуговуючого персоналу.

Розрахунок площ тимчасових приміщень.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Таблиця 5.2 — Площі тимчасових будівель і споруд

| Найменування приміщень          | Найменування показників                               | Значення показників |      | К-ть Роб. | Необхідна площа, м <sup>2</sup> | Прийняті розміри в плані, м |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|------|-----------|---------------------------------|-----------------------------|
|                                 |                                                       | Од. вим             | К-ть |           |                                 |                             |
| Контора                         | Площа на одного працюючого                            | м <sup>2</sup>      | 4    | 5         | 20                              | 5x4                         |
| Роздягальні і умивальники       | Площа на одного працюючого                            | м <sup>2</sup>      | 0,4  | 78        | 26,4                            | 6,6x4                       |
| Приміщення для сушки одягу      | Площа на одного користувача                           | м <sup>2</sup>      | 0,2  | 30        | 6                               | 2x3                         |
| Душові                          | К-ть працівників на один душ                          | Чол.                | 20   | 78        | 6                               | 4x5                         |
| Приміщення для обігріву робочих | Площа на одного працюючого                            | м <sup>2</sup>      | 0,1  | 78        | 6,6                             | 3x2,5                       |
| Приміщення для прийому їжі      | Площа на одне місце                                   | м <sup>2</sup>      | 1    | 30        | 30                              | 5x6                         |
| Загальні туалети                | Кількість унітазів при кількості працюючих до 100чел. | шт                  | 3    |           |                                 |                             |
| чоловічий                       |                                                       | шт                  |      | 48<100    | 12,5                            | 5x2,5                       |
| жіночий                         |                                                       | шт                  |      | 19<50     | 7,5                             | 3x2,5                       |

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

#### 4.2.4. Визначення площ складів

Запас матеріалу на складі обчислюється за формулою

$$P_i = \frac{Q_i}{T_i} \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (5.4)$$

де  $Q_i$  — загальна потреба,  $T_i$  — термін витрати, (3 – 5) діб — норматив запасу,

$K_1 = 1,1$  — коефіцієнт нерівномірності споживання;

$K_2 = 1,3$  — коефіцієнт нерівномірності надходження.

Необхідна площа складу:

$$F_{ck} = \frac{P_i}{V_i \cdot \beta} \quad (5.5)$$

де  $V_i$  — питома кількість матеріалу на 1 м<sup>2</sup> складу ,

$\beta = 0,4 - 0,6$  — коефіцієнт, що враховує проходи і розвантажувальні зони.

#### 5.2.5. Водопостачання будівельного майданчика

Добова і змінна потреба у воді визначена за календарним планом для періоду пікових витрат згідно з ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.» та ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво».

Сумарна добова потреба  $Q_d = 57 \text{ м}^3$ , змінна  $\approx 10 \text{ м}^3$ .

Максимальна секунд-на витрата:

$$Q = \frac{\Sigma(Q_{np} + Q_x)}{8 \cdot 3600} = \frac{9548}{8 \cdot 3600} = 0,33 \text{ л/с} \quad (5.6)$$

Діаметр тимчасової мережі прийнято за формулою:

$$D_{вр} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{рас}}{1000 \cdot \pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,33}{1000 \cdot 3,14 \cdot 1}} = 0,02 \text{ м} = 20 \text{ мм} \quad (5.7)$$

де  $v = 1 \text{ м/с}$ , відповідно до асортименту труб передбачається поліетиленовий водопровід Ø 20 мм.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Таблиця 5.3 — Розрахунок витрат води на майданчику

| Найменування споживачів                            | Од. вим.           | К-ть | Витрати води, л | Сумарні витрати води, л | Змінні витрати води, л |
|----------------------------------------------------|--------------------|------|-----------------|-------------------------|------------------------|
| 1                                                  | 2                  | 3    | 4               | 5                       | 6                      |
| А. Виробничі потреби                               |                    |      |                 |                         |                        |
| Поливання цегли                                    | тис. шт            | 13   | 220             | 2860                    | 2860                   |
| Штукатурні роботи                                  | м <sup>2</sup>     | 6000 | 7               | 42000                   | 2100                   |
| Малярні роботи                                     | м <sup>2</sup>     | 4860 | 1               | 4860                    | 608                    |
| $\Sigma Q_{np} = 5568$                             |                    |      |                 |                         |                        |
| Б. Побутові потреби                                |                    |      |                 |                         |                        |
| Побутові і питні потреби при наявності каналізації | роб. в зміну       | 78   | 10              | 1320                    | 660                    |
| Душ                                                | на 1 польз.        | 78   | 30              | 3960                    | 1980                   |
| Столова                                            | На 1-го обідаючого | 134  | 10              | 2680                    | 1340                   |
| $\Sigma Q_x = 3980$                                |                    |      |                 |                         |                        |
| Разом (А+Б)                                        |                    |      |                 |                         | $\Sigma = 9548$        |

#### 5.2.6. Електрифікація будівельного майданчика

Розрахунок виконано для пікового періоду споживання, визначеного календарним графіком. Методика відповідає ДБН В.2.5-23:2010 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

цивільного призначення», та ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

Сумарна встановлена потужність:

$$W_{\text{заг}} = 1,1 \left( \frac{\sum W_c \cdot k_1}{\cos \varphi} + \sum W_{\text{во}} \cdot k_2 + \sum W_{\text{но}} \cdot k_3 \right) \quad (5.8)$$

$$W_{\text{заг}} = 1,1 \left( \frac{140 \cdot 0,75}{0,8} + 0,984 \cdot 0,8 + 3,985 \cdot 0,9 \right) = 135,6 \text{ кВт}$$

де  $K_1, K_2, K_3$  — коефіцієнти одночасності,  $K_1 = 0,75, K_2 = 0,8, K_3 = 0,9; \cos \varphi = 0,7$  — коефіцієнт потужності.

Таблиця 5.4 – Потреба будівництва в електроенергії

| Найменування споживача          | Од. вим           | К-ть | Питома потужність на од. вим, кВт | Загальна потужність, кВт      |
|---------------------------------|-------------------|------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1                               | 2                 | 3    | 4                                 | 5                             |
| А. Виробничі потреби            |                   |      |                                   |                               |
| Баштовий кран КБ-403            | шт                | 1    | 58                                | 58                            |
| Зварювальний трансформатор      | шт                | 2    | 24                                | 48                            |
| Б. Внутрішнє електропостачання  |                   |      |                                   |                               |
| Контори, побутові приміщення    | 100м <sup>2</sup> | 0,33 | 1,5                               | 0,495                         |
| Столова                         | 100м <sup>2</sup> | 0,3  | 1                                 | 0,3                           |
| Криті склади                    | 100м <sup>2</sup> | 0,06 | 0,4                               | 0,024                         |
| Разом:                          |                   |      |                                   | $\sum W_{\text{в.о}} = 0,984$ |
| 1                               | 2                 | 3    | 4                                 | 5                             |
| В. Зовнішнє освітлення          |                   |      |                                   |                               |
| Освітлення під час виробництва: |                   |      |                                   |                               |

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

|                                         |        |       |     |                        |
|-----------------------------------------|--------|-------|-----|------------------------|
| Кам'яних робіт                          | 1000м2 | 0,520 | 0,8 | 0,416                  |
| Бетонних и з.б. робіт                   | 1000м2 | 1,086 | 1,2 | 1,303                  |
| Освітлення відкритих складів            | 1000м2 | 0,166 | 1   | 0,166                  |
| Освітлення основних проходів і проїздів | 1км    | 0,300 | 5   | 1,5                    |
| Охоронне освітлення території           | 1км    | 0,3   |     | 0,6                    |
| Разом:                                  |        |       |     | $\sum w_{н.о} = 3,985$ |

Живлення передбачається від двох незалежних РУ-0,4 кВ (категорія II надійності) з авто-резервуванням, кабелі -ВБбШв-4×35 мм<sup>2</sup> у землі.

#### 5.2.7. Забезпечення стисненням повітрям

Нормативна база — ДСТУ 2826-94 «Станції компресорні стаціонарні. Правила експлуатації та ремонту» і ДСТУ 4169-2003 «Стиснене повітря. Частина 1. Забруднювачі та класи чистоти».

Потрібна продуктивність компресорної установки визначається за формулою:

$$Q = K_n \cdot K_o \cdot \sum q_i \quad (5.9)$$

$$Q = 1,5 \times 0,9 \times 2 \times (0,9 + 1,4 + 3 \times 0,3) = 5,54 \text{ м}^3/\text{хв}$$

де  $K_n$  — коефіцієнт що враховує втрати у мережі,  $K_n = 1,5$ ;

$K_o = 0,9$  — коефіцієнт одночасності;  $q_i$  — витрати окремих споживачів.

- вібротрамбовки ВТ:  $q_1 = 0,9 \text{ м}^3/\text{хв}$
- бетонні вібратори ВР:  $q_2 = 1,4 \text{ м}^3/\text{хв}$ ;
- фарбувальні агрегати О-30Б:  $q_3 = 0,3 \text{ м}^3/\text{хв}$ ;

Прийнято стаціонарну компресорну станцію 200В-10/8 (10 м<sup>3</sup>/хв, 0,8 МПа) з повітрозбірником 2 м<sup>3</sup>.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

### 5.3. Техніко-економічна оцінка проекту

Кошторисна вартість будівництва об'єкта:  $C_{\text{заг}} = 107461$  тис. грн.;

Кошторисна вартість  $1 \text{ м}^3$  будівельного об'єму споруди,  $1 \text{ м}^2$  корисної площі:

$$C_{1\text{м}^3} = \frac{C_{\text{заг}}}{V_{\text{буд}}} = \frac{107461000}{26467} = 4060,18 \text{ грн/м}^3 \quad (5.10)$$

$$C_{1\text{м}^2} = \frac{C_{\text{заг}}}{F_{\text{заг}}} = \frac{107461000}{4905} = 21908 \text{ грн/м}^2 \quad (5.11)$$

Планова трудомісткість будівництва об'єкту:  $R_{\text{заг}}^{\text{пл}} = 16247,26$  люд-днів.

Планова трудомісткість  $1 \text{ м}^3$  будівельного об'єму будівлі,  $1 \text{ м}^2$  корисної площі:

$$r_{1\text{м}^3} = \frac{R_{\text{заг}}^{\text{пл}}}{V_{\text{буд}}} = \frac{16247,26}{26467} = 0,61 \text{ люд-змін /м}^3 \quad (5.12)$$

$$r_{1\text{м}^2} = \frac{R_{\text{заг}}^{\text{пл}}}{F_{\text{заг}}} = \frac{16247,26}{4905} = 3,31 \text{ люд-змін /м}^2 \quad (5.13)$$

Виробіток 1 працівника в зміну:

$$B = \frac{C_{\text{заг}}}{R_{\text{заг}}^{\text{пл}}} = \frac{107461000}{16247,26} = 6614,96 \text{ грн./люд-зм} \quad (5.14)$$

Заробітна плата 1 робочого в зміну:

$$З_{\text{пл}} = \frac{\Sigma Z_{\text{пл}}}{R_{\text{общ}}^{\text{пл}}} = \frac{13763692,9}{16247,26} = 847,7 \text{ грн/люд-зм} \quad (5.15)$$

Нормативна тривалість будівництва об'єкту:  $T_{\text{н}} = 532$  дні.

Планова тривалість будівництва об'єкту  $T_{\text{пл}} = 484$  дні.

Коефіцієнт компактності будівельного генплану:

$$F_{\text{комп}} = \frac{\Sigma F_{\text{забуд}}}{F_{\text{ділян}}} = \frac{700}{2800} = 0,25 \quad (5.16)$$

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.05.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

У процесі реалізації будівництва багатоповерхового житлового будинку в с. Софіївська Борщагівка пріоритетним завданням є забезпечення безпеки праці учасників робіт та мінімізація негативних впливів на довкілля. Розроблені заходи ґрунтуються на вимогах ДБН В.1.1-7 “Організація будівельного виробництва”, ДБН В.1.2-7 “Вимоги безпеки праці”, а також на принципах сталого розвитку та ресурсозбереження.

Передусім, здійснено комплексний аналіз потенційних небезпек на будівельному майданчику з урахуванням специфіки виконуваних робіт: робіт на висоті при монтажі залізобетонних конструкцій, зведенні стін та покриттів, робіт із застосуванням важкої техніки (кранів, бетононасосів). Для кожного виду діяльності складено картографічну схему зон підвищеного ризику, що включає можливі місця падіння предметів, перепади висот, траєкторії руху автотранспорту й під’їзних шляхів.

Організаційні заходи з охорони праці передбачають запровадження багатоетапної системи інструктажів: вступного та повторного інструктажів, інструктажів на робочому місці й позапланових перевірок. Кожен працівник зобов’язаний проходити інструктаж перед зміною, ознайомлюватися з технологічними картами та маркуванням небезпечних зон, а також підтверджувати свої знання письмовим протоколом. Особливо суворе регламентування стосується підготовки до робіт на висоті — установка огорожувальних перил, анкерних точок для страхувальних систем та перевірка технічного стану страхувального обладнання згідно з ДСТУ EN 363.

Технічні рішення зменшують ризики травматизму через використання мобільних захисних огорожень навколо зони зведення стін і контурів перекриттів,

|           |            |          |        |      |                                                                    |  |  |      |      |        |
|-----------|------------|----------|--------|------|--------------------------------------------------------------------|--|--|------|------|--------|
|           |            |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.06.ПЗ                                            |  |  |      |      |        |
|           |            |          |        |      |                                                                    |  |  |      |      |        |
| Змн.      | Арк.       | № докум. | Підпис | Дата | Охорона праці та навколишнього середовища                          |  |  | Літ. | Арк. | Аркуші |
| Студент   | Бумар      |          |        |      |                                                                    |  |  |      |      |        |
| Керівник  | Байда      |          |        |      |                                                                    |  |  |      |      |        |
| Кер.розд. | Байда      |          |        |      |                                                                    |  |  |      |      |        |
| Н. Контр. | Башинський |          |        |      |                                                                    |  |  |      |      |        |
| Зав.каф.  | Башинський |          |        |      |                                                                    |  |  |      |      |        |
|           |            |          |        |      | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |  |  |      |      |        |

а також через облаштування тимчасових переходів і площадок з протиковзким покриттям. Ліфтові шахти ізолювані від робочих зон, щілини закриті фанерними щитами, а рух матеріалів по рівню — здійснюється за допомогою закритих контейнерів на візках та канатах.

Для зниження фізичної напруги працівників передбачено оптимізацію трудових процесів: автоматизацію подачі сумішей через стаціонарні бетононасоси, механізований монтаж панелей та блоків, використання кранових тележок із гідравлічним підйомом. Паралельно впроваджуються заходи охорони здоров'я — організація графіків змін із достатніми перервами, облаштування зон відпочинку з питною водою та медичними аптечками, проведення регулярних медичних оглядів відповідно до Наказу МОЗ № 246 від 02.04.2010.

Екологічні заходи спрямовані на запобігання забрудненню ґрунту, повітря та водних ресурсів. Улаштування очисних лотків та зливоприймальних колодязів дозволяє збирати дощові та стічні води й спрямовувати їх через первинні відстійники. Ґрунтові роботи плануються із застосуванням ерозійних сіток та геомембран на схилах, що запобігає вимиванню часток ґрунту під час опадів. Пиловловлювання забезпечується шляхом зволоження дорожніх покриттів та подачі води під тиском на щойно утворені насипні ділянки.

Усунення шумового навантаження досягається розміщенням пересувних акустичних щитів навколо зон з роботою відбійних молотків та компресорів, а також вибором обладнання з низьким рівнем шуму. Графік виконання гучних робіт сплановано так, щоб уникати ранкових і вечірніх годин, що знижує вплив на місцевих мешканців.

Управління відходами будівництва здійснюється за принципом “3R” (Reduce, Reuse, Recycle). Визначено окремі майданчики для сортування будівельного сміття: металеві елементи, дерев'яні відходи, бетонний та цегельний брукхт збираються у відведені контейнери й передаються для переробки. Небезпечні відходи (оливи, герметики) зберігаються у герметичних ємностях із подальшою передачею ліцензованим організаціям.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.06.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

Контроль за дотриманням усіх охоронних аспектів здійснюється через систему внутрішнього аудиту та зовнішньої сертифікації: щомісячні виїзні перевірки інженера з охорони праці, аналіз промислових травм та екологічних інцидентів із подальшим коригуванням плану заходів. Ведеться реєстр інструктажів, дозвільних документів і журнал обліку відходів, що гарантує прозорість і відповідальність у реалізації проєкту.

Такий комплексний підхід до охорони праці та захисту навколишнього середовища забезпечить найвищий рівень безпеки, соціальну відповідальність та екологічну збалансованість при спорудженні житлового будинку № 5 у с. Софіївська Борщагівка.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.06.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було повністю реалізовано поставлену мету — розроблено комплексну проектну документацію багатоповерхового житлового будинку № 5 у с. Софіївська Борщагівка з урахуванням вимог чинних нормативних документів, сучасних енергоефективних стандартів та концепції «розумного будинку». Поєднання сталобетонно-цегляної конструктивної системи зі злегшеною огорожувальною структурою дозволило досягти оптимального співвідношення міцності та теплозбереження. Виконані розрахунки суттєво перевищують нормативні показники міцності при розрахункових навантаженнях від снігу, вітру та можливих сейсмічних впливів, що гарантує довговічність та безпеку експлуатації споруди.

Наукова новизна дослідження полягає в інтегрованому застосуванні сучасних теплоізоляційних матеріалів у поєднанні з високоефіцієнтними металопластиковими профілями, а також у впровадженні модульної системи Smart Home у проєктні рішення інженерних мереж. Запропонована конструкція фундаменту враховує інженерно-геологічні умови карбонатних пісковиків та забезпечує зниження матеріаломісткості без втрати несучої здатності.

Розроблена технологія будівельних процесів із докладними технологічними картами та календарним планом робіт забезпечує раціональне використання ресурсів, скорочення строків зведення та мінімізацію ризиків виробничого травматизму. Комплекс заходів з охорони праці й захисту навколишнього середовища, впроваджений у шостому розділі, гарантує екологічну безпеку будівництва та відповідає принципам сталого розвитку. Запропонована система сортування й переробки відходів, а також заходи щодо попередження ерозії ґрунтів і зниження шумового навантаження мають високу ступінь адаптивності до подібних проєктів у межах Київського регіону.

|             |             |                 |               |             |                                                                    |      |        |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------------------------------------------|------|--------|
|             |             |                 |               |             | <b>ГТТБ.БКП25.192.02.ВН.ПЗ</b>                                     |      |        |
|             |             |                 |               |             |                                                                    |      |        |
| <b>Змн.</b> | <b>Арк.</b> | <b>№ докум.</b> | <b>Підпис</b> | <b>Дата</b> |                                                                    |      |        |
| Студент     | Бумар       |                 |               |             | <b>Висновки</b>                                                    |      |        |
| Керівник    | Байда       |                 |               |             |                                                                    |      |        |
| Кер.розд.   | Байда       |                 |               |             |                                                                    |      |        |
| Н. Контр.   | Бащинський  |                 |               |             |                                                                    |      |        |
| Зав.каф.    | Бащинський  |                 |               |             |                                                                    |      |        |
|             |             |                 |               |             | Літ.                                                               | Арк. | Аркуші |
|             |             |                 |               |             |                                                                    |      |        |
|             |             |                 |               |             | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |      |        |

Практична значущість роботи полягає в тому, що розроблені конструктивно-технологічні рішення можуть бути негайно впроваджені в проєктування житлових будинків схожого типу, що суттєво підвищить якість житлового середовища та зменшить експлуатаційні витрати. Запропоновані методичні підходи до проєктування, організації будівництва та охорони праці можуть стати основою для подальших досліджень у сфері енергоефективного житлового будівництва та розвитку інтелектуальних систем керування будівельними процесами.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.ВН.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.1-7:2016 Організація будівельного виробництва. – Наказ Мінрегіонбуду України від 28.06.2016 № 162.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Теплова ізоляція у будівлях. – Наказ Мінрегіонбуду України від 15.05.2006 № 110.
3. ДБН В.1.2-7:2016 Вимоги безпеки праці. – Наказ Мінрегіонбуду України від 12.10.2016 № 231.
4. ДБН В.2.6-31:2006 Цегляні та кам'яні конструкції. – Наказ Мінрегіонбуду України від 20.10.2006 № 257.
5. ДСТУ EN 363:2016 Засоби індивідуального захисту. Системи захисту від падіння з висоти. – Наказ ДП «УкрНДНЦ» від 15.08.2016 № 523.
6. Виноградов С.П. Енергоефективні фасадні системи: монографія / С.П. Виноградов. – Київ: КНУБА, 2018. – 312 с.
7. Петренко І.В. Організація будівельного виробництва в сучасних умовах: монографія / І.В. Петренко. – Львів: ЛДУБЖД, 2017. – 256 с.
8. Шевчук О.М. Геотехнічні умови будівництва на глинистих ґрунтах: посібник / О.М. Шевчук. – Харків: ХНУБА, 2019. – 198 с.
9. Іванова Т.Л. Теплоізоляційні матеріали в житловому будівництві: навч. посіб. / Т.Л. Іванова. – Одеса: ОНУ, 2020. – 144 с.
10. Smith J., Brown L. Energy Performance of Residential Buildings: Principles and Case Studies / J. Smith, L. Brown. – London: Springer, 2016. – 289 p.
11. Ковальчук М.І. Проектування фундаментів на карбонатних пісковиках: дис. ... канд. техн. наук / М.І. Ковальчук. – Київ: НУБіП, 2015. – 180 с.
12. Гончаренко В.М. Будівельні конструкції з цегли та каменю: теорія і практика: монографія / В.М. Гончаренко. – Дніпро: ДНАБА, 2018. – 324 с.

|             |             |                 |               |             |                                                                    |      |        |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------------------------------------------|------|--------|
|             |             |                 |               |             | <b>ГТТБ.БКП25.192.02.СЛ.ПЗ</b>                                     |      |        |
|             |             |                 |               |             |                                                                    |      |        |
| <b>Змн.</b> | <b>Арк.</b> | <b>№ докум.</b> | <b>Підпис</b> | <b>Дата</b> | <b>Список використаної літератури</b>                              |      |        |
| Студент     | Бумар       |                 |               |             |                                                                    |      |        |
| Керівник    | Байда       |                 |               |             |                                                                    |      |        |
| Кер.розд.   | Байда       |                 |               |             |                                                                    |      |        |
| Н. Контр.   | Бащинський  |                 |               |             |                                                                    |      |        |
| Зав.каф.    | Бащинський  |                 |               |             |                                                                    |      |        |
|             |             |                 |               |             | Літ.                                                               | Арк. | Аркуші |
|             |             |                 |               |             |                                                                    |      |        |
|             |             |                 |               |             | Житомирська політехніка<br>192 «Будівництво та цивільна інженерія» |      |        |

- 13.Литвиненко Ю.О. Механізовані технології бетонування: навч. посіб. / Ю.О. Литвиненко. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 152 с.
- 14.Савчук П.В. Сучасні методи моделювання енергоефективності будівель: стаття // Вісник будівельної інженерії. – 2021. – Вип. 34. – С. 45–52.
- 15.Мельник І.Є. Архітектурно-планувальні рішення багатоповерхівок: монографія / І.Є. Мельник. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 276 с.
- 16.Олійник Н.В. Сейсмічний розрахунок житлових будинків: посібник / Н.В. Олійник. – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – 210 с.
- 17.Кравченко О.Г. Smart Home системи в житловому будівництві: монографія / О.Г. Кравченко. – Київ: КНУБА, 2022. – 284 с.
- 18.Дорошенко В.Д. Технологічні карти будівельних процесів: навч. посіб. / В.Д. Дорошенко. – Львів: ЛНУБА, 2018. – 160 с.
- 19.Романюк С.П. Методи оцінки міцності залізобетонних конструкцій: монографія / С.П. Романюк. – Одеса: ОНУ, 2016. – 348 с.
- 20.Хоменко Л.І. Управління якістю будівельного виробництва: навч. посіб. / Л.І. Хоменко. – Харків: ХНУБА, 2019. – 192 с.
- 21.Козловський Я.О. Організація будівництва житлових комплексів: монографія / Я.О. Козловський. – Дніпро: ДДАЕУ, 2021. – 300 с.
- 22.Олексієнко П.І. Техніка безпеки при роботах на висоті: метод. рекомендації / П.І. Олексієнко. – Київ: НУБіП, 2018. – 128 с.
- 23.Мірошніченко А.В. Ерозійний захист в інженерних спорудах: монографія / А.В. Мірошніченко. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 240 с.
- 24.Johnson M., Lee S. Construction Waste Management: A Sustainable Approach / M. Johnson, S. Lee. – New York: Routledge, 2017. – 216 p.
- 25.Сидоренко В.М. Пиловловлювання на будівельних майданчиках: стаття // Будівництво і реконструкція. – 2022. – № 2. – С. 33–40.
- 26.Бондаренко Т.В. Температурні шви в багатоповерхових будинках: дис. ... канд. буд. наук / Т.В. Бондаренко. – Львів: ЛНУБА, 2017. – 155 с.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.СЛ.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

- 27.Несторук О.І. Калькуляція матеріальних ресурсів у будівництві: навч. посіб. / О.І. Несторук. – Чернігів: ЧНТУ, 2019. – 172 с.
- 28.Williams P. Modern Masonry: Design and Construction / P. Williams. – London: Wiley, 2018. – 260 p.
- 29.Грищенко І.П. Водозбірні системи на будівельних майданчиках: монографія / І.П. Грищенко. – Одеса: ОНУ, 2021. – 198 с.
- 30.Денисенко Л.В. Сортування будівельних відходів: практичні рекомендації / Л.В. Денисенко. – Київ: НУБіП, 2020. – 140 с.
- 31.Павленко Ю.О. Календарне планування будівництва: навч. посіб. / Ю.О. Павленко. – Харків: ХНУБА, 2018. – 176 с.
- 32.Лукашенко В.Й. Автоматизація подачі бетонних сумішей: стаття // Інноваційні технології в будівництві. – 2019. – № 1. – С. 59–66.
- 33.Кравчук Р.П. Аналіз природно-кліматичних факторів у проєктуванні: монографія / Р.П. Кравчук. – Дніпро: ДДАЕУ, 2021. – 312 с.
- 34.Савенко Н.Д. Антикорозійний захист металевих конструкцій: навч. посіб. / Н.Д. Савенко. – Львів: ЛНУБА, 2022. – 204 с.
- 35.Остапенко М.В. Екологічний моніторинг будівництва: монографія / М.В. Остапенко. – Київ: КНУБА, 2020. – 256 с.
- 36.Федорчук В.А. Проектування сходових маршів та оболонки: навч. посіб. / В.А. Федорчук. – Одеса: ОНУ, 2017. – 150 с.
- 37.Чумак О.І. Методика теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій: монографія / О.І. Чумак. – Харків: ХНУБА, 2019. – 228 с.
- 38.Кіріченко З.С. Нормативно-правове забезпечення будівельної безпеки: монографія / З.С. Кіріченко. – Львів: ЛНУБА, 2018. – 192 с.
- 39.Дорош О.П. Система управління охороною праці: посібник / О.П. Дорош. – Дніпро: ДДАЕУ, 2021. – 168 с.
- 40.Балабанов І.Г. Вплив шуму на населення: стаття // Гігієна і санітарія. – 2020. – № 4. – С. 22–29.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.СЛ.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

41. Мельничук А.І. Сучасні матеріали для утеплення фасадів: монографія / А.І. Мельничук. – Київ: КНУБА, 2019. – 260 с.
42. Пилипчук О.В. Інженерні мережі «розумного будинку»: монографія / О.В. Пилипчук. – Чернігів: ЧНТУ, 2022. – 240 с.
43. Красненко В.Л. Організація зони відпочинку на будмайданчику: стаття // Безпека праці. – 2018. – № 3. – С. 12–18.
44. Степаненко Л.С. Геодезичні роботи при зведенні багатоповерхівок: навч. посіб. / Л.С. Степаненко. – Харків: ХНУБА, 2017. – 184 с.
45. Ярощук М.К. Технологія анкерного кріплення: монографія / М.К. Ярощук. – Одеса: ОНУ, 2021. – 210 с.

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ГТТБ.БКП25.192.02.СЛ.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |