

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

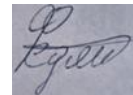
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

**Кафедра технології та організації будівельного виробництва**

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

### **ЗВЕДЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ У ХАРКОВІ**

Розробив: студент IV курсу, групи БтаЦІ 2022-1  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»  
Федяй Роман Сергійович



Керівник: к.т.н., доц. Говоруха І.В. 

Рецензент: к.т.н., доц. Бутнік С.В. 

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

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

Завідувач кафедри технології та  
організації будівельного виробництва

д.т.н., проф. Шумаков І. В.



”\_01”\_\_\_\_\_06\_\_\_\_\_2026 року

**ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

***Федяй Роман Сергійович***

Спеціальність: *192 Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення багатопверхового житлового будинку  
у Харкові затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
№ 447-03 від 26.05.2026*

Термін подання завершеної роботи на кафедру “16” червня 2026 р.

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

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



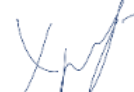
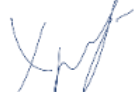








Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: Генеральний план, план поверху, розріз, план  
покрівлі, фасади – 2л.;

- розрахунково-конструктивна частина: конструювання пальового фундаменту,  
інженерно-геологічний переріз –1л.; конструювання колони – 1л.;

- технологічні рішення та організація будівництва: технологічна карта на  
зведення типового поверху–1л.; технологічна карта на улаштування  
буронабивних паль–1л.

## КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

| Розділ   | Прізвище,<br>ініціали та<br>посада<br>консультанта | Підпис, дата  |   |   |
|--|--|---|---|---|
|  |  | завдання<br>видав   | завдання<br>прийняв   |   |
| 1. Архітектурно-будівельна частина                 | Казімагомедов<br>Ф.І. к.т.н. доц.                  |    |    |   |
| 2. Розрахунково-конструктивна частина              | Розрахунок підземної частини об'єкту               | Храпатова І.В.<br>к.т.н. доц.   |    |  |
|  | Розрахунок надземної частини об'єкту               | Бутенко С.В.<br>к.т.н. доц.   |    |  |
| 3. Технологічні рішення та організація будівництва | Говоруха І.В.<br>к.т.н. доц.                       |    |    |   |
| 4. Охорона праці                                   | Косенко Н.О.<br>к.т.н. доц.                        |   |   |   |
| Нормоконтроль                                      | Зінов'єва О.М.                                     |  |  |   |

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

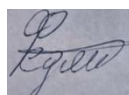
| Назва етапів роботи                                | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|--|-------------------------------|----------|
| 1. Архітектурно-будівельна частина                 | 28.05.2026-01.06.2026         | виконано |
| 2. Розрахунково-конструктивна частина              | 02.06.2026-08.06.2026         | виконано |
| 3. Технологічні рішення та організація будівництва | 09.06.2026-12.06.2026         | виконано |
| 4. Охорона праці                                   | 15.06.2026-16.06.2026         | виконано |

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_



к.т.н., доц. Говоруха І.В.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_



Федяй Р.С.

Дата видачі завдання “27” травня 2026 р.

## Зміст

|   |  |
|---|--|
| Вступ.....  | 7                                      |
| Розділ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....          | 9                                      |
| 1.1 Вихідні дані .....                                  | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.1.1 Характеристика об'єкта .....                      | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі... ..           | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.2.1 Техніко-економічні показники: .....               | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.3 Основні техніко-економічні показники генплану ..... | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4 Архітектурно-конструктивне рішення... ..            | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.1. Колони .....                                     | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.2. Внутрішні стіни .....                            | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.3. Фундаменти .....                                 | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.4. Зовнішні стіни .....                             | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.5. Стіни ліфтових шахт .....                        | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.6. Конструкції перекриттів .....                    | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.7. Конструкції покриття .....                       | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.8. Водопостачання.....                              | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.9. Покрівля.....                                    | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.10. Телекомунікаційні мережі .....                  | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.11. Каналізація.....                                | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.12. Електропостачання.....                          | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.13. Підлоги.....                                    | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.14. Вікна, двері .....                              | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.15. Опалення.....                                   | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.16. Внутрішнє опорядження .....                     | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.17. Вентиляція .....                                | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.4.18. Інші конструкції .....                          | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.5. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни .....   | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 1.5.1 Вихідні дані: .....                               | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА .....      | 17                                     |

|   |   |  |
|---|---|--|
| 2.1.1   | Вихідні дані .....  | 17                                     |
| 2.1.2   | Визначення інженерно-геологічних умов будівельної площадки .....              | 18                                     |
| 2.1.3   | Збір навантаження .....   | 21                                     |
| 2.1.3.1   | Визначення ваги покрівлі на 1 м <sup>2</sup> .....                            | 21                                     |
| 2.1.3.2   | Визначення ваги горищного перекриття на 1 м <sup>2</sup> .....                | 21                                     |
| 2.1.3.3   | Визначення ваги міжповерхового перекриття на 1 м <sup>2</sup> по осі 2-4..... | 22                                     |
| 2.1.3.4   | Визначення ваги над підвального перекриття на 1 м <sup>2</sup> .....          | 23                                     |
| 2.1.3.5   | Визначення ваги конструкції стіни на 1 м <sup>2</sup> .....                   | 23                                     |
| 2.1.4   | Розрахунок буронабивної палі (Варіант 1) .....                                | 24                                     |
| 2.1.4.1   | Визначення несучої спроможності палі .....                                    | 24                                     |
| 2.1.4.2   | Розрахунок основи пальового фундаменту за деформаціями.....                   | 26                                     |
| 2.1.4.3   | Розрахунок осадки фундаменту.....   | 27                                     |
| 2.2   | Розрахунок наземної частини об'єкта .....                                     | 29                                     |
| 2.2.1   | Розрахунок і конструювання монолітної колони .....                            | 29                                     |
| 2.2.1.1   | Збір навантажень .....  | 29                                     |
| 2.2.2   | Розрахунок колони з симетричним армуванням .....                              | 36                                     |
| 2.2.2.1   | Розрахунок колони типового поверху.....                                       | 37                                     |
| РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ..... |   | 43                                     |
| 3.1   | Організація підготовчого періоду .....  | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.2   | Технологічна карта на влаштування буронабивних паль .....                     | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.3   | Організація та технологія робіт .....   | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.3.1   | Підготовчі роботи.....  | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.3.2   | Основні технологічні процеси.....   | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.3.3   | Вибір машин та механізмів.....  | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.3.4   | Контроль якості .....   | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.3.5   | Охорона праці.....  | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.4   | Технологічна карта на зведення типового поверху... ..                         | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.5   | Влаштування залізобетонного каркаса ..  | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.5.1   | Вибір монтажного крана .....  | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| 3.7   | Будівельний генеральний план.....   | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |

|   |  |
|---|--|
| 3.8 Охорона праці.....  | <b>Помилка! Закладку не визначено.</b> |
| РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....  | 56                                     |
| 4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні .....                   | 56                                     |
| 4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек.....                  | 57                                     |
| 4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек .....                  | 59                                     |
| 4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів. 60 |  |
| 4.4.1 Заходи безпеки в умовах військової агресії.....                         | 62                                     |
| 4.5 Висновки.....   | 63                                     |
| Список літератури.....  | 65                                     |

## Вступ

Житлове будівництво залишається однією з пріоритетних галузей будівельної індустрії України, а в умовах повоєнного відновлення міст його роль набуває особливого значення. Зростання потреби населення у сучасному, комфортному та енергоефективному житлі зумовлює необхідність зведення багатоповерхових житлових будинків, які поєднують високу щільність забудови з раціональним використанням міської території. Для великих міст, зокрема для Харкова, актуальним є будівництво багатоповерхових каркасно-монолітних будівель, що відзначаються надійністю, довговічністю та архітектурною виразністю.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розроблення проєкту зведення багатоповерхового житлового будинку у місті Харкові з опрацюванням архітектурно-будівельних, розрахунково-конструктивних та технологічних рішень, що відповідають чинним нормативним вимогам.

Об'єктом проєктування є 16-поверховий каркасно-монолітний житловий будинок, розташований на проспекті Льва Ландау в місті Харкові. Будівля в плані має розміри в осях  $26,9 \times 53,35$  м з умовною висотою 46,05 м. Несучу систему запроектовано у вигляді залізобетонного монолітного каркаса з огорожувальними конструкціями з газобетонних блоків та керамічної цегли, а фундамент влаштовано на буронабивних палях з урахуванням інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. Об'єкт належить до класу наслідків (відповідальності) СС2 згідно з ДБН В.1.2-2:2006, має I ступінь вогнестійкості та розрахований на тривалість експлуатації 100 років.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі завдання:

- розроблення архітектурно-будівельної частини, що включає об'ємно-планувальні й архітектурно-конструктивні рішення будівлі та теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни;
- виконання розрахунково-конструктивної частини, а саме збору навантажень, визначення інженерно-геологічних умов майданчика, розрахунку буронабивної палі та основи пальового фундаменту, а також розрахунку і конструювання монолітної колони;

- опрацювання технологічних рішень та організації будівництва з розробленням технологічних карт на зведення типового поверху та влаштування буронабивних паль;
- розгляд питань охорони праці й безпеки виконання будівельно-монтажних робіт.

## Розділ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Вихідні дані

#### 1.1.1 Характеристика об'єкта

Будівельний майданчик розташований у місті Харкові, на бульварі Льва Ландау.

Згідно з кліматичним зонуванням, місце розташування будівлі відноситься до вітрової зони II (Харків), а тип місцевості IV (забудована міська територія із середньою висотою перешкод понад 15 м). Характерне значення тиску вітру для вітрової зони II становить 430 Па. Льодове навантаження приймається як для вітрової зони III.

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021, територія, на якій буде зведено будівлю, належить до першої температурної зони. Стандартна глибина промерзання ґрунту становить 1,6 м. Розрахункова температура зовнішнього повітря, визначена в тому ж ДБН В.2.6-31:2021 (середня температура найхолоднішого п'ятиденного періоду), становить  $-22$  °С. Відносна вологість зовнішнього повітря, що перевищує 85 відсотків, спостерігається лише протягом кількох тижнів на рік. Сейсмічна активність на ділянці не перевищує 6 балів. Клас наслідків (відповідальності) визначено як СС2 - помірні наслідки (ДБН В.1.2-2:2006). Будівля віднесена до класу вогнестійкості I: зовнішні стіни зведені з газобетонних блоків, а перекриття та підлоги з монолітних залізобетонних плит (ДБН В.2.2-9:2018). Клас довговічності I, з розрахунковим терміном експлуатації 100 років.

#### 1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі

У плані будівля має розміри  $26,9 \times 53,35$  м. Висота першого поверху становить 3,6 м; висота поверхів з 2-го по 15-й та технічного поверху 2,8 м, а висота підвалу 2,65 м. Підземний паркінг має розміри  $78 \times 36$  м і поділений на дві секції. Перша секція також слугує підвалом будівлі, тоді як друга відокремлена деформаційним швом, а її верхній рівень використовується як сервісна платформа. Доступ до підземного рівня забезпечується через два в'їзди для автомобілів, а також сходами та ліфтами. Ліфт, а також системи вентиляції та кондиціонування повітря встановлені на технічному поверсі. Зона входу спроектована з урахуванням вимог щодо доступності для людей з обмеженою мобільністю завдяки пандусам та вантажним ліфтам.

### 1.2.1 Техніко-економічні показники:

Площа забудови 64,2 м<sup>2</sup>

Будівельний об'єм 37,25 м<sup>3</sup>

Загальна площа 72,16 м<sup>2</sup>

Корисна площа 32,16 м<sup>2</sup>

Генеральний план цієї ділянки складено в масштабі 1:800 відповідно до чинних норм містобудування, санітарії та гігієни, охорони навколишнього середовища та пожежної безпеки. План ділянки забезпечує відповідне функціональне зонування, раціональне землекористування та дотримання нормативних вимог щодо сонячного освітлення, вентиляції та безпечної експлуатації будівель.

Запропонований 16-поверховий житловий будинок (пункт 1) розташований у центральній частині ділянки; його розташування визначено з урахуванням орієнтації на сторони світу, дотримання встановлених законом відстаней від існуючих будівель та раціонального розміщення транспортних і пішохідних шляхів.

На ділянці також знаходиться існуючий приватний житловий будинок (пункт 2), який було збережено та органічно інтегровано в загальну структуру планування без порушення нормативних відстаней або експлуатаційних умов.

Значна частина ділянки залишена під зелені насадження (пункт 3), що включають існуючі насадження, які виконують санітарні, захисні, рекреаційні та мікрокліматичні функції. Зелені насадження сприяють зниженню рівня шуму, поліпшенню якості повітря та створенню сприятливих умов для проживання.

У західній частині ділянки розташований стадіон (пункт 4) із футбольним полем, біговою доріжкою та супутніми об'єктами. Поруч із ним заплановано облаштування спортивного майданчика (пункт 5), будівництво якого передбачено на другому етапі.

Транспортний план було розроблено з метою забезпечення безперешкодного доступу до будівель та споруд, у тому числі для пожежних машин та спеціалізованих транспортних засобів. План передбачає будівництво під'їзних доріг, внутрішніх дворових доріг та пішохідних доріжок, які разом утворюють єдину мережу, що з'єднує функціональні зони.

Інженерна інфраструктура території включає прокладку та монтаж необхідних інженерних мереж. На території розташована трансформаторна підстанція, що забезпечує надійне електропостачання будівель.

Благоустрій території передбачає створення газонів, висаджування дерев і чагарників, облаштування рекреаційних зон та встановлення елементів малого архітектурного оформлення відповідно до функціонального призначення окремих ділянок.

### 1.3 Основні техніко-економічні показники генплану

- Площа забудови 558,71 м<sup>2</sup>;
- Умовна висота будівлі 46,05 м;
- Будівельний об'єм 28753,62 м<sup>3</sup>.

### 1.4 Архітектурно-конструктивне рішення

Багатоквартирний житловий будинок підпадає під другий рівень відповідальності, який передбачає більш суворі вимоги щодо конструктивної надійності, якості будівельних матеріалів та рівня виконання робіт. Цей рівень відповідальності вимагає суворого контролю за дотриманням проектних умов та будівельних норм з метою забезпечення безпечної експлуатації будівлі та комфортних умов проживання її мешканців.

#### 1.4.1. Колони

Усі колони влаштовано з монолітного залізобетону. Відомості про їх армування та перерізи наведено в розділі II «Конструктивні рішення».

#### 1.4.2. Внутрішні стіни

Залежно від свого призначення внутрішні стіни будівлі поділяються на дві основні категорії:

- Несучі стіни - фундаментні стіни, стіни ліфтових та сходових шахт, а також вентиляційні шахти, що будуються з монолітного залізобетону та силікатної цегли. Вони приймають на себе основні вертикальні та горизонтальні навантаження і забезпечують загальну стійкість споруди.

- Ненесучі (перегородкові) стіни розділяють внутрішній простір будівлі та будуються з порожнистої керамічної цегли, газобетонних блоків або гіпсокартонних систем. Вони не несуть основних конструктивних навантажень,

але призначені для зонування приміщень та визначення внутрішнього планування.

#### 1.4.3. Фундаменти

Фундамент будівлі складається із залізобетонних зовнішніх стін та монолітної фундаментної плити, що спирається на палі. Така конструкція забезпечує рівномірне передавання навантажень від будівлі на ґрунт, підвищує жорсткість і стійкість фундаментної системи, а також дозволяє їй ефективно функціонувати на різних типах ґрунтів і запобігає нерівномірній осіданні споруди.

#### 1.4.4. Зовнішні стіни

Зовнішні стіни слугують для огороження та захисту будівель від впливу навколишнього середовища, а також для передачі навантажень від перекриттів і дахів на фундаменти. З конструктивної точки зору вони виконують функцію самонесучих огорожувальних конструкцій.

#### 1.4.5. Стіни ліфтових шахт

Для стін ліфтової шахти використано збірні залізобетонні панелі товщиною 120 мм та 140 мм; вони виконують функцію основних огорожувальних та несучих елементів. Ці панелі мають необхідну міцність, стійкість до деформацій та теплотехнічні характеристики, а їх заводське виготовлення прискорює монтаж.

#### 1.4.6. Конструкції перекриттів

Балки перекриття виконані у вигляді монолітних плит без головної балки товщиною 200 мм, що забезпечують необхідну просторову жорсткість та рівномірний розподіл навантажень між вертикальними елементами каркаса. Стовпи мають фланцеві поперечні перерізи різних розмірів, зокрема 300×300, 750×250, 1000×250, 1200×250 та 1350×250 мм. Різноманітність розмірів поперечного перерізу зумовлена конструктивними вимогами та специфічними несучими характеристиками в різних зонах будівлі.

#### 1.4.7. Конструкції покриття

Покрівля складається з плоских збірних залізобетонних плит товщиною 140 мм, які є основними елементами конструкції даху та забезпечують достатню міцність, жорсткість і надійність. Оскільки ці плити виготовляються на заводі,

вони мають стабільні геометричні розміри та високоякісну обробку поверхні, що прискорює монтаж та подальші оздоблювальні роботи.

#### 1.4.8. Водопостачання

Будівля забезпечується водою з магістральних мереж. Проект передбачає систему подачі холодної води з тупиковим відгалуженням. Для обліку споживання води передбачено водолічильний вузол з лічильником LVOK-15. Внутрішні мережі холодного та гарячого водопостачання виконані з металопластикових труб. Вода для гарячого водопостачання нагрівається в комбінованих котлах.

#### 1.4.9. Покрівля

Дах будівлі спроектовано як плоский дах із використанням інтегрованої конструктивної системи, в якій несучий шар працює у поєднанні з покриттям із рулонних бітумних матеріалів. Такий тип даху забезпечує надійну гідроізоляцію, простий у монтажі та забезпечує ефективний захист від атмосферних впливів, водночас забезпечуючи ефективний відвід води та спрощуючи обслуговування поверхні даху.

#### 1.4.10. Телекомунікаційні мережі

Телефонні та телекомунікаційні мережі будівлі передбачають прокладення кабельної лінії напругою 0,4 кВ із використанням самонесучого ізольованого провідника (SIP) площею поперечного перерізу  $4 \times 16 \text{ мм}^2$ . Наявні телефонні лінії забезпечують надання телефонних та телекомунікаційних послуг, гарантуючи інтеграцію сучасних засобів зв'язку та необхідний рівень підключення для користувачів.

#### 1.4.11. Каналізація

Система водовідведення будівлі підключена до центральної міської каналізаційної мережі. Внутрішня система водовідведення складається з поліпропіленових труб з профільованими стінками, що відповідають європейському стандарту prEN13476-1 та технічним умовам АТ/2006-02-1584. Труби та фітинги для зовнішньої системи водовідведення виготовлені з ПВХ.

#### 1.4.12. Електропостачання

Будівля забезпечується електроенергією від електромережі. Електропроводка у відповідних приміщеннях прокладається до того, як стіни та внутрішні перегородки будуть оштукатурені, при цьому її кріплять до каркасу

будівлі за допомогою спеціальних кріплень. У разі необхідності у стінах і підлозі проробляють отвори для прокладення кабелів, що забезпечує надійний та безпечний монтаж електричних систем.

#### 1.4.13. Підлоги

Оздоблення інтер'єру передбачає використання різних видів підлогових покриттів, зокрема лінолеуму, ламінату, керамічної плитки та паркету.

Конкретний матеріал підбирається відповідно до призначення приміщення, що забезпечує необхідну довговічність, естетичну привабливість та комфорт під час експлуатації.

#### 1.4.14. Вікна, двері

Будівля буде оснащена металопластиковими віконними рамами, які забезпечують необхідні тепло- та звукоізоляційні властивості, а також підвищену довговічність. Дверні коробки та стулки виготовлені з дерева або металу, залежно від функціонального призначення приміщень, що дозволяє поєднати естетичну привабливість, міцність та необхідний рівень безпеки.

#### 1.4.15. Опалення

Система опалення будівлі організована за горизонтальним принципом, по поверхах, і доповнена системою розподілу повітря, яка забезпечує рівномірний розподіл тепла та підтримує комфортну температуру в холодну пору року. В якості опалювальних приладів використовуються сталеві радіатори та конвекторні обігрівачі, що відрізняються надійністю та ефективною тепловіддачею. Тепло постачається з централізованої котельні, розташованої за межами будівельного майданчика, що забезпечує стабільне тепlopостачання.

#### 1.4.16. Внутрішнє опорядження

Внутрішні поверхні стін і перегородок слід обклеювати шпалерами, що надає приміщенням охайний вигляд і відповідає вимогам до оздоблення житлових та громадських будівель. Стіни ванних кімнат слід облицювати керамічною плиткою, стійкою до високої вологості та зручною в догляді. Стелі частково пофарбовані, а в деяких зонах встановлені підвісні стельові системи, що дозволяють приховати інженерні комунікації та кабелі й покращують загальний вигляд інтер'єру.

#### 1.4.17. Вентиляція

Будівля обладнана системою механічної вентиляції, яка забезпечує контрольований повітрообмін. Забруднене повітря виводиться через мережу вентиляційних каналів, а свіже повітря подається у розрахованих обсягах, необхідних для підтримання стандартного мікроклімату в приміщеннях. Крім того, вікна оснащені вентиляційними прорізами у верхній частині, що забезпечують природний потік повітря та дають змогу час від часу провітрювати приміщення вручну.

#### 1.4.18. Інші конструкції

По периметру будівлі укладають шар асфальтобетону, щоб відводити поверхневі води від фундаментів, захищати їх від вологи та підвищувати довговічність конструкцій. Асфальтобетон стійкий до атмосферних впливів та механічних навантажень, що робить його ефективним рішенням для захисту прилеглої території.

### 1.5. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

#### 1.5.1 Вихідні дані:

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення товщини утеплювального шару зовнішньої стіни цивільної будівлі для зимового періоду відповідно до вихідних даних і рис. 1.1.

За картою-схемою температурних зон України місто Харків віднесено до 1-ї температурної зони. Нормоване значення опору теплопередачі для цієї зони згідно з [6] становить  $R_{q \min} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . За табл. Г1 [6] вологісний режим приміщень нормальний, що для громадських будівель відповідає вологості  $\varphi = 50\%$  і вкладається в межі  $50\% \leq \varphi_{\text{в}} \leq 60\%$  внутрішнього повітря за температури  $t_{\text{в}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , яка належить інтервалу  $12 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_{\text{в}} \leq 24 \text{ }^\circ\text{C}$ . Тому за табл. 1 прийнято умови експлуатації Б.

Конструкцію стіни підібрано виходячи з потрібного фактичного опору теплопередачі. Вона унеможлиблює утворення точки роси в утеплювачі та складається з таких шарів (рахуючи від внутрішньої поверхні):

- Внутрішня штукатурка:  $\delta_1 = 10 \text{ мм}$ ;  $\lambda_1 = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;
- Газобетонна кладка:  $\delta_2 = 200 \text{ мм}$ ;  $\lambda_2 = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;
- Мінераловатні плити:  $\delta_3 = 130 \text{ мм}$ ;  $\lambda_3 = 0,034 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;
- Металеві касети навісного фасаду Талдом 1000.

Оскільки повітряний прошарок є вентиляваним, теплопередачу розраховують лише для шарів, розміщених від внутрішньої поверхні конструкції до повітряного прошарку. Повітрогідрозахисний шар при цьому не враховується через його дуже малий термічний опір.

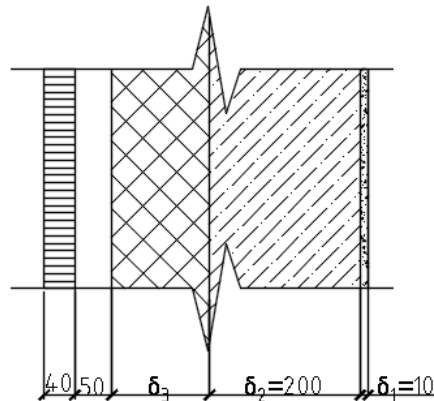


Рисунок 1.1 – Стіна в розрізі

Термічний опір однорідного шару конструкції визначаємо за формулою:

$$R = \delta / \lambda ;$$

де  $R$  - термічний опір однорідного шару,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;  $\delta$  - товщина однорідного шару;  $\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ .

Термічний опір окремих шарів за наведеною формулою:

$$- R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,010 / 0,93 = 0,011 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт});$$

$$- R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,2 / 0,5 = 0,4 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт});$$

$$- R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,13 / 0,034 = 3,8 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт});$$

Загальний фактичний опір теплопередачі конструкції обчислюємо за формулою:

$$R_{\Sigma, \text{пр}} = 1 / \alpha_{\text{в}} + \Sigma R + 1 / \alpha_3 ,$$

де  $\alpha_{\text{в}}$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;  $\alpha_3$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні,  $\alpha_3 = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;  $R_{\text{ф}} = 1 / 8,7 + 0,011 + 0,4 + 3,8 + 1 / 23 = 4,3 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$ .

$$R_{\Sigma, \text{пр}} \geq R_{\text{q}, \text{min}} ,$$

$$R_{\Sigma, \text{пр}} = 4,3 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}) > R_{\text{q}, \text{min}} = 4,0 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}).$$

Оскільки виконується умова  $R_{\Sigma, \text{пр}} \geq R_{\text{q}, \text{min}}$ , вимога теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції дотримана. Коефіцієнт теплопередачі стіни становить  $k \approx 0,228 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

## РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунок підземної частини об'єкта

#### 2.1.1 Вихідні дані

Таблиця 2.1 - Геологічний склад та гідрогеологічні умови

| Шар                        | Найменування ґрунтів    | № свердловини та потужність шару м. |      |       |       |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------|-------|-------|
|                            |                         | 1                                   | 2    | 3     | 4     |
| 1                          | Рослинний шар           | 0,3                                 | 0,3  | 0,3   | 0,3   |
| 2                          | Суглинки                | 2,2                                 | 2,2  | 2,2   | 2,35  |
| 3                          | Супісок                 | 2,0                                 | 2,0  | 2,0   | 1,9   |
| 4                          | Піски пилуваті          | 2,5                                 | 2,6  | 2,25  | 2,45  |
| 5                          | Пісок середньозернистий | 5,2                                 | 5,2  | 5,4   | 5,2   |
| 6                          | Пісок крупний           | 5,0                                 | 5,0  | 5,2   | 5,25  |
| Відмітка гирла свердловини |                         | 17,25                               | 17,3 | 17,45 | 17,45 |

Таблиця 2.2 - Характеристики властивостей ґрунтів

| Найменування                   | Умовні позначення | Од. вим.         | Номер шару |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|-------------------|------------------|------------|------|------|------|------|------|
|                                |                   |                  | 1          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| Щільність                      | $\rho$            | т/м <sup>3</sup> | 1,9        | 1,9  | 1,8  | 1,7  | 2,01 | 1,8  |
| Щільність часток               | $\rho_s$          | т/м <sup>3</sup> |            | 2,65 | 2,69 | 2,51 | 2,66 | 2,61 |
| Природна вологість             | W                 |                  |            | 0,32 | 0,29 | 0,30 | 0,24 | 0,09 |
| Вологість на межі текучості    | W <sub>l</sub>    |                  |            | 0,36 | 0,30 |      |      |      |
| Вологість на межі пластичності | W <sub>p</sub>    |                  |            | 0,24 | 0,24 |      |      |      |
| Кут внутрішнього тертя         | $\phi$            | град             |            | 10   | 14   | 16   | 24   | 31   |
| Питоме значення                | C                 | кПа              |            | 10   | 3    | 1    | 1    | 1    |
| Модуль деформації              | E                 | МПа              |            | 5    | 7    | 6    | 16   | 38   |

## 2.1.2 Визначення інженерно-геологічних умов будівельної площадки

Визначення класифікаційних показників виконуємо за формулами:

$$S = \frac{W \times \rho_s}{e \times \rho_w} - \text{Ступінь вологості}; I_p = W_l - W_p - \text{Число пластичності};$$

$$I_l = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} - \text{Показник текучості}; e = \frac{\rho_s}{\rho} \times (1 + W) - 1 - \text{Коефіцієнт пористості.}$$

1. Рослинний шар цілком знімається з будівельного майданчика в підготовчий період.

2. Суглинки

2.1 По числу пластичності

$$I_p = W_l - W_p = 0,36 - 0,24 = 0,12$$

2.2 По показнику текучості

$$I_l = \frac{W - W_p}{W_l - W_p} = \frac{0,32 - 0,24}{0,1} = 0,8$$

3. Супісок

3.1 По числу пластичності

$$I_p = W_l - W_p = 0,30 - 0,24 = 0,06$$

3.2 По показнику текучості

$$I_l = \frac{W - W_p}{W_l - W_p} = \frac{0,29 - 0,24}{0,06} = 0,83$$

Висновок: супісок пластичний.

4. Піски пилюваті

4.1 Коефіцієнт пористості

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} \times (1 + W) - 1 = \frac{2,65}{1,65} \times (1 + 0,30) - 1 = 1,08$$

4.2 По ступені вологості

$$S_r = \frac{W \times \rho_s}{e \times \rho_w} = \frac{0,30 \times 2,65}{1,08 \times 1} = 0,74$$

Піски середньої щільності, вологі.

5. Піски середньої крупності

### 5.1 Коефіцієнт пористості

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} \times (1 + W) - 1 = \frac{2,66}{2} \times (1 + 0,24) - 1 = 0,65$$

### 5.2 По ступені вологості

$$S_r = \frac{W \times \rho_s}{e \times \rho_w} = \frac{0,24 \times 2,66}{0,65 \times 1} = 1$$

Піски середньої крупності середньої щільності і насичені водою.

## 6. Пісок крупний

### 6.1 Коефіцієнт пористості

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} \times (1 + W) - 1 = \frac{2,61}{1,8} \times (1 + 0,09) - 1 = 0,58$$

### 6.2 По ступені вологості

$$S_r = \frac{W \times \rho_s}{e \times \rho_w} = \frac{0,09 \times 2,61}{0,58 \times 1} = 0,405$$

Піски крупні щільні і мало вологі.

Таблиця 2.3 - Класифікаційні показники ґрунтів

| № слоя | e    | Sr    | I <sub>p</sub> | I <sub>l</sub> | Властивості ґрунту   |
|--------|------|-------|----------------|----------------|--|
| 1      |      |       | 0,12           | 0,8            | Суглинок текучепластичний, водонасичений                     |
| 2      |      |       | 0,06           | 0,83           | Супісок пластичний, водонасичений                            |
| 3      | 1,08 | 0,74  |                |                | Піски пилуваті, пухкі, водонасичені                          |
| 4      | 0,6  | 1     |                |                | Пісок середньозернистий, середньої щільності, насичені водою |
| 5      | 0,58 | 0,405 |                |                | Пісок крупний, щільний, маловологий                          |
|        |      |       |                |                |  |

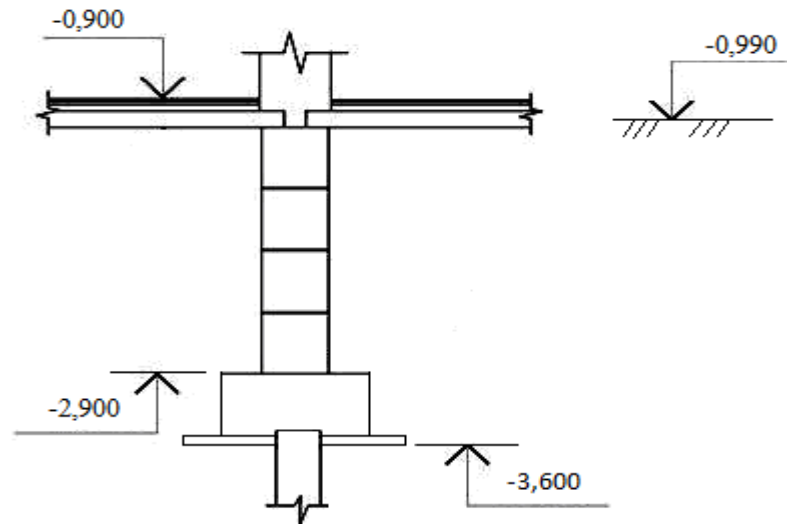


Рисунок 2.1 – Розріз ростверку

Під підшву ростверку призначаємо бетонну підготовку з бетону кл. С12/15, товщиною 100 мм. Ширина ростверка  $b=70$  см. Приймаємо висоту ростверка  $h=60$  см.

## 2.1.3 Збір навантаження

### 2.1.3.1 Визначення ваги покрівлі на 1 м<sup>2</sup>

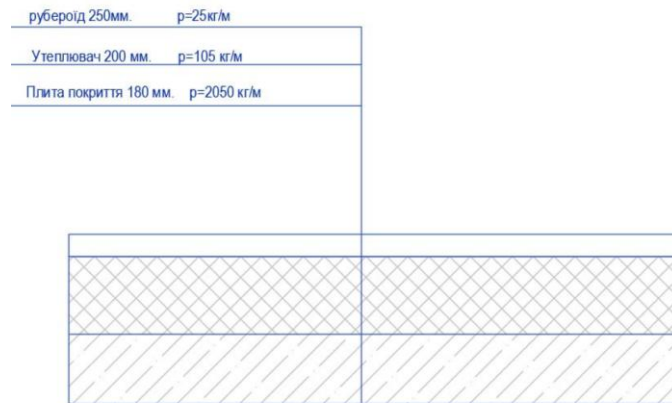


Рисунок 2.2 – Шари покрівлі

Таблиця 2.4 – Збір навантажень

| № | Найменування конструкцій | Нормативне навантаження |                   | Розрахунок навантаження |                   |
|---|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
|   |                          | Розрахунок              | кН/м <sup>2</sup> | $\gamma_f$              | кН/м <sup>3</sup> |
| 1 | Рубероїд                 | 0,25*0,025              | 0,006             | 1,3                     | 0,0325            |
| 2 | Утеплювач                | 0,2*0,105               | 0,021             | 1,2                     | 0,126             |
| 3 | З/б плита покриття       | 0,18*20,5*0,5           | 1,84              | 1,1                     | 2,255             |
|   | Разом<br>Приймаємо       |                         |                   |                         | 2,4135<br>2       |

### 2.1.3.2 Визначення ваги горіщного перекриття на 1 м<sup>2</sup>

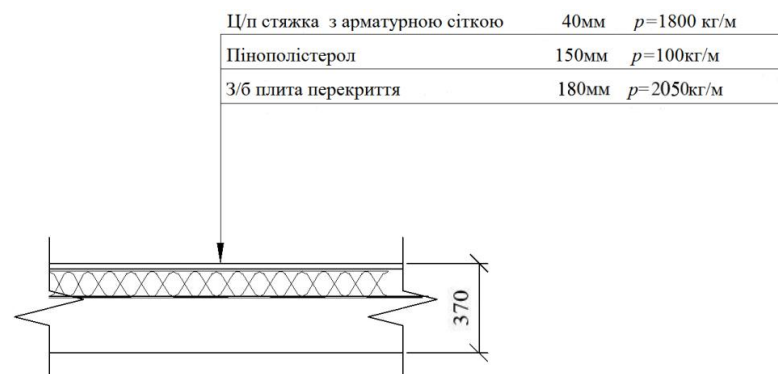


Рисунок 2.3 – Шари перекриття горища

Таблиця 2.5 - Збір навантажень

| № | Найменування конструкцій       | Нормативне навантаження |                   | Розрахунок навантаження |                   |
|---|--------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
|   |                                | Розрахунок              | кН/м <sup>2</sup> | $\gamma_f$              | кН/м <sup>3</sup> |
| 1 | Ц/п стяжка з арматурною сіткою | 0,04*18                 | 0,72              | 1,3                     | 0,936             |
| 2 | Пінополістирол                 | 0,15*1                  | 0,15              | 1,2                     | 0,18              |
| 3 | З/б плита перекриття           | 0,18*20,5*0,5           | 2,75              | 1,1                     | 2,255             |
|   | Разом<br>Приймаємо             |                         |                   |                         | 3,371<br>3        |

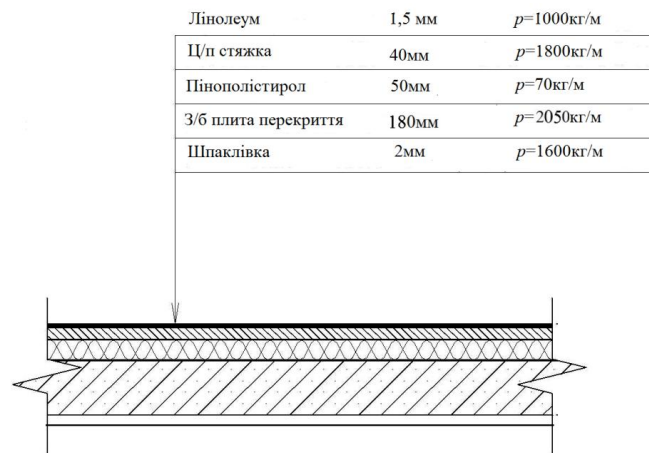
2.1.3.3 Визначення ваги міжповерхового перекриття на 1 м<sup>2</sup> по осі 2-4.

Рисунок 2.4 – Шари покриття типового поверху

Таблиця 2.6 - Збір навантажень

| № | Найменування конструкцій | Нормативне навантаження |                   | Розрахунок навантаження |                   |
|---|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
|   |                          | Розрахунок              | кН/м <sup>2</sup> | $\gamma_f$              | кН/м <sup>3</sup> |
| 1 | Лінолеум                 | 0,015*10                | 0,15              | 1,2                     | 0,222             |
| 2 | Ц/стяжка М150            | 0,04*18                 | 0,72              | 1,3                     | 0,936             |
| 3 | Пінополістирол           | 0,05*0,7                | 0,035             | 1,2                     | 0,042             |
| 4 | З/б плита перекриття     | 0,18*20,5*0,5           | 2,75              | 1,1                     | 2,255             |
| 5 | Шпаклівка                | 0,002*16                | 0,32              | 1,2                     | 0,038             |
|   | Разом<br>Приймаємо       |                         |                   |                         | 3,493<br>3        |

### 2.1.3.4 Визначення ваги над підвального перекриття на 1 м<sup>2</sup>

|                      |       |                        |
|----------------------|-------|------------------------|
| Керамічна плитка     | 10мм  | $\rho=2500\text{кг/м}$ |
| Ц/п розчин М150      | 10мм  | $\rho=1800\text{кг/м}$ |
| Ц/п стяжка М150      | 40мм  | $\rho=1800\text{кг/м}$ |
| Пінополістирол       | 50мм  | $\rho=70\text{кг/м}$   |
| З/б плита перекриття | 180мм | $\rho=2050\text{кг/м}$ |
| Шпаклівка            | 2мм   | $\rho=1600\text{кг/м}$ |

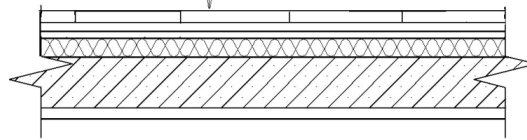


Рисунок 2.5 – Шари перекриття підвалу

Таблиця 2.7 - Збір навантажень

| № | Найменування конструкцій | Нормативне навантаження |                   | Розрахунок навантаження |                   |
|---|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
|   |                          | Розрахунок              | кН/м <sup>2</sup> | $\gamma_f$              | кН/м <sup>3</sup> |
| 1 | Керамічна плитка         | 0,01*25                 | 0,25              | 1,1                     | 0,275             |
| 2 | Ц/п розчин М150          | 0,01*18                 | 0,18              | 1,3                     | 0,234             |
| 3 | Ц/п стяжка М150          | 0,04*18                 | 0,72              | 1,3                     | 0,936             |
| 4 | Пінополістирол           | 0,05*0,7                | 0,035             | 1,2                     | 0,042             |
| 5 | З/б плита перекриття     | 0,18*20,5*0,5           | 2,75              | 1,1                     | 2,255             |
| 6 | Шпаклівка                | 0,002*16                | 0,032             | 1,2                     | 0,038             |
|   | Разом                    |                         |                   |                         | 3,78              |
|   | Приймаємо                |                         |                   |                         | 4                 |

### 2.1.3.5 Визначення ваги конструкції стіни на 1 м<sup>2</sup>

Вага стіни з глиняної цегли та штукатурки:

$$q_{cm}^1 = 18 * 0,40 * 1,1 + (0,02 * 1,6 * 1,2) * 2 = 7,996 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{cm}^2 = 18 * 0,38 * 1,1 + (0,02 * 1,6 * 1,2) * 2 = 8,018 \text{ кН/м}^2;$$

$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$  - щільність глиняної цегли.

$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$  - щільність штукатурки.

1,1 та 1,2 – коефіцієнт надійності по навантаженню

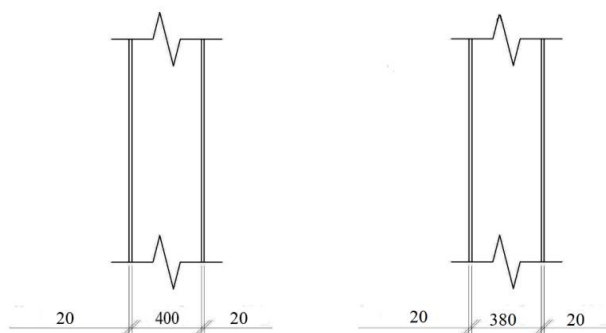


Рисунок 2.6 – Стіни у розрізі

Вага стіни підвалу з бетонних блоків

$$q_{cm}^3 = 25 * 0,3 * 1,1 = 8,25 \text{ кН}$$

$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$  - щільність бетонних блоків.

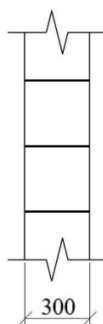


Рисунок 2.7 – Схема стіни з бетонних блоків

$$\text{Вантажна площа } A = 2,1 \times 2,1 = 4,41 \text{ м}^2$$

Тимчасове навантаження на міжповерхове перекриття згідно ДБН становить  $1,5 \text{ кН/м}^2$ . Тому повне розрахункове навантаження на міжповерхове перекриття з урахуванням коефіцієнту надійності за навантаженням становить  $3 + 1,5 \times 1,2 = 4,8 \text{ (кН/м}^2\text{)}$

Разом повне навантаження, що діє на палю, з урахуванням коефіцієнту надійності за призначенням будівлі  $\gamma_n = 0,95$  складає:

$$N = (2 + 3 + (3 + 1,5 \times 1,2) \times 16 + 4 + 7,996) \times 4,41 \times 0,95 = 649,62 \text{ кН.}$$

#### 2.1.4 Розрахунок буронабивної палі (Варіант 1)

##### 2.1.4.1 Визначення несучої спроможності палі

Аналізуючи ґрунтові умови основи будівлі встановлюємо, що основу палі (вістря палі) необхідно розмістити в 6-у шарі ґрунту (пісок крупний). Глибина закладання палі в несучий шар (пласт) ґрунту, приймаємо не менше 1 м. Враховуючи проведений аналіз призначаємо довжину палі 18 м, 0,05 м заглиблюється в ростверк.

Будівля запроектована з підвалом. Нормативна глибина промерзання

грунту для м. Харків  $d_f^h = 120 \text{ см}$ .

Виходячи з даних по архітектурі, глибину закладення приймаємо – 3,750 м

Визначаємо несучу спроможність палі  $d = 0,75$

$$\begin{aligned} Fd &= \gamma_c \left( \gamma_{cr} \times R \times A + u \times \sum \gamma_{cf} \times f_1 \times h_1 \right) \\ &= 1 \times (3664,76 \times 0,1256 \times 0,126 + 1,256 \times 153,29) \\ &= 653,02 \text{ кН} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum &= 18,64 \times 0,5 \times 2,2 + 17,66 \times 0,6 \times 2,1 + 16,68 \times 0,7 \times 2,45 \\ &+ 19,72 \times 0,8 \times 5,2 = 153,29 \text{ кН /м} \end{aligned}$$

Визначаємо площу перерізу палі:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,4^2}{4} = 0,1256 \text{ м}^2$$

Периметр палі:

$$u = \pi d = 3,14 \times 0,4 = 1,256 \text{ м}$$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі (пісок крупний).

$$\begin{aligned} R &= 0,75 \times a_4 (a^1 \times a_1^1 d + a_2 \times a_3 \times \gamma_1 \times h) \\ &= 0,75 \times 1,0 (135,5 \times 17,66 \times 0,4 + 222,5 \times 0,77 \times 17,66 \times 1,0) \\ &= 2986,61 \text{ кН/м}^2 \end{aligned}$$

$a_1, a_2, a_3, a_4$  – безрозмірні коефіцієнти приймаємо ДБН В.2.1-10-2009 Зміна 1 в залежності від кута  $\varphi_1$  внутрішнього тертя.

$\varphi_1^1$  - розрахункове значення питомої ваги ґрунту під основою палі  $\text{кН/м}^3$ ;

$\varphi_1$  - середнє значення ваги ґрунтів;

$f_1$  - розрахунковий опір шару ґрунту по боковій поверхні палі;

$R$  - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі

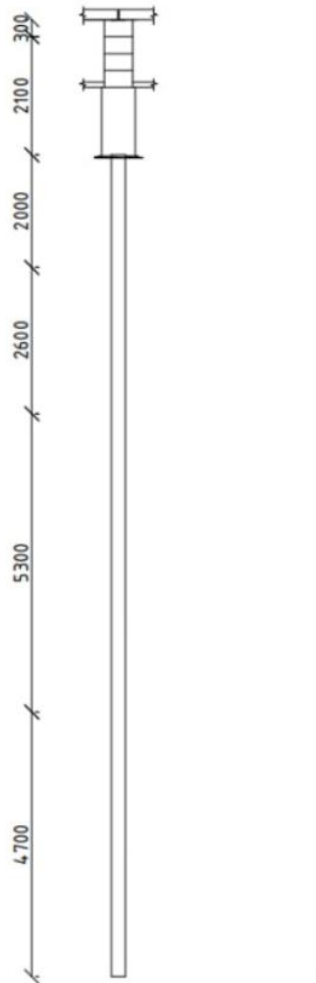


Рисунок 2.8 – Бурунабивна паля

Розрахункове навантаження на палю

$$N_{\text{пл}} = \frac{Fd}{\gamma_n} = \frac{567,5}{1,4} = 405,36 \text{ кН}$$

Проектування кількості палей на метр погонний.

$$n = \frac{N_d \times \gamma_k}{F_d} = \frac{649,62 \times 1,4}{567,5} = 1,6 \text{ палі/м}$$

2.1.4.2 Розрахунок основи пального фундаменту за деформаціями

Усереднене значення кута внутрішнього тертя ґрунтів, що прорізує паля:

$$\varphi_{II,mt} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_{II,mt} \times h_i}{\sum h_i} = \frac{2,1 \times 19 + 2,0 \times 24 + 2,6 \times 30 + 3,3 \times 33}{2,1 + 2,0 + 5,3 + 3,3} = 27,48^\circ, \text{ де}$$

$h_i$  – товщина  $i$ -го слою, дотичного з боковою поверхнею палі.

Середній кут внутрішнього тертя ґрунтів:

$$\alpha = \frac{\varphi_{\text{ср}}}{4} = \frac{27,48}{4} = 6,87^\circ \rightarrow \tan \alpha \approx 0,120$$

Ширина умовного фундаменту:

$$B_{y\phi} = z + 2 \times h \times \operatorname{tg} \alpha = 2 + 2,1 \times 0,120 = 2,25 \text{ м}$$

Довжина умовного фундаменту:

$$L_{y\phi} = y + z + 2 \times h \times \operatorname{tg} \alpha = 1 + 2 \times 2,1 \times 0,120 = 1,50 \text{ м}$$

Нормативна вага паль:

$$G_{ca}^H = n \cdot (220 \cdot l + 50) = 1 \cdot (220 \cdot 11 + 50) = 2470 = 24,7 \text{ кН}$$

Нормативна вага ґрунту в об'ємі АБВГ:

$$G_{гр}^H = B_{y\phi} \times L_{y\phi} \times \left( \sum \gamma_i \times h_i \right) = 2,25 \times 1,50 \times 182,91 = 1616,82 \text{ кН}$$

Конструктивно приймаємо розміри ростверку

$$h_p \times b_p = 60 \times 70 \text{ см}$$

$$G_p = 0,6 \times 0,7 \times 1 \times 25 = 10,5 \text{ кН}$$

Середній тиск під подошвою умовного фундаменту:

$$P_{II} = \frac{N_H + G_p \times 1,1 + G_{CB}^H + G_{гр}^H}{B_{y\phi} \times L_{y\phi}} = \frac{649,62 + 24,7 + 10,5 + 616,82}{2,25 \times 1,5} = 385,2 \text{ кН/м}^2$$

Розрахунковий опір ґрунту основи під подошвою умовного фундаменту:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}}{k} \times (M_\gamma \times B_{y\phi} \times \gamma_{II} \times k_x + M_q \times d_1 \times \gamma'_{II} + (M_g - 1) \times d_b \times \gamma_{II} + M_c \times c_{II}) =$$

$$= \frac{18,5 \times 19,7}{1,1} \times (28 \times 1,14 + 38 \times 1,08 + 18,5 \times 2,6 + 19,7 \times 3,3 + 1 \times 7,95 + 1 \times 7,95)$$

$$= 669,617 \text{ кН/м}^2$$

Основна умова при розрахунку пальового фундаменту по другій групі граничних станів задовільняється:

$$P_{II} = 385,2 \text{ кН/м}^2 < R = 669,617 \text{ кН/м}^2$$

#### 2.1.4.3 Розрахунок осадки фундаменту

Для визначення осадки фундаменту допускається користуватися формулою, яка базується на рішеннях лінійно-деформованого півпростору і не потребує додаткових допоміжних таблиць і графічних побудов:

$$S = 1,44 \frac{\eta}{\eta + 1} \times \frac{(p - \sigma_{zg,0})b}{E_c}, \text{ де}$$

$b$  – ширина умовного фундаменту;

$p$  – середній тиск під подошвою умовного фундаменту;

$E_c$  – модуль деформації.

$\eta$  - розрахунковий коефіцієнт  $\eta = l/b = 11/2,25 = 4,89$

$$\sigma_{zg,0} = 35,7 + 39,6 + 51,255 + 96,9 + 19,08 = 242,535 \text{ кПа}$$

$$E_c = \frac{\sum_1^n E_i \times h_i \times z_i}{0,5H_c^2}$$

$$E_c = \frac{1 + 14 + 15 + 83.2 + 190}{16,9} = \frac{313,2}{16,9} \approx 18,5 \text{ МПа}$$
$$S = 1,44 \times \frac{4,89}{4,89 + 1} \times \frac{242 \times 2,25}{18500} \approx 0,0295 \text{ м}$$

Осадка фундаменту:  $S=0,02950 \text{ м}=2.95 \text{ см}$

## 2.2 Розрахунок наземної частини об'єкта

### 2.2.1 Розрахунок і конструювання монолітної колони

#### 2.2.1.1 Збір навантажень

Всі навантаження наведені у таблицях 2.8 – 2.9

Таблиця 2.8 - Навантаження на 1м<sup>2</sup> плити покриття

| Вид навантаження  | Нормативне навантаження кН/м <sup>2</sup> | Коефіцієнт надійності | Розрахункове навантаження кН/м <sup>2</sup> |
|---|---|-----------------------|---|
| 1. Постійне:  |   |                       |   |
| 1.1 Щебені фракції 15÷20 =1250кг/м <sup>3</sup>   | 0,613                                     | 1,2                   | 0,73  |
| 1.2 Фібран RF / 60 (2слоя по 60 мм в шаховому порядку) δ=0,12м; ρ=32кг/м <sup>3</sup>   | 0,04                                      | 1,2                   | 0,048                                       |
| 1.3 Керамзитовий гравій з расклинцовкой піском по ухилу δ=0,15м; ρ=300кг/м <sup>3</sup> | 0,441                                     | 1,2                   | 0,52  |
| 1.4 Плита покриття δ=0,2м; ρ=2500кг/м <sup>3</sup>                                      | 5,0                                       | 1,1                   | 5,5   |
| Всього постійне   | gn =6,09                                  |                       | g =6,79                                     |
| 2. Тимчасове:   |   |                       |   |
| 2.1 Від снігу   | 1,6                                       | 1,15                  | 1,84  |
| Всього тимчасове  | s n =1,6                                  |                       | s =1,84                                     |

Таблиця 2.9 - Навантаження на 1м<sup>2</sup> плити перекриття типового поверху

| Вид навантаження                                     | Нормативне навантаження кН/м <sup>2</sup> | Коефіцієнт надійності | Розрахункове навантаження кН/м <sup>2</sup> |
|--|---|-----------------------|---|
| 1. Постійне:   |   |                       |   |
| 1.1 Паркет δ=0,03м, ρ=600 кг/м <sup>3</sup>          | 0,18                                      | 1,2                   | 0,216                                       |
| 1.2 Клей паркетний 5 кг/м <sup>2</sup>               | 0,05                                      | 1,2                   | 0,06  |
| 1.3 Мінеральна вата δ=0.05 м, ρ=11 кг/м <sup>3</sup> | 0,05                                      | 1,2                   | 0,06  |
| 1.4 Вирівнююча цементно-                             | 0,26                                      | 1,3                   | 0,344                                       |

|   |              |     |            |
|---|--------------|-----|------------|
| пісчана стяжка $\delta=0,04\text{м}$ ,<br>$p=1800 \text{ кг/м}^3$         |              |     |            |
| 1.5 Обмазочна гідроізоляція   | 0,05         | 1,2 | 0,06       |
| 1.6 Залізобетонна плита<br>$\delta=0,2 \text{ м}$ $p=2500 \text{ кг/м}^3$ | 5            | 1,1 | 5,5        |
| 1.6 Перегородки   | 1            | 1,2 | 1,2        |
| Всього постійне   | $g_n = 6,79$ |     | $g = 7,44$ |
| 2. Тимчасове:   |              |     |            |
| 2.1 Від людей та меблів<br>$p=150 \text{ кг/м}^2$                         | 1,5          | 1,3 | 1,95       |
| Всього тимчасове  | $S_n = 1,5$  |     | $s = 1,95$ |

*Примітка:*

Коефіцієнт надійності за навантаженням від ваги перегородок прийнятий за таблицею 5.1 ДБН В.1.2-2-2006. Вага перегородок прийнята згідно з п.6.6 ДБН В.1.2-2-2006.

Середні колони розраховуються на стискаюче зусилля та згинаючий момент, останній визначається за формулою:

$$M_{\text{в}} = \frac{p l_2^2 + g(l_2^2 - l_1^2)}{12} \cdot \frac{i_{\text{в}}}{\sum i};$$

$$M_{\text{н}} = \frac{p l_2^2 + g(l_2^2 - l_1^2)}{12} \cdot \frac{i_{\text{н}}}{\sum i}$$

де  $p$  і  $g$  - тимчасове та постійне навантаження на 1 пог.м замінюючої рами;

$l_1$  та  $l_2$  – відповідно більший та менший з прилеглих до колони розрахункових прольотів замінюючої рами;

$i_{\text{в}}$  та  $i_{\text{н}}$  – погонні жорсткості верхньої та нижньої колони;

Таблиця 2.10 - Навантаження колони

|  | Підлег. прольоти |     | Навантаж., кН/м <sup>2</sup> |       | Навантаж., кН |       |         | Зусилля, кН |
|--|------------------|-----|------------------------------|-------|---------------|-------|---------|-------------|
|  | Іхл              | Іул | пост.                        | врем. | тимчас        | пост. | тимчас. |             |
|  |                  |     |                              |       |               |       |         | кН          |

|                        |     |     |     |      |         |         |         |                |
|------------------------|-----|-----|-----|------|---------|---------|---------|----------------|
|                        |     |     |     |      | .       |         |         |                |
| горище                 | 5.2 | 4.2 | 6.3 | 1.84 |         | 153.728 | 44.9696 | 198.70         |
|                        |     |     |     |      | 13.794  |         |         | 212.49         |
| 15-й<br>поверх         | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 577.12         |
|                        |     |     |     |      | 13.794  |         |         | 590.92         |
| 14-й<br>поверх         | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 791.01         |
|                        |     |     |     |      | 13.794  |         |         | 804.80         |
| 13-й<br>поверх         | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 1004.89        |
|                        |     |     |     |      | 13.794  |         |         | 1018.68        |
| <b>12-й<br/>поверх</b> | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 1218.77        |
|                        |     |     |     |      | 13.794  |         |         | <b>1232.57</b> |
| 11-й<br>поверх         | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 1432.66        |
|                        |     |     |     |      | 21.5531 |         |         | 1454.21        |
| 10-й<br>поверх         | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 1654.30        |
|                        |     |     |     |      | 21.5531 |         |         | 1675.86        |
| 9-й<br>поверх          | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 1875.95        |
|                        |     |     |     |      | 21.5531 |         |         | 1897.50        |
| 8-й<br>поверх          | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 2097.59        |
|                        |     |     |     |      | 21.5531 |         |         | 2119.14        |
| 7-й<br>поверх          | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 2319.23        |
|                        |     |     |     |      | 21.5531 |         |         | 2340.79        |
| <b>6-й</b>             | 5.2 | 4.2 | 5.7 | 2.5  |         | 138.99  | 61.1    | 2540.88        |

|                        |             |             |             |             |             |             |              |                |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------------|
| <b>поверх</b>          |             |             |             |             |             |             |              |                |
|                        |             |             |             |             | 21.553<br>1 |             |              | <b>2562.43</b> |
| 5-й<br>поверх          | 5.2         | 4.2         | 5.7         | 2.5         |             | 138.99      | 61.1         | 2762.52        |
|                        |             |             |             |             | 31.036<br>5 |             |              | 2793.56        |
| 4-й<br>поверх          | 5.2         | 4.2         | 5.7         | 2.5         |             | 138.99      | 61.1         | 2993.65        |
|                        |             |             |             |             | 31.036<br>5 |             |              | 3024.68        |
| 3-й<br>поверх          | 5.2         | 4.2         | 5.7         | 2.5         |             | 138.99      | 61.1         | 3224.77        |
|                        |             |             |             |             | 31.036<br>5 |             |              | 3255.81        |
| 2-й<br>поверх          | 5.2         | 4.2         | 5.7         | 2.5         |             | 138.99      | 61.1         | 3455.90        |
|                        |             |             |             |             | 31.036<br>5 |             |              | 3486.94        |
| 1-й<br>поверх          | 5.2         | 4.2         | 5.7         | 2.5         |             | 138.99      | 61.1         | 3687.03        |
|                        |             |             |             |             | 31.036<br>5 |             |              | 3718.06        |
| <b>підвал</b>          | 5.2         | 4.2         | 5.7         | 2.5         |             | 138.99      | 61.1         | 3918.15        |
|                        |             |             |             |             | 29.155<br>5 |             |              | <b>3780.00</b> |
|                        | ів          | ін          | іпх Л       | іпх П       | іх          | сумм<br>іх  | МвХ /<br>МнХ |                |
|                        | 0           |             |             |             |             |             | кН*м         |                |
| горище                 |             | 0.0006<br>5 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 0.9697      | 0.0021<br>4 | 14.2626      |                |
|                        | 0.0006<br>5 |             |             |             |             |             | 5.99343      |                |
| <b>16-й<br/>поверх</b> |             | 0.0006<br>5 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 1.9393<br>9 | 0.0027<br>8 | 5.99343      |                |
|                        | 0.0006      |             |             |             |             |             | 9.12408      |                |

|                             |             |             |             |             |             |             |         |  |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|--|
|                             | 5           |             |             |             |             |             |         |  |
| 15-й<br>поверх              |             | 0.0006<br>5 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 1.9393<br>9 | 0.0027<br>8 | 12.1769 |  |
|                             | 0.0006<br>5 |             |             |             |             |             | 12.1769 |  |
| 14-й<br>поверх              |             | 0.0006<br>5 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 1.9393<br>9 | 0.0027<br>8 | 12.1769 |  |
|                             | 0.0006<br>5 |             |             |             |             |             | 12.1769 |  |
| 13-й<br>поверх              |             | 0.0006<br>5 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 1.9393<br>9 | 0.0027<br>8 | 12.1769 |  |
|                             | 0.0006<br>5 |             |             |             |             |             | 12.1769 |  |
| <b>12-й<br/>повер<br/>х</b> |             | 0.0006<br>5 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 1.9393<br>9 | 0.0027<br>8 | 12.1769 |  |
|                             | 0.0006<br>5 |             |             |             |             |             | 9.12408 |  |
| 11-й<br>поверх              |             | 0.0015<br>8 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 4.7348<br>5 | 0.0037<br>2 | 22.2756 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |             |             |             |             | 17.8104 |  |
| 10-й<br>поверх              |             | 0.0015<br>8 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 4.7348<br>5 | 0.0046<br>5 | 17.8104 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |             |             |             |             | 22.2756 |  |
| 9-й<br>поверх               |             | 0.0015<br>8 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 2.3674<br>2 | 0.0037<br>2 | 22.2756 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |             |             |             |             | 22.2756 |  |
| 8-й<br>поверх               |             | 0.0015<br>8 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 3.3371<br>2 | 0.0037<br>2 | 22.2756 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |             |             |             |             | 17.8104 |  |
| 7-й м                       |             | 0.0015<br>8 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 4.7348<br>5 | 0.0046<br>5 | 17.8104 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |             |             |             |             | 17.8104 |  |

|                    |             |             |             |             |             |             |                |  |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--|
| <b>6-й поверх</b>  |             | 0.0015<br>8 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 4.7348<br>5 | 0.0046<br>5 | 17.8104        |  |
|                    | 0.0015<br>8 |             |             |             |             |             | 13.0527        |  |
| <b>5-й поверх</b>  |             | 0.0032<br>7 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 9.8181<br>8 | 0.0063<br>4 | 27.0661        |  |
|                    | 0.0032<br>7 |             |             |             |             |             | 21.3601        |  |
| <b>4-й поверх</b>  |             | 0.0032<br>7 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 9.8181<br>8 | 0.0080<br>4 | 21.3601        |  |
|                    | 0.0032<br>7 |             |             |             |             |             | 21.3601        |  |
| <b>3-й поверх</b>  |             | 0.0032<br>7 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 9.8181<br>8 | 0.0080<br>4 | 21.3601        |  |
|                    | 0.0032<br>7 |             |             |             |             |             | 21.3601        |  |
| <b>2-й поверх</b>  |             | 0.0032<br>7 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 9.8181<br>8 | 0.0080<br>4 | 21.3601        |  |
|                    | 0.0032<br>7 |             |             |             |             |             | 21.3601        |  |
| <b>1-й поверх</b>  |             | 0.0032<br>7 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 | 9.8181<br>8 | 0.0080<br>4 | 21.3601        |  |
|                    | 0.0032<br>7 |             |             |             |             |             | 20.8133        |  |
| <b>підвал</b>      | 0.0034<br>8 | 0.0006<br>7 | 0.0008<br>3 |             | 10.694<br>8 | 0.0082<br>5 | 22.1561        |  |
|                    | ів          | ін          | іпу Л       | іпу П       | іу          | сумм<br>іу  | МвУ /<br>МнУ   |  |
|                    | 0           |             |             |             |             |             | кН*м           |  |
| <b>горище</b>      |             | 0.0006<br>5 | 0.0006      | 0.0006      | 0.9697      | 0.0018<br>5 | 6.8036255<br>9 |  |
|                    | 0.0006<br>5 |             |             |             |             |             | 0.2494060<br>8 |  |
| <b>16-й поверх</b> |             | 0.0006<br>5 | 0.0006      | 0.0006      | 1.9393<br>9 | 0.0025      | 0.2494060<br>8 |  |
|                    | 0.0006<br>5 |             |             |             |             |             | 4.9903350<br>9 |  |

|                             |             |             |        |        |             |             |                |  |
|-----------------------------|-------------|-------------|--------|--------|-------------|-------------|----------------|--|
| 15-й<br>поверх              |             | 0.0006<br>5 | 0.0006 | 0.0006 | 1.9393<br>9 | 0.0025      | 6.8518154<br>5 |  |
|                             | 0.0006<br>5 |             |        |        |             |             | 6.8518154<br>5 |  |
| 14-й<br>поверх              |             | 0.0006<br>5 | 0.0006 | 0.0006 | 1.9393<br>9 | 0.0025      | 6.8518154<br>5 |  |
|                             | 0.0006<br>5 |             |        |        |             |             | 6.8518154<br>5 |  |
| 13-й<br>поверх              |             | 0.0006<br>5 | 0.0006 | 0.0006 | 1.9393<br>9 | 0.0025      | 6.8518154<br>5 |  |
|                             | 0.0006<br>5 |             |        |        |             |             | 6.8518154<br>5 |  |
| <b>12-й<br/>повер<br/>х</b> |             | 0.0006<br>5 | 0.0006 | 0.0006 | 1.9393<br>9 | 0.0025      | 6.8518154<br>5 |  |
|                             | 0.0006<br>5 |             |        |        |             |             | 4.9903350<br>9 |  |
| 11-й<br>поверх              |             | 0.0015<br>8 | 0.0006 | 0.0006 | 4.7348<br>5 | 0.0034<br>3 | 12.183435<br>3 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |        |        |             |             | 9.5806055<br>3 |  |
| 10-й<br>поверх              |             | 0.0015<br>8 | 0.0006 | 0.0006 | 4.7348<br>5 | 0.0043<br>6 | 9.5806055<br>3 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |        |        |             |             | 12.183435<br>3 |  |
| 9-й<br>поверх               |             | 0.0015<br>8 | 0.0006 | 0.0006 | 2.3674<br>2 | 0.0034<br>3 | 12.183435<br>3 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |        |        |             |             | 12.183435<br>3 |  |
| 8-й<br>поверх               |             | 0.0015<br>8 | 0.0006 | 0.0006 | 3.3371<br>2 | 0.0034<br>3 | 12.183435<br>3 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |        |        |             |             | 9.5806055<br>3 |  |
| 7-й<br>поверх               |             | 0.0015<br>8 | 0.0006 | 0.0006 | 4.7348<br>5 | 0.0043<br>6 | 9.5806055<br>3 |  |
|                             | 0.0015<br>8 |             |        |        |             |             | 9.5806055<br>3 |  |
| <b>6-й<br/>повер</b>        |             | 0.0015<br>8 | 0.0006 | 0.0006 | 4.7348<br>5 | 0.0043<br>6 | 9.5806055<br>3 |  |

|               |             |             |        |        |             |             |                |  |
|---------------|-------------|-------------|--------|--------|-------------|-------------|----------------|--|
| <b>x</b>      |             |             |        |        |             |             |                |  |
|               | 0.0015<br>8 |             |        |        |             |             | 6.9000518<br>5 |  |
| 5-й<br>поверх |             | 0.0032<br>7 | 0.0006 | 0.0006 | 9.8181<br>8 | 0.0060<br>6 | 14.307947<br>5 |  |
|               | 0.0032<br>7 |             |        |        |             |             | 11.179921<br>8 |  |
| 4-й<br>поверх |             | 0.0032<br>7 | 0.0006 | 0.0006 | 9.8181<br>8 | 0.0077<br>5 | 11.179921<br>8 |  |
|               | 0.0032<br>7 |             |        |        |             |             | 11.179921<br>8 |  |
| 3-й<br>поверх |             | 0.0032<br>7 | 0.0006 | 0.0006 | 9.8181<br>8 | 0.0077<br>5 | 11.179921<br>8 |  |
|               | 0.0032<br>7 |             |        |        |             |             | 11.179921<br>8 |  |
| 2-й<br>поверх |             | 0.0032<br>7 | 0.0006 | 0.0006 | 9.8181<br>8 | 0.0077<br>5 | 11.179921<br>8 |  |
|               | 0.0032<br>7 |             |        |        |             |             | 11.179921<br>8 |  |
| 1-й<br>поверх |             | 0.0032<br>7 | 0.0006 | 0.0006 | 9.8181<br>8 | 0.0077<br>5 | 11.179921<br>8 |  |
|               | 0.0032<br>7 |             |        |        |             |             | 10.883432<br>1 |  |
| <b>підвал</b> | 0.0034<br>8 | 0.0006      | 0.0006 |        | 10.694<br>8 | 0.0079<br>6 | 11.585589      |  |

### 2.2.2 Розрахунок колони з симетричним армуванням

Початкові данні:

- розміри поперечного перерізу:  $b$ !  $h$ , відстань від нижньої грані перерізу до осі розтягнутої арматури  $c$ , робоча висота перерізу  $d = h - c$ , відстань від верхньої грані перерізу до осі розтягнутої арматури  $c_1$ ;
- висота елемента між точками закріплення  $l$  (наприклад, висота поверху  $H$ );
- клас бетону  $C$ , з таблиці Б.3 або таблиці 2.8 [1] - його розрахункова міцність на стиск  $f_{cd}$ , значення відносних деформацій  $\epsilon_{3,cd}$  і  $\epsilon_{su,cd}$ ;
- клас розтягнутої та стиснутої арматурної сталі, її розрахункове значення міцності  $f_{yd}$ , модуль пружності  $E_s$ , величина  $\epsilon_{su} = f_{yd} / E_s$ ;

- розрахунковий згинаючий момент в перерізі від зовнішнього навантаження  $M_{Ed}$  ;

- розрахункова поздовжня сила в перерізі від зовнішнього навантаження  $N_{Ed}$

Загальні вихідні дані:

*Бетон C20/25*

$$f_{cd} = 18,1 \text{ МПа}$$

$$e_{s3,cd} = 0,00063$$

$$e_{su3,cd} = 0,0031$$

*Арматура A500C*

$$f_{yd} = 434,7 \text{ МПа}$$

$$E_s = 210000 \text{ МПа}$$

$$e_{sy} = 0,00173$$

$$e_{ud} = 0,025$$

#### 2.2.2.1 Розрахунок колони типового поверху

$$b = 400 \text{ мм}$$

$$h = 400 \text{ мм}$$

$$d = h - c = 400 - 40 = 360 \text{ мм}$$

$$l = 3000 \text{ мм}$$

$$M_{ed} = 11,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$N_{ed} = 2546,14 \text{ кН}$$

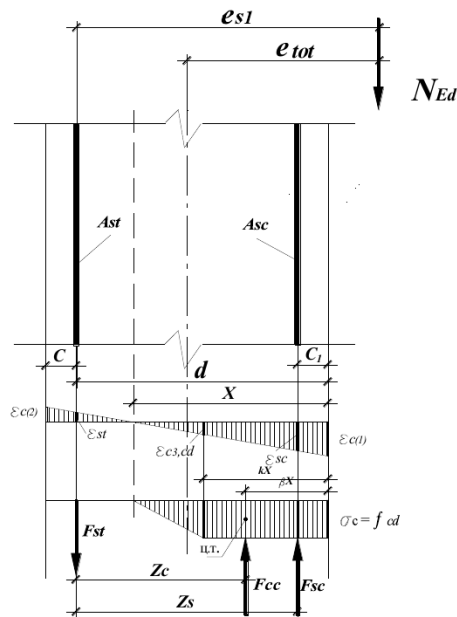


Рисунок 2.9 - Напруження і деформації в перерізі при позацентровому стиску  
 Розрахункова довжина елемента приймається за п.6.2.2.2.3 ДСТУ, для колони типового поверху за рис. 2.9

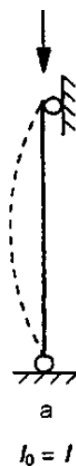


Рисунок 2.10 – Форма втрати стійкості та відповідна розрахункова довжина

Розрахункова довжина колони типового поверху дорівнює:

$$l_0 = 0,7 * l = 0,7 \times 3,00 = 2,1 \text{ m},$$

де  $l$  - висота стиснутого елемента у чистоті між закріпленнями кінців, приймаємо  $l = H$  висота поверху.

Розраховуючи залізобетонні елементи на дію стискаючого поздовжнього зусилля необхідно урахувувати випадковий ексцентриситет  $e_0$ ,

який слід приймати не меншим за:

-  $1/600$  довжини елемента або відстані між його перерізами, закріпленими від зміщення  $l_0$ :

$$(1/600)l = (1/600)3000 = 5,75 \text{ mm}$$

-  $1/30$  висоти перерізу  $h$  (діаметра):

$$(1/30)h = (1/30)400 = 17 \text{ mm}$$

- 10 мм.

Для елементів статично невизначених конструкцій значення ексцентриситету поздовжнього зусилля відносно центру ваги приведенного перерізу  $e$  приймають таким, що дорівнює величині ексцентриситету, отриманого зі статичного розрахунку  $e = M_{Ed}/d \cdot N_{Ed}$ , але не меншим від  $e_0$  ( $e = e_d \geq e_0$ ).

$$e_d = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{11200}{2546,14} = 5 \text{ mm.}$$

Приймаємо  $e = 17$  мм.

Для колон з прямокутним поперечним перерізом гнучкість може бути визначена за формулою

$$\lambda = l_0 / (0,2887 \cdot h) = 2415 / (0,2887 \cdot 400) = 18,18$$

Впливом поздовжнього вигину можна враховувати, якщо гнучкість колони  $\lambda$  перевищує величину  $\lambda_{lim}$ , яка може бути визначена за спрощеною формулою:

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} = 26,2 / \sqrt{n},$$

де може використовуватися  $A = 0,7$ ;  $B = 1,1$ ;  $C = 1,7$ ;  $n = N_{Ed} / A_c f_{cd}$  - відносна осьова сила ( $A_c$  - площа бетону поперечного перерізу колони).

$$n = N_{ed} / A_c f_{cd} = 2536,14 / (0,4 \cdot 0,4 \cdot 16,0) = 0,78$$

$$\lambda_{lim} = 26,2 / \sqrt{0,78} = 29,6$$

$$\lambda = 18,18 < \lambda_{lim} = 29,6$$

Знайдемо сумарний розрахунковий ексцентриситет відносно центру

ваги приведенного перерізу за формулою:

$$e_{tot} = e = 17 \text{ mm.}$$

Визначасмо значення коефіцієнтів  $k$ ,  $\beta$  і  $\omega_c$ .

$$k = \frac{\varepsilon_{cu3, cd} - \varepsilon_{c3, cd}}{\varepsilon_{cu3, cd}} = \frac{3,1 - 0,63}{3,1} = 0,79677$$

де  $\varepsilon_{cu3, cd}$  - розрахункове значення граничної відносної деформації стиску бетону для білінійної діаграми деформації;  $\varepsilon_{c3, cd}$  - розрахункова відносна деформація стиску, досягши якої бетон працює з повним розрахунковим опором (точка переходу похилої гілки білінійної діаграми в горизонтальну).

Коефіцієнт  $\beta$  характеризує положення центра ваги білінійної епюри напружень (відстань ц. в. від верхньої стиснутої грані перерізу  $x_c = \beta \times x$ ). Його можна виразити через коефіцієнт  $k$  :

$$\beta = \frac{k^2 + k + 1}{3(1 + k)} = \frac{0,79677^2 + 0,79677 + 1}{3(1 + 0,79677)} = 0,45111$$

Коефіцієнт  $\omega_c$  , так званий «коефіцієнт повноти білінійної епюри напружень», також може бути виражений через  $k$  :

$$\omega_c = (1 + k)/2 = 0,5(1 + k) = 0,5(1 + 0,79677) = 0,89839$$

Величина згинаючого моменту відносно центру ваги розтягнутої арматури буде:

$$M_{Ed1} = N_{Ed}e_{s1} = N_{Ed}(e_{tot} + 0,5h - c) = 2546,14(0,017 + 0,5 * 0,4 - 0,4) = 465,94 \text{ kNm,}$$

де  $e_{s1}$  - відстань від лінії дії сили  $N_{Ed}$  до осі розтягнутої (менш стиснутої) арматури  $A_{st}$  (рис. 2.1).

Моментний параметр (безрозмірний момент – за EC2)

$$a_{m1} = \frac{M_{Ed1}}{\omega_c f_{cd} b d^2} = \frac{465,94}{0,89839 * 18,1 * 0,4 * 0,36^2} = 0,5527$$

Силовий параметр (параметр осьового навантаження – за EC2)

$$a_n = \frac{N_{Ed}}{\omega_c f_{cd} b d} = \frac{2546,14}{0,89839 * 18,1 * 0,4 * 0,36} = 1,0873$$

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{\omega_c f_{cd} b d} = \frac{2546,14}{0,89839 * 14,5 * 0,5 * 0,46} = 0,84980$$

$$\xi = a_n = \frac{N_{Ed}}{\omega_c f_{cd} b d} = 1,0873.$$

$$\xi_b = 0,11032 < \xi = 1,0873 > \xi_{lim} = 0,64161$$

Умова не виконується. Оскільки

$$\xi_{lim} = 0,64161 < \xi = 1,0873 > \frac{h}{d} = \frac{400}{360} = 1,11$$

$$\xi_{lim} = 0,64161 < \xi = 0,84980 > \frac{h}{d} = \frac{500}{460} = 1,09$$

то переріз деформується в області 3 (випадок малого ексцентриситету).

Приймаючи  $\xi = a_n = \xi_2 = 1,0873$  знаходимо

$$k_s(\xi) = \frac{\xi_2(a+1) - a}{\xi_2} = \frac{1,0873 * (1,784 + 1) - 1,784}{1,0873} = 1,143$$

$$k_s(\xi_2) = \frac{\xi_2(a+1) - a}{\xi_2} = \frac{0,84980 * (1,784 + 1) - 1,784}{0,84980} = 0,684,$$

де  $a = e_{cu3,cd} / e_{s0} = 3.1 / 1.738 = 1.784$ .

Знаходимо значення

$$a_n(\xi_2) = \xi_2 + \frac{\alpha_{m1} - \xi_2(1 - \beta\xi_2)}{1 - \delta} k_s(\xi_2) = 1,0873 + \frac{0,419 - 1,0873 * (1 - 0,4511 * 1,0873)}{1 - 40/360} * 1,143$$

$$= 0,913 \leq a_n = 1,0873$$

$$\alpha_n(\xi_2) = \xi_2 + \frac{\alpha_{m1} - \xi_2(1 - \beta\xi_2)}{1 - \delta} k_s(\xi_2) =$$

$$= 0,84980 + \frac{0,419 - 0,84980(1 - 0,4511 * 0,84980)}{1 - 40/460} * 0,684 = 0,77 \leq \alpha_n = 0,84980$$

Оскільки ми одразу отримуємо менше значення – це означає, що арматура приймається конструктивно.

За конструктивними вимогами кількість поздовжньої арматури повинна бути не менше ніж  $A_{s,min}$ :

$$A_{st} = A_{sc} \geq A_{s,min} = \frac{0.1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} \quad \text{або} \quad A_s \geq 0.002 A_c \quad (\text{більша із величин}).$$

$$\frac{0,1 N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 * 2546,14}{43470} = 0,00585 \text{ м}^2 ;$$

$$0,002 A_c = 0,002 * 400 * 400 = 320 \text{ мм}^2$$

і не більше  $A_{s,max} = 0,04 A_c = 0,04 * 4002 = 6400 \text{ мм}^2$ , тому остаточно приймаємо потрібне розрахункове армування  $A_s = 585 \text{ мм}^2$ .

Вибираємо із сортаменту 4 Ø18 А500С + 4 Ø20 А500С з

$$A_s = 1018 + 1257 = 2275 \text{ мм}^2 > 585 \text{ мм}^2$$

Поперечне армування колони передбачається у вигляді замкнених хомутів, які забезпечують просторову роботу арматурного каркасу та запобігають втраті стійкості поздовжніх стержнів.

Оскільки розглянута колона сприймає переважно стискаюче зусилля з незначним впливом поперечних сил, визначення поперечної арматури розрахунком не виконується. Її параметри призначаються відповідно до конструктивних вимог чинних нормативних документів.

Відповідно до вимог ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010 (Єврокод 2), для поперечного армування прийнято хомути діаметром Ø8 мм класу А240С.

Крок встановлення хомутів визначається з урахуванням нормативних обмежень:

-не більше 15 діаметрів поздовжньої арматури;

-не більше мінімального розміру поперечного перерізу елемента;

не більше 500 мм.

Для прийнятої поздовжньої арматури ( $d = 18 \text{ мм}$ ) граничний крок становить:

$$15d = 270 \text{ мм}.$$

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

### 3.1 Організація підготовчого періоду

Підготовчий період вважається одним із основних етапів будівельного процесу, оскільки саме він визначає ефективність та безпеку подальших будівельних і монтажних робіт. Організація цього періоду передбачає низку організаційних, технічних та виробничих заходів, спрямованих на створення необхідних умов для впорядкованого та безперебійного виконання робіт.

Спочатку здійснюються організаційні та підготовчі заходи, серед яких участь підрядника в тендерах, укладення договірних зобов'язань із замовником, постачальниками та субпідрядниками, а також закупівля необхідних матеріалів та обладнання. Паралельно з цим готується первинна документація для отримання дозволів та необхідних погоджень відповідно до чинних нормативних вимог. Важливу роль на цьому етапі відіграють підготовка будівельного майданчика та забезпечення фінансування робіт.

Підготовка до власне будівництва включає розробку проектної та кошторисної документації, складання робочих проектів, а також виконання комплексу підготовчих робіт, пов'язаних з інженерним облаштуванням будівельного майданчика. Одночасно з цим організовується сам процес будівництва: розробляються організаційні плани виконання робіт, розраховуються потреби в людських, матеріальних та технічних ресурсах, а також розподіляються завдання між учасниками будівельного процесу.

Значна увага приділяється підготовці до будівельних та монтажних робіт, що включає інженерно-геодезичні вимірювання, планування будівельного майданчика, облаштування інженерних комунікацій та заходи з протипожежного захисту. Завдяки цим заходам будівельний майданчик стає готовим до початку основного етапу будівництва.

Етап підготовки до реалізації проєкту також передбачає розробку плану організації будівництва та плану виконання робіт, а також планування будівельних процесів і проведення підготовчих робіт як на території

будівельного майданчика, так і за його межами. Серед цих робіт: будівництво під'їзних доріг до майданчика, прокладення інженерних мереж, монтаж систем зв'язку та протипожежних систем. Геодезичні вимірювання, розчищення та вирівнювання землі, прокладення мереж, а також будівництво тимчасових доріг та огорож виконуються безпосередньо на майданчику проекту.

### 3.2 Технологічна карта на влаштування буронабивних паль

Було підготовлено технічний план встановлення бурових опор діаметром 324 мм і довжиною 12 метрів із використанням бурової установки BAUER BG-9. Роботи проводяться на будівельному майданчику в місті Харкові з дотриманням чинних будівельних норм і правил.

### 3.3 Організація та технологія робіт

#### 3.3.1 Підготовчі роботи

Підготовчі роботи включають нанесення геодезичних позначок на осі фундаментного поля відповідно до проектної документації. Спочатку проводиться вирівнювання майданчика, прокладання під'їзних доріг та підключення тимчасових інженерних комунікацій. Перед початком основних робіт організовується доставка та розвантаження арматурних конструкцій.

#### 3.3.2 Основні технологічні процеси

Основний технологічний процес полягає у бурінні свердловин за допомогою установки BAUER BG-9 до визначеної в проекті висоти — 12 метрів. Після досягнення необхідної глибини в свердловину опускається арматурний каркас, виготовлений відповідно до вимог проекту.

Заливка бетону здійснюється методом вертикального переміщення труби, що запобігає утворенню порожнин або розшаруванню бетонної суміші. Суміш доставляється на будівельний майданчик за допомогою мобільної бетономішалки SB-159A і закачується через занурену бетоноливарну трубу до дна свердловини. Під час бетонування трубу поступово піднімають, при цьому її нижній край весь час залишається зануреним у бетон на відстань не менше 1,5 метра. Процес контролюється за

допомогою журналу, в якому фіксуються обсяг закачаної суміші, час виконання робіт, глибина занурення труби, а також перевіряються однорідність суміші та її температура.

Після завершення укладання бетону бетонну трубу витягують, а головку штиря формують шляхом закачування додаткової кількості бетонної суміші з гравітаційного випускника пересувної бетономішалки.



Рис. 3.1 - Автобетонозмішувач СБ-159А

Для подавання бетонної суміші задіюють автобетонозмішувач СБ-159А, технічні характеристики якого зведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики автобетонозмішувача СБ-159А

| Параметр                           | Значення                                 |
|------------------------------------|--|
| Тип установки                      | Автобетонозмішувач з самозавантаженням   |
| Об'єм бетонозмішувального барабана | 5 м <sup>3</sup>                         |
| Продуктивність по готовій суміші   | до 20 м <sup>3</sup> /год                |
| Привід                             | Дизельний двигун потужністю 110–150 к.с. |
| Система вивантаження               | Гравітаційна або примусова через лоток   |
| Кут нахилу лотка                   | Регульований, до 30°                     |
| Швидкість подачі                   | 0,8 – 1,2 м <sup>3</sup> /хв             |

### 3.3.3 Вибір машин та механізмів

Бурова установка BAUER BG-9 використовується для буріння; вона забезпечує необхідну глибину та діаметр свердловини, має достатній крутний момент і відповідає умовам на місці робіт.

Бурова установка BAUER BG-9 має такі характеристики:

- Максимальна глибина буріння: 24 м
- Максимальний діаметр буріння: 800 мм
- Крутний момент: 93,4 кН·м
- Маса установки: 39,2 т
- Двигун: потужність 122,83 кВт



Рис. 3.2 - Бурова установка BAUER BG-9

### 3.3.4 Контроль якості

Контроль якості робіт включає перевірку вертикальності свердловин за допомогою геодезичних приладів, контроль показників бетонної суміші (осідання конуса та температура), а також ведення журналу бетонування з фіксацією основних технічних параметрів.

### 3.3.5 Охорона праці

Роботи проводяться відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці та промислова безпека у будівництві». Працівникам видають засоби

індивідуального захисту, а перед початком робіт здійснюють обов'язкові інструктажі з охорони праці.

### 3.4 Технологічна карта на зведення типового поверху

Типовий поверх одноступінної будівлі зводиться відповідно до технічного плану, в якому визначено послідовність підготовчих робіт та робіт із заливки фундаментного бетону, а також заходи з охорони праці та контролю якості.

Перед початком робіт із заливки бетону необхідно перевірити стійкість, міцність та відповідність будівельних риштувань, опалубних систем та захисних огорож. Особливу увагу приділяють справності обладнання, що використовується для приготування, транспортування та заливки бетонної суміші, зокрема контейнерів, бункерів, бетононасосів та підйомних механізмів. Працівникам надаються необхідні засоби індивідуального захисту відповідно до характеру роботи.

Під час експлуатації бетономішалок дотримуються правил техніки безпеки, які передбачають, що очищення завантажувальних каналів дозволяється лише після надійного закріплення ковша у піднятому положенні. Очищення барабана та каналів здійснюється лише після повної зупинки машини та відключення її від електромережі.

Арматуру обробляють у спеціально відведених, огорожених місцях. Для її вирівнювання та різання використовують справне обладнання, що дозволяє безпечно працювати з елементами різної довжини. Готову арматуру зберігають у відведених для цього місцях, а у вузьких проходах кінці прутків накривають захисними пластинами.

Вертикальні будівельні конструкції монтуються з робочих майданчиків шириною не менше 0,8 м. Під час виконання робіт на висоті в зоні монтажу конструкцій встановлюються огороження або використовуються страхувальні ремені.

Перед заливкою бетонної суміші перевіряють справність вібраційного обладнання та надійність його з'єднань. Під час перекачування суміші бетононасосами забезпечується вільний доступ до вертикальних труб для

транспортування бетону. Монтаж та демонтаж трубопроводів для транспортування бетону здійснюються з дотриманням вимог безпеки; зокрема, демонтаж дозволяється лише після зниження тиску в системі до атмосферного рівня. Очищення трубопроводів для транспортування бетону проводиться з безпечної відстані з використанням захисних огорож.

Демонтаж опалубки дозволяється лише після того, як бетон набере не менше 70 % проектної міцності, та за згодою технічного нагляду. Під час демонтажу вживаються заходи для запобігання падінню елементів опалубки, а також виконуються вимоги виробника щодо експлуатації систем збірної опалубки. Стороннім особам заборонено перебувати на секціях опалубки та риштуваннях. Під час електричного нагрівання бетону обладнання заземлюють, використовують ізольовані кабелі та забезпечують цілодобовий нагляд з боку кваліфікованого електрика.

### 3.5 Влаштування залізобетонного каркаса

Зведення залізобетонного каркаса верхньої частини будівлі здійснюється послідовно у два етапи з використанням баштового крана та плиткових опалубок. Такий підхід до організації робіт забезпечує безперервність процесу та раціональне використання людських і технічних ресурсів.

На підготовчому етапі на будівельному майданчику облаштовуються зони для прийому та зберігання опалубки, арматури, матеріалів та обладнання. Проводиться геодезична зйомка для визначення осей стін, вирівнювання поверхні перекриття та очищення фундаменту. Опалубку, кріплення до неї, арматуру та інструменти доставляють на будівельний майданчик і розміщують якомога ближче до робочої зони, щоб мінімізувати перевезення всередині майданчика.

Перед укладанням бетонної суміші встановлену опалубку перевіряють на відповідність робочим кресленням та правильність монтажу. У разі виявлення будь-яких деформацій або відхилень їх усувають до початку процесу заливки бетону.

Опалубку демонтують після того, як бетон набере необхідну міцність, та за згодою технічного нагляду. Навантаження на конструкції допускається лише після випробування контрольних зразків бетону.

Після кожного циклу використання опалубки перевіряють з'єднувальні елементи, очищають поверхні від залишків бетонної суміші та наносять спеціальні змащувальні матеріали. Тип і кількість змащувального матеріалу підбирають відповідно до його виду.

Коли бетон, використаний у стінах, досягає приблизно 30 % від проектної міцності, стінові опалубки демонтують і встановлюють опалубки з водостійкої фанери на дерев'яні балки для формування стельових плит. Бетонну суміш закачують у відра місткістю 1 м<sup>3</sup> і ущільнюють за допомогою вібраційного обладнання.

Конструкції зміцнюють шляхом монтажу арматурних каркасів із дотриманням проектних вимог щодо захисного шару бетону. Перед заливкою бетону форми очищають, перевіряють обладнання та складають акт про виконання прихованих робіт.

### 3.5.1 Опалубка

Однорідні конструкції типових поверхів (колони, перегородки, стіни та стельові плити) зводяться з використанням стандартних, розбірних та багаторазових плитних опалубок. Це забезпечує необхідну геометричну точність конструкцій, можливість повторного використання та механізований монтаж за допомогою баштового крана. Система опалубки розроблена та впроваджена відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції» та ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці та техніка безпеки у будівельній галузі».

Система опалубки складається з опалубних панелей розмірами 600×3000 мм та 450×3000 мм, опор, стрижнів, клинових затискачів та риштування. Панелі встановлюються у визначених у проекті місцях за допомогою крана, з'єднуються між собою за допомогою клинових затискачів, а потім закріплюються на опорах для забезпечення їхньої

стійкості та витримки бічного тиску бетонної суміші. Точність виготовлення та монтажу опалубки повинна відповідати вимогам ДБН В.2.6-98:2009.

Перед монтажем опалубку перевіряють на відсутність дефектів, очищають від залишків бетону та змащують маслом, що полегшує процес її демонтажу. Після встановлення опалубки у визначеному проектом місці перевіряють правильність складання, надійність кріплення несучих та захисних елементів, а також розташування арматурних конструкцій та вбудованих деталей. По периметру опалубки стельових плит встановлюють захисну огорожу.

Опалубку з вертикальних конструкцій (колон, перекриттів, стін) можна знімати після того, як бетон набере міцність не менше 0,3 МПа, що на практиці відбувається через добу після завершення бетонування. Демонтаж опалубки бетонних плит здійснюється у напрямку від центру до країв і лише після того, як бетон досягне не менше 70 % проектної міцності, за умови отримання згоди технічного нагляду. Демонтаж проводиться з дотриманням заходів щодо запобігання падінню елементів опалубки. Перелік елементів опалубки та їх кількість наведено у специфікації елементів опалубки (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 - Відомість елементів опалубки

| Поз. | Найменування           | Од. вим. | Кількість |
|------|------------------------|----------|-----------|
| 1    | Опалубний щит 600×3000 | шт.      | 4         |
| 2    | Опалубний щит 450×3000 | шт.      | 4         |
| 3    | Розкіс підпирний       | шт.      | 22        |
| 4    | Шкворінь               | шт.      | 6         |
| 5    | Замок клиновий         | шт.      | 8         |
| 6    | Підмости               | компл.   | 1         |

### 3.5.2 Технологічний розрахунок

Технологічний розрахунок здійснюють задля визначення обсягів робіт зі зведення плити типового поверху монолітного каркаса,

Вихідні дані:

- об'єм плити – 20,25 м<sup>3</sup>;

- площа опалубки – 111,15 м<sup>2</sup>;
- маса арматури – 3,36 т;
- склад ланки теслярів – 3 особи;
- склад ланки арматурників – 3 особи;
- склад ланки бетонярів – 2 особи.

Трудомісткість робіт:

- улаштування опалубки – 5,17 люд.-зм.;
- монтаж арматури – 5,72 люд.-зм.;
- бетонування – 0,57 люд.-зм.;
- демонтаж опалубки – 5,17 люд.-зм.

Тривалість виконання робіт визначається за формулою:

$$t = Q / n,$$

де:

t – тривалість виконання робіт, змін;

Q – трудомісткість робіт, люд.-зм.;

n – кількість робітників у ланці.

Улаштування опалубки:

$$t_1 = 5,17 / 3 = 1,72 \text{ зміни.}$$

Приймаємо 2 робочі дні.

Монтаж арматурного каркаса:

$$t_2 = 5,72 / 3 = 1,91 \text{ зміни.}$$

Приймаємо 2 робочі дні.

Укладання бетонної суміші:

$$t_3 = 0,57 / 2 = 0,29 \text{ зміни.}$$

Приймаємо 1 робочий день.

Технологічна перерва:

Приймаємо 2 робочі днів згідно з ДБН.

Демонтаж опалубки:

$$t_4 = 5,17 / 3 = 1,72 \text{ зміни.}$$

Приймаємо 2 робочі дні.

Загальна тривалість виконання робіт:

$$T = 2 + 2 + 1 + 7 + 2 = 14 \text{ днів.}$$

Отже, тривалість виконання робіт з улаштування монолітної плити перекриття об'ємом 20,25 м<sup>3</sup> становить 14 робочих днів.

### 3.5.3 Вибір монтажного крана

Баштовий кран для монтажних робіт підбирається на основі розрахунків необхідної вантажопідйомності, висоти підйому гака та довжини стріли крана. Вага конструкції розраховується як сума ваги елементів конструкції та ваги кріпильних пристроїв. Висота підйому гака враховує надлишкову висоту над рівнем монтажу, запас висоти, висоту елемента в монтажному положенні та висоту тросів.

Технічні параметри баштового крана для монтажних робіт:

#### 1. Монтажна маса (Q<sub>м</sub>):

Необхідна вантажопідйомність вантажозахоплювальних елементів (Q<sub>е</sub>), пристроїв (Q<sub>д</sub>) і вантажозахоплювальних пристроїв (Q<sub>г</sub>).

$$Q_m = Q_e + Q_{стр}$$

#### 2. Висота підйому гака (H<sub>к</sub>):

$$H_k = h_0 + h_3 + h_e + h_{стр}, \text{ де}$$

- h<sub>0</sub> - збільшення монтажного горизонту над рівнем положення крана,
- h<sub>3</sub> - запас висоти (1 м).
- h<sub>е</sub> - висота елемента в монтажному положенні,
- h<sub>стр</sub> - висота стропуч. Засобу.

#### 3. Виліт стріли (L<sub>к</sub>):

$$L_k = a/2 + b + c, \text{ де}$$

- a - ширина колії,
- b - відстань від осі кранової рейки до найближчої виступаючої частини будівлі,
- c - відстань від центру ваги елемента до виступаючої частини будівлі з боку крана.

$$a = 7,5 \text{ м}, B = 2,6 \text{ м}, C = 2 \text{ м}$$

$$L_k = 7,5/2 + 15 + 2 = 20,75 \text{ м}$$

За розрахованими параметрами вибираємо баштовий кран КБ-503:

$$Q_M = 8 \text{ т}$$

$$L_k = 20,75 \text{ м}$$

$$H_k = 54 \text{ м}$$

Виліт стріли обчислюють з огляду на ширину колії крана, відстань від осі кранової рейки до виступних частин будівлі та положення центра ваги монтажного елемента. За одержаними розрахунковими параметрами для виконання робіт обрано баштовий кран КБ-503 із вантажопідйомністю 8 т, вильотом стріли 20,75 м і висотою підйому гака 54 м.



Рис. 3.3 - Баштовий кран КБ-503

### 3.6 Будівельний генеральний план

Було підготовлено загальний план будівельних робіт за проектом на період зведення верхньої частини будівлі; він є основним документом, що визначає просторову організацію будівельного майданчика. План відображає розміщення будівель, тимчасових та постійних споруд, транспортних та пішохідних шляхів, зон зберігання, інженерних мереж та засобів безпеки.

У межах будівельного майданчика виділено маршрути руху, включаючи протипожежні проїзди, а також систему тимчасових огорож і

постійних маршрутів для руху будівельної техніки. Місця розташування складів матеріалів, запасних частин та готових конструкцій визначено з метою зменшення кількості перевезень у межах майданчика та спрощення доставки матеріалів до робочих ділянок.

Генеральний план передбачає створення тимчасових систем водо-, електропостачання та паропостачання, розміщення пожежних гідрантів, встановлення систем освітлення та використання наявних постійних інженерних мереж. Також визначено допоміжні виробничі потужності та тимчасові будівлі, призначені для побутових потреб і зберігання, тоді як постійні будівлі, наскільки це можливо, використовуються для задоволення потреб будівництва.

З метою забезпечення безпечного та безперервного транспортного сполучення на території об'єкта облаштовано два виїзди для автомобілів, оснащені воротами шириною 6 метрів. Тимчасові дороги спроектовано з урахуванням розмірів вантажів, інтенсивності руху та послідовності будівельних робіт. Створено кільцевий маршрут для транспорту, що забезпечує ефективний доступ до основних зон об'єкта та інженерних споруд.

При проектуванні доріг на території об'єкта, де це технічно можливо, використовуються постійні транспортні шляхи. До 65 % постійних доріг адаптовано до потреб будівництва, що зменшує обсяг тимчасових робіт та підвищує економічну ефективність організації будівельних процесів.

### 3.7 Охорона праці

Забезпечення безпечних умов праці під час підготовчого етапу є обов'язковою складовою організації будівельних робіт і здійснюється відповідно до вимог чинних нормативних документів, зокрема Національного будівельного стандарту ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці та безпека у будівельній галузі». Усі роботи виконуються з дотриманням встановлених правил та стандартів, що регулюють безпечну експлуатацію будівельного обладнання, механізмів та інструментів.

Під час планування будівельного майданчика вживаються заходи для виявлення, оцінки та позначення зон, що становлять потенційну небезпеку. Ці зони обладнуються попереджувальними знаками, огорожами та іншими засобами колективного захисту з метою запобігання травмуванню працівників та сторонніх осіб.

Дотримання встановленої послідовності доставки матеріалів, конструкцій та обладнання на будівельний майданчик є важливим елементом безпеки. Продумана організація транспортних операцій на території майданчика дозволяє уникнути перевантаження майданчика, зменшити ризик нещасних випадків та забезпечити безпечні умови для виконання робіт.

Особлива увага приділяється огороженню периметра опалубки для лиття перекриттів та захисту технічних і монтажних отворів. Ці заходи спрямовані на запобігання падінню робітників з висоти та забезпечення відповідності умов праці вимогам охорони праці. Застосування комплексу організаційних та технічних заходів дозволяє створити безпечні умови праці та зменшити виробничі ризики на будівельному майданчику.

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Зведення 16-поверхового житлового будинку у Харкові - це масштабний будівельний процес, що передбачає залучення значної кількості робітників різних спеціальностей, у тому числі бетонників, які виконують одні з найвідповідальніших та найнебезпечніших операцій на об'єкті. Специфіка роботи бетонника полягає у приготуванні, транспортуванні, укладанні та ущільненні бетонної суміші при зведенні конструкцій різної висотності, що створює цілий комплекс небезпечних та шкідливих виробничих факторів. З огляду на це, питання охорони праці набувають особливого значення.

Правовою основою забезпечення безпечних і здорових умов праці в Україні є Конституція України, яка гарантує кожному громадянину право на безпечні умови праці та відповідний рівень охорони здоров'я. Центральним нормативним актом у сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці», що встановлює обов'язки роботодавців щодо створення належних умов праці, проведення інструктажів, забезпечення засобами індивідуального захисту та організації медичних оглядів. Кодекс законів про працю України регулює трудові відносини, тривалість робочого часу та відпочинку, порядок розслідування нещасних випадків.

Для будівельної галузі особливе значення мають галузеві нормативи. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» визначає вимоги до організації будівельного майданчика, порядку виконання будівельно-монтажних робіт та забезпечення безпеки на висоті. Правила охорони праці при виконанні бетонних робіт містяться в НПАОП 45.2-1.02-90 «Правила з охорони праці при будівництві та ремонті об'єктів». Ці документи визначають, зокрема, вимоги до огороження опалубки, правила роботи з вібраційним обладнанням, норми освітленості робочих місць та вимоги до підймальних механізмів при подачі бетону.

Загальна класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів здійснюється відповідно до ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та

визначення основних понять». Умови праці бетонника класифікуються за Наказом МОЗ України № 248 від 08.04.2014 «Про затвердження Гігієнічної класифікації праці», яким встановлені граничні допустимі рівні та концентрації шкідливих факторів.

У зв'язку з введенням воєнного стану в Україні нормативна база охорони праці доповнена Законом України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану», що регулює особливості трудових відносин у воєнний час. Харків як прифронтове місто перебуває в зоні підвищеного ризику ракетних та артилерійських обстрілів, що вимагає включення заходів цивільного захисту до системи охорони праці на будівельному майданчику.

Метою даного розділу є виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочому місці бетонника при зведенні 16-поверхового будинку, оцінка ризику їх реалізації та розробка конкретних організаційно-технічних заходів, спрямованих на покращення умов праці і зниження рівня травматизму.

#### 4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек

Бетонник при зведенні багатоповерхового будинку виконує роботи в складних умовах: укладання бетонної суміші в опалубку, ущільнення суміші за допомогою глибинних вібраторів, виготовлення та встановлення опалубки, укладання арматури, догляд за бетоном, що твердне. Зазначені роботи виконуються на різних горизонтах споруди, включаючи висоти понад 10 м від поверхні землі, у різних погодних умовах, нерідко із застосуванням баштових кранів та бетононасосів.

Відповідно до ДСТУ 2293:2014, на робочому місці бетонника присутні наступні групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Фізичні фактори є основними для даної спеціальності. Розташування робочого місця на висоті понад 1,3 м від рівня підлоги або перекриття є постійним чинником: при зведенні верхніх поверхів бетонник працює на опалубці, що не має суцільного захисного огороження по всьому периметру. Це становить загрозу падіння з висоти - одного з найпоширеніших видів

травматизму у будівництві. Рухомі механізми та обладнання представлені баштовим краном, який подає бетон у бадді, бетономішалками, бетононасосом із шлангами під тиском. Контакт із рухомими частинами або неконтрольоване переміщення вантажу в радіусі дії крана становить небезпеку травмування. Підвищений рівень вібрації виникає при роботі з глибинними вібраторами та вібраційними рейками: тривалий вплив вібрації на руки оператора може спричинити вібраційну хворобу. Підвищена запиленість повітря робочої зони утворюється при підготовці сухих сумішей, сипанні цементу, зачистці опалубки - концентрація цементного пилу може перевищувати ГДК. Підвищений рівень шуму від роботи бетонозмішувача, вібраторів, крана та будівельного майданчику в цілому досягає 90–100 дБА при нормі 80 дБА. Недостатня освітленість виникає при виконанні робіт у вечірній та нічний час, всередині опалубки або перекриттів, де природне світло відсутнє.

Хімічні фактори пов'язані насамперед із компонентами бетонної суміші. Цемент та його похідні є дратівливими речовинами, що впливають на слизові оболонки та шкіру: лужний розчин цементу спричиняє хімічні опіки при контакті зі шкірою та очима. Хімічні добавки-пластифікатори та прискорювачі тверднення можуть виділяти шкідливі речовини при змішуванні або у разі попадання на шкіру.

Психофізіологічні фактори обумовлені важкістю та монотонністю праці. Бетонник виконує значні фізичні навантаження при ручному укладанні та ущільненні бетону, перенесенні шлангів бетононасоса, встановленні та розбиранні опалубки. Статичні перевантаження виникають при утриманні вібратора в одному положенні протягом тривалого часу. Робота в умовах постійного шуму та в незручних позах (нахилений, навколішки) збільшує нервово-психічне навантаження.

Окрему групу становлять небезпеки, пов'язані з воєнною агресією: ризик ракетного або артилерійського обстрілу під час виконання робіт на відкритому будівельному майданчику, необхідність екстреної евакуації з висотних позицій, можливість вторинного осколкового ураження.

Аналіз показує, що умови праці бетонника відносяться до 3-го класу шкідливості (шкідливі умови) за більшістю чинних факторів. Повне усунення більшості з них є технічно можливим або реалістичним через впровадження організаційних і технічних заходів, які детально розглянуті в підрозділі 4.4.

#### 4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек

Оцінка ризиків виконана із застосуванням матричного методу, що базується на визначенні категорії серйозності небезпеки та рівня ймовірності її реалізації. Відповідно до методики, наведеної у Додатку 2 методичних вказівок кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності ХНУМГ імені О. М. Бекетова, результуючий індекс ризику визначається перетином рядка ймовірності та стовпця серйозності в матриці оцінки ризику.

Результати оцінки ризиків для робочого місця бетонника зведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Оцінка ризику реалізації небезпек на робочому місці бетонника

| Небезпека  | Категорія серйозності | Рівень ймовірності | Індекс ризику | Класифікація ризику             |
|--|-----------------------|--------------------|---------------|---------------------------------|
| Падіння з висоти при роботі на опалубці                    | I – Катастрофічна     | B – Вірогідна      | 1B            | Неприпустимий (надмірний)       |
| Травмування рухомими частинами механізмів (кран, вібратор) | II – Критична         | C – Випадкова      | 2C            | Небажаний (гранично допустимий) |
| Хімічний опік від цементного розчину                       | III – Гранична        | A – Часта          | 3A            | Неприпустимий (надмірний)       |
| Вібраційна хвороба від тривалої роботи з вібратором        | II – Критична         | D – Віддалена      | 2D            | Небажаний (гранично допустимий) |
| Ураження електричним струмом від інструменту               | I – Катастрофічна     | D – Віддалена      | 1D            | Небажаний (гранично допустимий) |
| Ураження при ракетному/артилерійському обстрілі            | I – Катастрофічна     | C – Випадкова      | 1C            | Неприпустимий (надмірний)       |

Аналіз матриці показує, що три небезпеки з шести мають неприпустимий (надмірний) рівень ризику - падіння з висоти, хімічний опік та ризик при воєнних обстрілах. Для них необхідне впровадження конкретних технічних заходів захисту, а організаційних заходів недостатньо. Три небезпеки класифіковані як небажані (гранично допустимі), що вимагає як організаційних, так і технічних рішень.

#### 4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів

На підставі результатів оцінки ризиків для кожної виявленої небезпеки розробляються конкретні заходи. При надмірному ризику пріоритет надається технічним рішенням, при гранично допустимому - поєднанню технічних та організаційних заходів.

Заходи щодо запобігання падінню з висоти. Основним технічним заходом є облаштування суцільного захисного огородження по периметру опалубки та перекриттів на висоті від 1,3 м і вище. Відповідно до ДБН А.3.2-2-2009, огородження повинне мати висоту не менше 1,1 м, складатися з поручня, середнього бортового елемента та суцільного бортового настилу висотою не менше 0,15 м. Усі отвори в перекриттях, що відкриті для виконання бетонних робіт, повинні бути огорожені або закриті міцними щитами. Для підймання та спускання бетонника на робочі горизонти необхідно влаштувати стаціонарні сходи з поручнями та маршевою сходишковою конструкцією, а не приставні драбини. Бетонники зобов'язані застосовувати страхувальні пояси з прикріпленням до надійних конструктивних елементів при виконанні робіт поблизу незахищених країв. Організаційно необхідно: щоденний огляд стану огорожень майстром перед початком зміни; проведення цільового інструктажу при зміні робочого горизонту; заборона виконання бетонних робіт поблизу незахищених прольотів без страхування; призначення відповідальної особи за стан засобів колективного захисту на кожному горизонті.

Заходи щодо зниження вібраційного навантаження. Рівень вібрації при роботі з глибинними вібраторами в точці контакту з руками оператора може

перевищувати нормовані значення. Технічними заходами є застосування вібраторів з вбудованою антивібраційною рукояттю, що знижує передачу вібрації в зону рукоятки на 40–60%; регулярне технічне обслуговування вібраторів з перевіркою балансування робочих органів; використання антивібраційних рукавиць класу захисту не нижче 3 відповідно до EN ISO 10819 :2018. Організаційно встановлюється регламентований режим праці: тривалість безперервної роботи з вібруючим інструментом не повинна перевищувати 15–20 хв, після чого обов'язкова перерва тривалістю 10 хв. Загальна тривалість роботи з вібруючим інструментом за зміну не повинна перевищувати 2/3 тривалості зміни.

Заходи щодо захисту від хімічного впливу. Цементний розчин має рН 12–13, що спричиняє лужні опіки при тривалому контакті зі шкірою. Всі бетонники повинні бути забезпечені: захисними рукавичками з водонепроникного матеріалу (гума або нітрил); захисними окулярами закритого типу; захисними чоботами з кислотостійкою підшвою; спецодягом з довгими рукавами, що перекривається з рукавичками. На робочому місці обов'язково повинна знаходитися ємність з чистою водою для негайного промивання при потраплянні розчину на шкіру або в очі. Забороняється торкатися обличчя незахищеними руками під час роботи. Після зміни необхідно ретельне миття рук та відкритих ділянок шкіри з нейтральним мийним засобом.

Заходи щодо забезпечення електробезпеки. Всі електроінструменти та електрообладнання на будівельному майданчику повинні живитися від розподільних щитів зі стаціонарним захисним відключенням (ПЗВ з уставкою струму не більше 30 мА). Подовжувальні кабелі та шнури не повинні перетинатися з арматурою або залізобетонними конструкціями без спеціальних ізоляційних підкладок. Перед початком кожної зміни відповідальна особа перевіряє цілісність ізоляції кабелів. Забороняється використання пошкодженого електроінструменту або кабелів з пошкодженою ізоляцією. Глибинні вібратори класу II і вище повинні мати подвійну ізоляцію

або підключатися через захисне заземлення.

Заходи з нормалізації освітленості. Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 "Природне і штучне освітлення", мінімальний рівень освітленості при виконанні бетонних робіт повинен становити не менше 100 лк на горизонтальній поверхні. При роботі у вечірній та нічний час, а також всередині опалубних систем необхідно встановлювати переносні прожектори або будівельні проліки. Кабелі тимчасового освітлення повинні монтуватися на висоті не менше 3,5 м або прокладатися в захисних коробах.

#### 4.4.1 Заходи безпеки в умовах військової агресії

Харків перебуває в зоні постійного ризику ракетних, артилерійських та авіаційних обстрілів, що вносить принципово нові елементи небезпеки у будівельний процес. Ця обставина потребує окремого блоку заходів, що інтегруються у загальну систему охорони праці на об'єкті.

*Організаційні заходи в умовах воєнного стану.* Роботодавець зобов'язаний визначити та обладнати укриття (або найближче підвальне приміщення) для всіх працівників, задіяних на будівельному майданчику. Відстань від найвіддаленішого робочого місця до укриття не повинна перевищувати двох хвилин ходи пішки на рівні землі. На об'єкті призначається відповідальний за цивільний захист, у чії обов'язки входить щоденний моніторинг сигналів повітряної тривоги та оперативне оповіщення бригад. На кожному горизонті споруди вивішується план евакуації з позначенням шляхів спуску та місця збору.

*Технічні заходи.* На будівельному майданчику встановлюються гучномовці або сирени, підключені до системи оповіщення цивільної оборони. Роботодавець забезпечує наявність мобільних засобів зв'язку у бригадирів та в кожній ланці. Укриття оснащується аптечкою першої допомоги, запасом питної води (розрахунок на 24 год.), ліхтарями з запасними акумуляторами, а також пристроями для моніторингу повітряних тривог (додаток до смартфона, радіоприймач).

*Заходи в момент сигналу тривоги.* При оголошенні повітряної тривоги

всі роботи на будівельному майданчику негайно зупиняються. Бетонники, що знаходяться на висоті, спускаються за встановленим маршрутом - забороняється залишати вибухонебезпечне обладнання (бетонний насос під тиском) без приведення його у безпечний стан. Двигуни бетонозмішувачів і кранів вимикаються. Бригадир фіксує кількість евакуйованих і доповідає відповідальному за цивільний захист. Повернення до роботи дозволяється лише після отримання сигналу «Відбій тривоги».

*Додаткові заходи.* Враховуючи ризики, пов'язані з наслідками бойових дій, майданчик огорожується таким чином, щоб мінімізувати наліт уламків і захистити зону виконання бетонних робіт від вибухової хвилі. Бетонні насоси та баки з хімічними добавками розміщуються з підвітряного боку та захищаються від прямого впливу зовнішніх уражаючих факторів. Роботи на відкритих конструкціях на великій висоті в умовах активного обстрілу забороняються без відповідного дозволу відповідального інженера.

#### 4.5 Висновки

У ході виконання розділу «Охорона праці» проведено аналіз умов праці та виявлено основні небезпечні і шкідливі виробничі фактори на робочому місці бетонника при зведенні 16-поверхового житлового будинку у Харкові. Встановлено, що найбільш значущими є: ризик падіння з висоти (індекс ризику 1В - неприпустимий), хімічне ураження цементним розчином (3А - неприпустимий), вібраційне навантаження (2D - небажаний), ураження електричним струмом (1D - небажаний), а також ризики, пов'язані з воєнною агресією (1С - неприпустимий).

Для небезпек з неприпустимим рівнем ризику розроблено конкретні технічні заходи: облаштування суцільних захисних огорожень висотою 1,1 м по всьому периметру опалубки та перекриттів, забезпечення засобами індивідуального захисту від хімічного ураження (рукавички, окуляри, спецодяг), впровадження системи оповіщення та укриттів для захисту від наслідків обстрілів.

Для небезпек з гранично допустимим рівнем ризику впроваджено організаційно-технічні заходи: регламентація режиму роботи з вібруючим інструментом, застосування ПЗВ та регулярна перевірка ізоляції, проведення цільових інструктажів.

Реалізація запропонованих заходів дозволить знизити рівень виробничого травматизму та профзахворюваності серед бетонників, привести умови праці у відповідність до вимог чинної нормативної бази, а також забезпечити захист персоналу в умовах воєнного стану.

### Список літератури

1. Закон України «Про охорону праці» : від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (в редакції Закону № 229-IV від 21.11.2002) // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 2. – Ст. 10.  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
2. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 24 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=61781](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=61781)
3. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248. – Київ : МОЗ України, 2014.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=58074](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58074)
4. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 136 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=97101](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=97101)
5. Інноваційні технології каркасного будівництва : навч. посібник / Г.М. Тонкачєєв, О.С. Молодід, В.Г. Тонкачєєв, О.Г. Шандра : Під ред. проф. Г.М. Тонкачєєва. К.: Видавництво Ліра-К. 2024. 316 с.
6. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>
7. Теліченко О.І., Нагорний М.В. Зведення і монтаж будівель та споруд : навч. пос. Суми : Видавництво СНАУ, 2020. 197 с.
8. Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. пос. / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачєєв та ін.; За ред. В. К. Черненка. Вид. 1-ше і 2-ге. видання К.: Горобець, 2011. 372 с.: іл.
9. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Із Зміною №1. К. : Міністерство розвитку

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

10. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112670](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112670)
11. ДСТУ-Н Б В 2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. [Чинний від 2014–01–01]. Київ, 2013. 98 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=54094](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=54094)
12. ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій. [Чинний від 2016–04–01]. К. : Мінрегіон України, 2015. 62 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=63372](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=63372)
13. ДСТУ 9243.4:2023. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 59 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=103963](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=103963)
14. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=64463](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=64463)
15. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=60541](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=60541)
16. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 46 с. [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315\\_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315_Organizatsiyabudivelnogo-virobnitstva.pdf)
17. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП45.2-7.02-12) [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=25399](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25399)
18. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2016–10–31]. К. : Мінрегіон України, 2016. 39 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=68456](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=68456)

19. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна №1 К. : Мінбуд України, 2006. 75 с.  
[http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=21670106](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=21670106)
20. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019–01–19]. Зі Зміною №1. К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 51 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=59627](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=59627)
21. ДБН В.2.6:220-2017. Покриття будівель і споруд. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 46 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=72201](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=72201)
22. ДБН А.1.1-1:2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 16 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112664](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112664)
23. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2017. 26 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=71184](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=71184)
24. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2019. 50 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=84353](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=84353)
25. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. — Київ : Мінрегіон України, 2019. — 185 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=77080](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77080)
26. ДБН В.2.6-31:2021. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. — Київ : Мінрегіон України, 2022. — 35 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=98037](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98037)
27. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT). — Київ : Мінрегіонбуд України, 2012.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=26636](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=26636)

- 28.ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. — Київ : Мінрегіон України, 2018. — 36 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=82012](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82012)
- 29.ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. — Київ : Мінрегіон України, 2019. — 56 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=82146](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82146)
- 30.ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Київ : Мінрегіон України, 2021. 41 с.  
а. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=98037](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98037)
- 31.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.  
а. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=25761](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25761)
- 32.ДСТУ-Н Б EN 1990:2008. Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, ІДТ). [Чинний від 2013-07-01]. Київ : Мінрегіон України, 2012.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=24946](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=24946)