

**Міністерство освіти і науки України**  
**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**  
**Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»**  
**Кафедра будівництва**

**Клебан Денис Андрійович**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК \_\_\_\_\_  
(індекс)

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

Культурно-діловий центр на 150 відвідувачів в м. Бериславі Херсонської обл.  
з дослідженням високоефективних добавок до бетонів.  
(назва роботи)

Будівництво та цивільна інженерія  
(назва освітньої програми)  
192 – «Будівництво та цивільна інженерія»  
(шифр і назва спеціальності)

**Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело**

Здобувач освітнього ступеня \_\_\_\_\_ (Клебан Денис Андрійович)  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник \_\_\_\_\_ Добрянська Любов Олександрівна к.е.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**

в.о. завідувача кафедри \_\_\_\_\_ (А.В. Андрусак )  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2025 рік

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

Інститут *архітектури та будівництва*

*«ІФНТУНГ-ДонНАБА»*

Кафедра *будівництва*

Спеціальність *192 - “Будівництво та цивільна інженерія”*

ОПП *Будівництво та цивільна інженерія*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о.завідувача кафедри

Андрусак А.В.

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

Студенту Клебану Денису Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Культурно-діловий центр на 150 відвідувачів в м. Бериславі Херсонської обл. з дослідженням високоефективних добавок до бетонів»

Затверджена наказом № 723/7 від 17.11.2025р.

2.Термін здачі студентом закінченої роботи \_\_\_\_\_

3.Вихідні дані до роботи:

місце будівництва - м. Берислав Херсонської обл.;

призначення – культурно-діловий центр на 150 відвідувачів .

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань)

4.1. Архітектурно- будівельний розділ.

4.2. Розрахунково-конструктивний розділ.

4.3. Технологічно-організаційний розділ.

4.4. Наукова робота.

4.5. Економічний розділ.

4.6. Охорона праці.

4.7. Охорона навколишнього середовища.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень)

5.1. Архітектурно-будівельне креслення (фасади, плани, розрізи, вузли, схема генплану) - 2-3 аркуші формату А-1.

5.2. Будівельні конструкції – 1-2 аркуші формату А-1.

5.3 Технологія будівництва - 1-2 аркуші формату А-1.

5.4. Організація будівництва (календарне планування, будгенплан) - 2 аркуші формату А1.

5.5 Наукова робота - графічні залежності, ілюстрації.

Всього 7-10 аркушів формату А1.

6.Консультанти по роботі (за необхідністю).

| Розділ | Консультант | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------|----------------|------------------|
|        |             | Завдання видав | Завдання прийняв |
|        |             |                |                  |
|        |             |                |                  |

7 Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_ / Добрянська Л.О. /  
 Особистий підпис                      Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ / Клебан Д.А. /  
 Особистий підпис      Розшифровка підпису

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Номер і назва етапів роботи           | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|---------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1. Архітектурно- будівельний розділ   |                                |          |
| 2. Розрахунково-конструктивний розділ |                                |          |
| 3. Технологічно-організаційний розділ |                                |          |
| 4. Наукова робота.                    |                                |          |
| 5. Економічний розділ                 |                                |          |
| 6. Охорона праці                      |                                |          |
| 7.Охорона навколишнього середовища.   |                                |          |

Студент \_\_\_\_\_ / Клебан Д.А. /  
 Особистий підпис      Розшифровка підпису

Керівник роботи \_\_\_\_\_ / Добрянська Л.О. /  
 Особистий підпис                      Розшифровка підпису

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| <b>Вступ</b> .....  | 9  |
| <b>Розділ 1. Архітектурно-будівельний</b> .....                                     | 10 |
| 1.1. Планування генерального плану.....   | 10 |
| 1.2. Об'ємно - планувальне рішення .....  | 11 |
| 1.3. Конструктивні рішення .....  | 12 |
| <b>Розділ 2. Розрахунково-конструктивний</b> .....                                  | 17 |
| 2.1. Розрахунок монолітного фундаменту.....   | 17 |
| 2.1.1. Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика.....                      | 17 |
| 2.1.2. Збір навантажень, діючих на фундамент .....                                  | 19 |
| 2.1.3. Проектування стрічкового монолітного фундаменту під внутрішню<br>стіну ..... | 23 |
| 2.1.4. Розрахунок основи стрічкового фундаменту за деформаціями .....               | 24 |
| 2.2. Розрахунок та конструювання багатопустотної плити перекриття .....             | 25 |
| 2.2.2. Розрахунок міцності плити по перерізу нормального до поздовжньої осі.....    | 28 |
| 2.2.3. Розрахунок з утворення тріщин .....  | 29 |
| 2.2.4. Розрахунок плити по розкриттю тріщин, нормальних до поздовжньої<br>осі.....  | 30 |
| <b>Розділ 3. Технологія і організація будівельного виробництва</b> .....            | 31 |
| 3.1. Основні методи виробництва робіт .....   | 31 |
| 3.2. Розрахунок параметрів та вибір монтажного крану.....                           | 34 |
| 3.3. Визначення тривалості будівництва об'єктів.....                                | 36 |
| 3.4. Розрахунок площі тимчасових будівель і споруд.....                             | 38 |
| 3.5. Розрахунок потреби у воді для виконання будівельно-монтажних робіт ..          | 39 |
| 3.6. Розрахунок в потребі електроренергії.....                                      | 40 |
| 3.7. Розрахунок площ тимчасових складів .....                                       | 40 |
| 3.8. Будгенплан.....  | 41 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Розділ 4. Наукова робота</b> .....   | 42 |
| 4.1. Дослідження високоефективних добавок до бетонів .....                              | 42 |
| <b>Розділ 5. Економіка будівництва</b> .....  | 48 |
| 5.1. Визначення кошторисної вартості будівництва.....                                   | 48 |
| 5.2. Локальний кошторис .....   | 50 |
| <b>Розділ 6. Охорона праці</b> .....  | 51 |
| 6.1 Організація охорони праці на будівельному майданчику .....                          | 51 |
| 6.2 Заходи з техніки безпеки при виконанні монтажних робіт.....                         | 52 |
| 6.3 Заходи з техніки безпеки при експлуатації будівельних машин.....                    | 54 |
| 6.4 Заходи з техніки безпеки при транспортних, вантажно- розвантажувальних роботах..... | 54 |
| 6.5 Заходи з техніки безпеки при електрозварювальних роботах.....                       | 56 |
| 6.6 Заходи з техніки безпеки при бетонних роботах.....                                  | 59 |
| 6.7 Заходи для зменшення травматизму і впливу шкідливих факторів.....                   | 62 |
| <b>Розділ 7. Охорона навколишнього середовища</b> .....                                 | 67 |
| 7.1 Вплив на навколишнє середовище.....   | 67 |
| 7. 2. Екологічні вимоги до будівництва.....   | 68 |
| 7.4. Природоохоронна діяльність в будівництві.....                                      | 69 |
| Список літератури .....   | 72 |
| Додатки.....  | 75 |

## РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему: «Культурно-діловий центр на 150 відвідувачів в м. Бериславі Херсонської обл. з дослідженням вискоефективних добавок до бетонів», розроблений згідно завдання, виданого кафедрою будівництва та енергоефективних споруд.

Проект розроблений в обсязі 6 аркушів креслень стандартного формату А-1 з дотриманням вимог єдиної системи конструкторської документації та будівельних норм та 76 сторінок пояснювальної записки, яка вміщує всі необхідні матеріали і має повний обсяг аркушів, рисунків, таблиць.

У розрахунково-пояснювальній записці розкрито зміст таких розділів:

- архітектурно – будівельний розділ містить: планування генерального плану, об'ємно – планувальне та конструктивне рішення;
- розрахунково - конструктивний розділ містить: розрахунок монолітного фундаменту, розрахунок та конструювання багатопустотної плити перекриття;
- технологічно-організаційний розділ: основні методи виробництва робіт, розрахунок параметрів та вибір монтажного крану, будгєнплан;
- розділ наукова робота : дослідження вискоефективних добавок до бетонів;
- економічний розділ містить: локальний кошторис;
- охорона праці містить: організацію охорони праці на будмайданчику, заходи з техніки безпеки при виконанні будівельних робіт, заходи для зменшення травматизму і впливу шкідливих факторів;
- охорона навколишнього середовища містить: вплив на навколишнє середовище, екологічні вимоги до будівництва, природоохоронну діяльність в будівництві.

## ABSTRACT

This thesis project on the topic: "Cultural and business center for 150 visitors in the city of Beryslav, Kherson region. with the study of high-performance additives to concrete", developed according to the task issued by the Department of Construction and Energy-efficient Structures.

The project is developed in the amount of 6 sheets of drawings of standard format A-1 in compliance with the requirements of the unified system of design documentation and building codes and 76 pages of an explanatory note, which contains all the necessary materials and has a full volume of sheets, drawings, tables.

The calculation and explanatory note discloses the content of the following sections:

- architectural and construction section contains: planning of the general plan, volumetric - planning and constructive solution;
- calculation - constructive section contains: calculation of a monolithic foundation, calculation and design of a multi-hollow slab;
- technological and organizational section: basic methods of work production, calculation of parameters and selection of an assembly crane, budget plan;
- scientific work section: research of highly effective additives to concrete;
- economic section contains: local estimate;
- labor protection contains: organization of labor protection at the construction site, safety measures during construction work, measures to reduce injuries and the impact of harmful factors;
- environmental protection contains: impact on the environment, environmental requirements for construction, environmental protection activities in construction.

## ВСТУП

Актуальність будівництва культурно-ділових центрів полягає в тому, що вони поєднують бізнес, культуру та соціальну сферу, створюючи нові можливості для розвитку, інтеграції та співпраці в умовах глобалізації. Культурно-ділові центри стають платформами для проведення конференцій, виставок, фестивалів, а також для розвитку інноваційних проєктів та бізнес-інкубаторів, що сприяє економічному та культурному зростанню.

Сфера дозвілля в усі часи була і залишається однією із вагомих складових людського життя. Саме тому проблема організації вільного часу завжди знаходилася і знаходиться в центрі уваги. Але в реаліях сьогодення вона набуває нового звучання. Адже культурна глобалізація, швидке формування єдиного комунікативного простору, інформатизація суспільства тощо – все це значно розширює можливості сфери дозвілля, пропонуючи нові форми та практики його організації.

Культурно-ділові центри допомагають культурам вийти за межі національної обмеженості, сприяють поширенню ідей та співпраці між різними культурними групами, надають послуги, спрямовані на задоволення культурних та інтелектуальних потреб громадян, сприяючи їх творчому та духовному розвитку. Центри сприяють модернізації та ефективному використанню матеріально-технічної бази закладів культури, що дозволяє покращити якість культурних послуг. В умовах глобалізації, що призводить до посилення полікультурності, такі центри стають важливими платформами для взаємодії та адаптації до нових культурних реалій.

Культурно-ділові центри є невід'ємною складовою соціально-культурного, мистецького та громадського життя. Різновиди практик дозволяють стверджувати про їх популярність і різноманітність, що й приваблює споживачів різних соціально-вікових категорій.

Культурно-ділові центри, як культурні інституції, залишаються тією унікальною локальною одиницею, яка здатна забезпечити творчі, культурні, дозвілєві, комунікативні бажання. Сучасні заклади перебувають у стані певної трансформації і пов'язано це з процесом децентралізації. Саме створення об'єднаних територіальних громад призвели до перегляду їх фінансових ресурсів та управління.

## РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

### 1.1. Планування генерального плану

Ділянка під забудову з розмірами 90х90 метрів квадратної форми, площею 0,81 га. Рельєф ділянки під забудову без перепадів відміток землі. Розташована будівля культурно-ділового центру в центральній частині ділянки.

На території біля проєктуючої будівлі запроєктовано дитячий ігровий майданчик та місце для відпочинку, автостоянка, електропідстанція, майданчик для сміття. Запроєктовано пішохідні доріжки.

Поверхневі води від будівлі відводяться за спланованою поверхнею. До координатної будівельної сітки виконана горизонтальна прив'язка, до існуючого репера методом проектних горизонталей виконана вертикальна прив'язка. Абсолютну позначку рельєфу місцевості 75,3м прийнято за позначку нуля чистої підлоги.

Запроєктовано паркову зону з насадженням дерев різних порід, а також газони та квітники. Огороджується територія ділянки металевим парканом.

Таблиця 1.1. Експлікація будівель за генпланом

| № з/п | Найменування показників                     |
|-------|---|
| 1     | Культурно-діловий центр на 150 відвідувачів |
| 2     | Електропідстанція                           |
| 3     | Майданчик для сміття                        |
| 4     | Автостоянка                                 |
| 5     | Дитячий ігровий майданчик                   |

Таблиця 1.2. ТЕП за генпланом

| № з/п | Найменування показників | Одиниці виміру | Площа |
|-------|-------------------------|----------------|-------|
| 1     | Площа ділянки           | га             | 0,80  |
| 2     | Площа забудови          | м <sup>2</sup> | 626   |
| 3     | Площа покриття          | м <sup>2</sup> | 4190  |
| 4     | Площа озеленення        | м <sup>2</sup> | 3284  |
| 5     | Процент озеленення      | %              | 40,5  |

## 1.2. Об'ємно-планувальне рішення

Будівля культурно-ділового центру має розміри в осях 1-6 – 22,2м; в осях А-Д – 29,4м. Будівля двоповерхова, з висотою поверхів - 3,0 м.

На першому поверсі запроектовано вестибюль з гардеробом, універсальний зал з естрадою та додатковими приміщеннями, кабінети, буфет з підсобними приміщеннями, електрощитова, апаратна, санвузли.

На другому поверсі запроектовано вестибюль, кабінет директора, приймальня, бухгалтерія, офіси та кабінети, санвузли. Детальна експлікація приміщень культурно-ділового центру наведена в таблицях 1.3-1.4.

Таблиця 1.3. Експлікація приміщень першого поверху

| № прим. | Найменування приміщення                   | Один. виміру   | Площа |
|---------|---|----------------|-------|
| 1       | Гамбур                                    | м <sup>2</sup> | 10,76 |
| 2       | Санвузол                                  | м <sup>2</sup> | 13,00 |
| 3       | Електрощитова                             | м <sup>2</sup> | 7,31  |
| 4       | Кімната гуртка універсального призначення | м <sup>2</sup> | 35,81 |
| 5       | Апаратна                                  | м <sup>2</sup> | 6,40  |
| 6       | Комора                                    | м <sup>2</sup> | 6,72  |
| 7       | Універсальний зал з естрадою              | м <sup>2</sup> | 137,6 |
| 8       | Комора меблів та апаратури                | м <sup>2</sup> | 21,65 |
| 9       | Гамбур                                    | м <sup>2</sup> | 11,20 |
| 10      | Приміщення автошколи                      | м <sup>2</sup> | 37,20 |
| 11      | Кабінет курсів бухгалтерів                | м <sup>2</sup> | 20,28 |
| 12      | Кабінет курсів крою та шиття              | м <sup>2</sup> | 37,20 |
| 13      | Гардероб                                  | м <sup>2</sup> | 10,72 |
| 14      | Вестибюль                                 | м <sup>2</sup> | 76,64 |
| 15      | Сходовий хол                              | м <sup>2</sup> | 16,80 |
| 16      | Кімната інвентарю для прибирання          | м <sup>2</sup> | 5,55  |
| 17      | Чоловічий санвузол                        | м <sup>2</sup> | 8,25  |
| 18      | Жіночий санвузол                          | м <sup>2</sup> | 9,78  |
| 19      | Буфет                                     | м <sup>2</sup> | 26,40 |
| 20      | Мийна посуду буфету                       | м <sup>2</sup> | 4,80  |
| 21      | Підсобне приміщення буфету                | м <sup>2</sup> | 8,02  |

Таблиця 1.4. Експлікація приміщень другого поверху

| № прим. | Найменування приміщення          | Один. виміру   | Площа |
|---------|----------------------------------|----------------|-------|
| 1       | Сходовий хол                     | м <sup>2</sup> | 16,80 |
| 2       | Кімната інвентарю для прибирання | м <sup>2</sup> | 5,55  |
| 3       | Чоловічий санвузол               | м <sup>2</sup> | 8,25  |
| 4       | Жіночий санвузол                 | м <sup>2</sup> | 9,78  |
| 5       | Бухгалтерія                      | м <sup>2</sup> | 19,20 |
| 6       | Приймальня                       | м <sup>2</sup> | 9,80  |
| 7       | Кабінет директора                | м <sup>2</sup> | 10,07 |
| 8       | Вестибюль                        | м <sup>2</sup> | 101,6 |
| 9       | Комп'ютерний клас                | м <sup>2</sup> | 37,20 |
| 10      | Офіс                             | м <sup>2</sup> | 20,28 |
| 11      | Кабінет психологічних тренінгів  | м <sup>2</sup> | 37,20 |
| 12      | Коридор                          | м <sup>2</sup> | 48,31 |
| 13      | Офіс (6 шт.)                     | м <sup>2</sup> | 22,36 |

### 1.3. Конструктивне рішення

Конструктивна схема будівлі культурно-ділового центру прийнята з поздовжніми та поперечними несучими стінами з цегли та з застосуванням збірних залізобетонних виробів. Забезпечується просторова жорсткість спільною роботою горизонтальних дисків перекриття і стін.

1. Фундаменти запроектовані стрічкові монолітні. Під зовнішніми та внутрішніми стінами виконують стрічкові монолітні фундаменти шириною 1000 мм, висотою 300 мм. Стіни підземної частини будівлі виконані з фундаментних стінових блоків шириною 400 та 500 мм, висотою 600 мм. Запроектовано комплекс заходів для виключення підмочування ґрунту основи так, як ґрунти на будівельному майданчику просадні. Виконується горизонтальна та вертикальна гідроізоляція. Горизонтальна гідроізоляція - для попередження проникнення вологи через фундамент у вигляді двох шарів акваізолу, вертикальна гідроізоляція – обмазка бітумом за два рази. Виконуємо вимощення шириною 1,5 м. по периметру будівлі для запобігання підмокання фундаменту. Зовнішню цокольну частину фундаменту оздоблюємо на цементно-піщаному розчині керамічною плиткою.

Таблиця 1.5. Специфікація залізобетонних виробів

| Позиція | Найменування | Кількість | Маса один., кг |
|---------|--------------|-----------|----------------|
| Ф-1     | ФБС 24.4.6-т | 63        | 1300           |
| Ф-2     | ФБС 12.4.6-т | 12        | 650            |
| Ф-3     | ФБС 24.5.6-т | 121       | 1630           |
| Ф-4     | ФБС 12.5.6-т | 21        | 790            |

2. Стіни. Зовнішні та внутрішні стіни запроєктовано з цегли глиняної звичайної М150 на розчині марки М50. Зовнішні стіни суцільної кладки товщиною 510 мм. Внутрішні несучі стіни запроєктовано товщиною 380 мм, перегородки - товщиною 120 мм з цегли глиняної звичайної М50 на розчині М25.

3. Перекриття та покриття. Запроєктовано залізобетонні багатопустотні плити. Плити стандартних розмірів, які формуються за конвеєрною технологією на заводі збірного залізобетону. В розтягнутій зоні армують плити високоміцним дротом та попередньо напруженою арматурою. До низу робочої арматури захисний шар складає 20 мм. Анкерування плит виконується з арматури Ø 6 мм – для зовнішніх стін з одного стержня. Між плитами шви замоноличують цементно-піщаним розчином М100.

Специфікація елементів перекуття наведена в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6. Специфікація збірних залізобетонних виробів

| Позиція | Позначення                 | Найменування    | Кількість | Маса один., кг |
|---------|----------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| ПК-1    | Серія 1.141-1, випуск 64   | ПК 60.10-8 АІVт | 2         | 1725           |
| ПК-2    | Серія 1.141-1, випуск 64   | ПК 60.12-8 АІVт | 3         | 2150           |
| ПК-3    | Серія 1.141-1, випуск 64   | ПК 60.15-8 АІVт | 20        | 2800           |
| ПК-4    | Серія 1.141-1, випуск 64   | ПК 63.10-8 АІVт | 2         | 1825           |
| ПК-5    | Серія 1.141-1, випуск 64   | ПК 63.12-8 АІVт | 11        | 2200           |
| ПК-6    | Серія 1.141-1, випуск 64   | ПК 63.15-8 АІVт | 35        | 2950           |
| ПК-7    | Серія 1.241-1, випуск 39   | ПК 90.12-8 А-Vт | 4         | 4190           |
| ПК-8    | Серія 1.241-1, випуск 39   | ПК 90.15-8 А-Vт | 26        | 4250           |
| Пр-1    | Серія 1.038.1-1, випуск 12 | 7ПБ 60-52       | 2         | 2175           |

4. Перемички. Запроектовано залізобетонні перемички відповідно до виду конструкцій, які будуть спиратися на перемичку та з відповідним перерізом. Величина обпирання перемичок на стіну прийнята 150 мм та шов складає 10 мм.

Таблиця 1.7. Специфікація збірних залізобетонних виробів

| Позиція | Позначення                | Найменування | Кількість | Маса один., кг |
|---------|---------------------------|--------------|-----------|----------------|
| ПР-1    | Серія 1.038.1-1, випуск 4 | 8ПБ 13-1     | 33        | 30             |
| ПР-2    | Серія 1.038.1-1, випуск 4 | 9ПБ 13-37п   | 21        | 70             |
| ПР-3    | -//-//-                   | 9ПБ 16-37п   | 40        | 70             |
| ПР-4    | -//-//-                   | 9ПБ 18-37п   | 144       | 100            |
| ПР-5    | Серія 1.038.1-1, випуск 5 | 8ПП 27-71    | 4         | 490            |

5. Вікна та двері. Вікна запроектовані з металопластику за стандартними розмірами. Головні зовнішні двері запроектовано з металопластику зі склінням. Внутрішні двері виготовляються з деревини. Специфікація елементів наведена у таблиці 1.8.

Таблиця 1.8. Специфікація вікон і дверей

| Позиція          | Матеріал      | Розміри             | Кількість |
|------------------|---------------|---------------------|-----------|
| Вікна та вітражі |               |                     |           |
| В-1              | Металопластик | 1200 x 900 (h)      | 4         |
| В-2              | Металопластик | 1200 x 1800 (h)     | 6         |
| В-3              | Металопластик | 1500 x 1800 (h)     | 28        |
| В-4              | Металопластик | 900 x 1200 (h)      | 3         |
| Вт-1             | Металопластик | 5600 x 3000 (h)     | 2         |
| Дверні блоки     |               |                     |           |
| Д-1              | Металопластик | ДНО 1500 x 2100 (h) | 2         |
| Д-2              | Металопластик | ДО 1500 x 2100 (h)  | 3         |
| Д-3              | Дерев'яні     | ДГ 1500 x 2100 (h)  | 5         |
| Д-4              | Дерев'яні     | ДГ 1000 x 2100 (h)  | 13        |
| Д-5              | Дерев'яні     | ДГ 900 x 2100 (h)   | 11        |
| Д-6              | Дерев'яні     | ДГ 700 x 2100 (h)   | 13        |

6. Покрівля в даному проекті виконується двохскатною та складається з крокв'яної конструкції. В якості крокв використовують дерев'яні бруси з розмірами 50x200 мм з хвойних порід. На дерев'яні мауерлати розмірами 100x100 мм опирають крокви та закріплюють за допомогою скруток, які приєднані

до закладних йоржів у кладці. Поверх крокв влаштовуємо гідроізоляцію за допомогою контрбрусу з розмірами 40х50 мм, до якого кріпляться лати розміром 50х50 мм та кроком 300 мм. На лати вкладаємо металочерепиця та поміж крокв - плити товщиною 180 мм з мінеральної вати. Паробар'єр влаштовують з внутрішньої сторони утеплювача, який закріплюють до крокв контрбрусом. З поверхні покрівлі за допомогою водовідвідних воронки влаштовується відвід дощових вод.

Специфікація елементів покрівлі наведена в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9. Специфікація дерев'яних елементів покрівлі

| Позиція | Позначення     | Найменування  | Довжина, мм | Кількість | Загальна довжина, м | Об'єм деревини, м <sup>3</sup> |
|---------|----------------|---------------|-------------|-----------|---------------------|--------------------------------|
| 1       | Прогін         | брус 2х50х200 | 6800        | 1         | 6,80                | 0,136                          |
| 2       | Прогін         | брус 2х50х200 | 7000        | 2         | 14,00               | 0,280                          |
| 3       | Підкос         | брус 2х50х200 | 13700       | 2         | 27,40               | 0,548                          |
| 4       | Підкос         | брус 2х50х200 | 7100        | 4         | 28,40               | 0,568                          |
| 5       | Підкос         | брус 50х200   | 6400        | 2         | 12,80               | 0,128                          |
| 6       | Крокв'яна нога | брус 50х200   | 10000       | 18        | 180,0               | 1,800                          |
| 7       | Крокв'яна нога | брус 50х150   | 4550        | 12        | 54,60               | 0,410                          |
| 8       | Нарожник       | брус 50х200   | –           | –         | 483,3               | 4,833                          |
| 9       | Нарожник       | брус 50х150   | –           | –         | 48,60               | 0,365                          |
| 10      | Стійка         | брус 150х150  | 3700        | 5         | 18,50               | 0,416                          |
| 11      | Стійка         | брус 100х100  | 2700        | 18        | 48,60               | 0,486                          |
| 12      | Стійка         | брус 100х100  | 1600        | 25        | 40,00               | 0,400                          |
| 13      | Стійка         | брус 100х100  | 2100        | 6         | 12,60               | 0,126                          |
| 14      | Підпір         | брус 50х200   | –           | –         | 85,00               | 0,850                          |
| 15      | Мауерлат       | брус 100х100  | –           | –         | 105,9               | 1,059                          |
| 16      | Кобилка        | брус 50х150   | 1500        | 92        | 138,0               | 1,035                          |
| 17      | Кобилка        | брус 50х150   | 1800        | 4         | 7,20                | 0,054                          |
| 18      | Лежень         | брус 300х100  | –           | –         | 103,6               | 3,108                          |
| 19      | Контрбрус      | брус 40х50    | –           | –         | 1680,0              | 3,360                          |

7. Сходи. Запроектовано збірними залізобетонними, які набрані з окремих сходів за серією 1.155-1 та огороженням за серією 1.256-1 і з поручнями.

Таблиця 1.10. Специфікація залізобетонних виробів

| Позиція | Позначення               | Найменування    | Кількість | Маса<br>один., кг |
|---------|--------------------------|-----------------|-----------|-------------------|
| ЛМ-1    | Серія 1.251.1-4 випуск 1 | 2ЛМФ 39.14.17-5 | 2         | 1420              |
| ЛП-1    | Серія 1.252.1-4 випуск 1 | ЛПФ 28.13-5     | 1         | 1200              |
| ЛП-2    | Серія 1.252.1-4 випуск 1 | ЛПФ 28.13в-5    | 1         | 1360              |

8. Внутрішнє оздоблення приміщень. У приміщеннях культурно-ділового центру запроектовано поліпшену штукатурку. Стіни в буфеті, кабінетах та офісах фарбують фарбами, а в санвузлах - оздоблюють керамічною плиткою.

9. Зовнішнє оздоблення. Цокольна частина будівлі оздоблюється облицьовальною керамічною плиткою для зовнішніх робіт. З зовнішньої сторони стіни влаштовують утеплення, після чого наносять шар декоративної тонкошарової штукатурки з армуючою сіткою та з подальшим пофарбуванням фасадними фарбами.

10. Підлога. В залежності від призначення приміщень культурно-ділового центру запроектовано різні типи підлог. У приміщеннях тамбурів, вестибюлів, санвузлів, буфеті запроектовано підлогу з керамічної плитки. В універсальному залі, кабінетах та офісах запроектовано лінолеумове покриття.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

### 2.1. Розрахунок монолітного фундаменту

#### 2.1.1. Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика

Фізико-механічні та деформаційні характеристики ґрунтів основи визначаємо за основними фізичними характеристиками ґрунту ДБН Д.2.2-1-99 Збірник 1. Земляні роботи. [17].

1 - шар – рослинний, потужністю 0,3 м, зрізуємо так, як в якості основи не приймається.

2 - шар – суглинок льосовидний світло-коричневий та бурий, потужністю 6,0 м;

$$\gamma = 16,6 \text{ кН/м}^3 \quad \gamma_s = 26,9 \text{ кН/м}^3 \quad w = 0,13 \quad w_L = 0,28 \quad w_p = 0,20 [17].$$

1) питома вага сухого скелету ґрунту:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1 + w} = \frac{26,9}{1 + 0,13} = 23,8 \text{ кН/м}^3$$

2) коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + w) - 1 = \frac{26,9}{16,6} (1 + 0,13) - 1 = 0,80$$

Висновок: ґрунт пухкий (стр. 51 [17]).

3) пористість ґрунту:

$$n = \frac{e}{1 + e} \cdot 100\% = \frac{0,80}{1 + 0,80} \cdot 100\% = 45\%$$

4) ступінь вологості ґрунту:

$$S_r = \frac{w \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma} = \frac{0,13 \cdot 26,9}{0,80 \cdot 16,6} = 0,83$$

Висновок: ґрунт мало вологий, просадний (стр. 50 [17]).

5) уточнюємо вид глинистого ґрунту, визначаємо число пластичності:

$$I_p = W_L - W_p = 0,28 - 0,20 = 0,08$$

Висновок: суглинок (стр. 51 [17]).

6) показник консистенції:

$$I_1 = \frac{\tilde{W} W_p}{\tilde{W}_1 W_p} = \frac{0.13 \cdot 0.20}{0.28 \cdot 0.20} = 0.87$$

Висновок: суглинок твердий (стр. 52 [17]).

7) умовний розрахунковий тиск визначаємо за таблицею додатка Е [17] для просадного ґрунту:

$$R_0 = 180 \text{ кПа}$$

8) нормативне значення питомого зчеплення, кута внутрішнього тертя та модуля деформації визначаємо за таблицею додатка В [17]:

$$C_H = 20 \text{ кПа} \quad \varphi_H = 20^\circ \quad E_0 = 11 \text{ МПа}$$

3 - шар – льос світло-жовтий, потужністю 2,4 м;

$$\gamma = 18,5 \text{ кН/м}^3 \quad \gamma_s = 26,7 \text{ кН/м}^3 \quad w = 0,26 \quad w_L = 0,31 \quad w_p = 0,22$$

1) питома вага сухого скелету ґрунту:

$$\gamma_d = 14,7 \text{ кН/м}^3$$

коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 - w) - 1 = \frac{26.7}{18.5} (1 - 0.26) - 1 = 0.82$$

Висновок: ґрунт пухкий (стр. 51 [17]).

2) пористість ґрунту:

$$n = \frac{e}{1 + e} \cdot 100\% = \frac{0.82}{1 + 0.82} \cdot 100\% = 45\%$$

3) ступінь вологості ґрунту:

$$S_r = \frac{w \gamma_s}{e \gamma} = \frac{0.26 \cdot 26.7}{0.85 \cdot 10} = 0.82$$

Висновок: ґрунт насичений водою, не просадний (стр. 50 [17]).

4) уточнюємо вид глинистого ґрунту, визначаємо число пластичності:

$$I_p = \tilde{W}_1 W_p = 0.31 \cdot 0.22 = 0.09$$

Висновок: суглинок (стр. 51 [6]).

5) показник консистенції:

$$I_1 = \frac{\tilde{W} W_p}{\tilde{W}_1 W_p} = \frac{0.26 \cdot 0.22}{0.31 \cdot 0.22} = 0.44$$

Висновок: суглинок туго пластичний (стр. 52 [6]).

6) умовний розрахунковий тиск визначаємо за таблицею додатка Е [17] для не

просадного ґрунту:

$$R_0 = 200 \text{ кПа}$$

8) нормативне значення питомого зчеплення, кута внутрішнього тертя та модуля деформації визначаємо за таблицею додатка В [17]:

$$C_H = 21 \text{ кПа} \quad \varphi_H = 20^\circ \quad E_0 = 10 \text{ МПа}$$

4-- шар-- суглинок льосовидний важкий коричневий, потужністю 5,4 м;

$$\gamma = 19,1 \text{ кН/м}^3 \quad \gamma_s = 26,5 \text{ кН/м}^3 \quad w = 0,27 \quad w_L = 0,32 \quad w_p = 0,22$$

1) питома вага сухого скелету ґрунту:

$$\gamma_d = 15,0 \text{ кН/м}^3$$

коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 - w) - 1 = \frac{26,5}{19,1} (1 - 0,27) - 1 = 0,76$$

Висновок: ґрунт середньої щільності (стр. 51 [6]).

2) пористість ґрунту:

$$n = \frac{e}{1 + e} \cdot 100\% = \frac{0,76}{1 + 0,76} \cdot 100\% = 43\%$$

3) ступінь вологості ґрунту:

$$S_r = \frac{w \gamma_s}{e \gamma} = \frac{0,27 \cdot 26,5}{0,94 \cdot 19,1} = 0,76$$

Висновок: ґрунт насичений водою, не просадний (стр. 50 [6]).

$$\gamma_{sw} = \frac{\gamma_s (1 + w)}{1 + e} = \frac{26,5 (1 + 0,27)}{1 + 0,76} = 9,4 \text{ кН/м}^3$$

4) уточнюємо вид глинистого ґрунту, визначаємо число пластичності:

$$I_p = W_L - W_p = 0,32 - 0,22 = 0,10$$

Висновок: суглинок (стр. 51 [6]).

5) показник консистенції:

$$I_l = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,27 - 0,22}{0,32 - 0,22} = 0,5$$

Висновок: суглинок туго пластичний (стр. 52 [17]).

б) умовний розрахунковий тиск визначаємо за таблицею додатка Е [17] для не просадного ґрунту:

$$R_0 = 210 \text{ кПа}$$

### 2.1.2. Збір навантажень, діючих на фундамент

Збір навантажень, діючих на фундамент, робимо згідно ДБН В.1.2-2:2006.

СНББ „Навантаження і впливи. Норми проектування” [10].

Основними характеристиками навантажень є їх нормативне значення згідно [10] та розрахункові величини, які отримують шляхом добутку нормативних значень на коефіцієнт надійності за навантаженням.

Збір навантажень виконуємо на фундамент під зовнішню стіну на вісь 2.

Визначаємо вантажну площу:  $A=3,15\text{м}^2$

Розрахунок ведемо в табличній формі (табл. 2.1.).

Таблиця 2.1. Навантаження на фундамент під зовнішню стіну

| Навантаження   | Нормативне навантаження         |                         | $\gamma_f$ | Розрахункове навантаження, кН |
|--|---------------------------------|-------------------------|------------|-------------------------------|
|  | на од. площі, кН/м <sup>2</sup> | від вантажної площі, кН |            |                               |
| Постійне навантаження                                    |                                 |                         |            |                               |
| Від металочерепиці                                       | 0,10                            | 0,32                    | 1,1        | 0,35                          |
| Від латів та крокв                                       | 1,00                            | 3,15                    | 1,1        | 3,47                          |
| Від 1 шару гідроізолю                                    | 0,06                            | 0,19                    | 1,3        | 0,25                          |
| Від утеплювача мінеральна вата                           | 0,20                            | 0,63                    | 1,2        | 0,76                          |
| Від пароізоляції   | 0,06                            | 0,19                    | 1,3        | 0,25                          |
| Від плит перекриття                                      | 2 x 3,0                         | 18,9                    | 1,1        | 20,79                         |
| Від підлоги горища                                       | 0,77                            | 2,43                    | 1,3        | 3,15                          |
| Від підлоги поверху                                      | 1,20                            | 3,78                    | 1,3        | 4,91                          |
| Від стіни з цегли глиняної товщиною 510 мм               | –                               | 77,11                   | 1,1        | 84,82                         |
| Від стінових блоків                                      | –                               | 22,5                    | 1,1        | 24,75                         |
| Тимчасове навантаження                                   |                                 |                         |            |                               |
| Від снігу  | 1,0                             | 3,15                    | 1,14       | 3,59                          |
| Від рівномірно розподіленого міжповерхового навантаження | 2,5                             | 7,87                    | 1,2        | 9,45                          |
| Всього:  |                                 | 140,22                  |            | 156,54                        |

Збір навантажень виконуємо на фундамент під внутрішню стіну на вісь 3.

Визначаємо вантажну площу:



$$R = \frac{1,25 \cdot 1,0}{\text{МПа} \cdot 1,1} (0,51 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 16,6 \cdot 3,06 \cdot 1,2 \cdot 16,6 \cdot 5,66 \cdot 20) \quad 0,208$$

Визначаємо середній фактичний тиск під подошвою фундаменту [10]:

$$G_{\text{ср}} = \frac{N^p \cdot N_{\text{ф}} \cdot N_{\text{гр}}}{b \cdot l} \quad \text{МПа}$$

де:  $N_{\text{ф}}$  – вага фундаменту:

$$N_{\text{ф}} = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma_{\text{б}} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,3 \cdot 25 = 7,5 \quad \text{кН}$$

$N_{\text{гр}}$  – вага ґрунту, який лежить на кромці фундаменту [10]:

$$N_{\text{гр}} = \tilde{b} \cdot b_{\text{ст}} \cdot l \cdot h \cdot \gamma_{\text{г}} = (1,0 - 0,5) \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 16,6 = 7,47 \quad \text{кН}$$

$$G_{\text{ср}} = \frac{156,54 \cdot 7,5 \cdot 7,47}{1,0 \cdot 1,0} = \frac{171,5}{1,0} = 171,5 \quad \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 0,172 \quad \text{МПа}$$

Перевіряємо умову [10]:

$$G_{\text{ср}} \geq R$$

R

$$0,172 \text{ МПа} \geq 0,208 \text{ МПа}$$

Умова виконується. Приймаємо подошву фундаменту шириною 1000 мм та висотою 300 мм.

Визначаємо потрібну площу перерізу арматури на 1 м довжини стрічкового фундаменту за формулою: [10]

$$A_s = \frac{M}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} \quad \text{м}^2$$

де:  $M$  – згинальний момент, виникаючий в перерізі у грані стіни:

$$M = 0,125 \cdot G_{\text{ср}} \cdot \tilde{b} \cdot b_{\text{ст}}^2 \cdot l = 0,125 \cdot 171,5 \cdot (1,0 - 0,5)^2 \cdot 1,0 = 5,36 \quad \text{кН} \cdot \text{м}$$

$d$  – робоча висота фундаменту:

$$d = \tilde{h} - a = 0,3 - 0,04 = 0,26 \quad \text{м}$$

$a$  – висота захисного шару бетону;

$f_{yd}$  – розрахунковий опір арматури, для класу А400С,  $f_{yd} = 365 \text{ МПа}$ .

$$A_s = \frac{5,36}{0,9 \cdot 0,26 \cdot 365000} = 0,63 \cdot 10^{-4} \quad \text{м}^2$$

Конструктивно приймаємо сім стрижнів Ø8 мм з сталі класу А400С загальною площею  $A_s = 3,52 \text{ см}^2$  з кроком стрижнів 150 мм. Площа розподільної арматури на 1 м ширини фундаментної плити дорівнює:

$$A_{sp} = 3,52 \cdot 0,1 = 0,352 \text{ см}^2$$

Приймаємо з конструктивних міркувань – три стрижні діаметром 8 мм з сталі класу А400С загальною площею  $A_s = 1,51 \text{ см}^2$  з кроком розподільної арматури 350 мм.

### 2.1.3. Проектування стрічкового монолітного фундаменту під внутрішню стіну

Знайдемо орієнтовну ширину підшви стрічкового фундаменту за формулою [9]:

$$b = \frac{N^H}{R_0 \cdot \gamma_d \cdot \beta \cdot d_1} \text{ м}$$

де:  $\gamma_d \cdot \beta = 20 \text{ кН/м}^3$  – коефіцієнт, який враховує різницю в щільності фундаменту та ґрунту.

$$b = \frac{153,65}{1,2 \cdot 20} = \frac{153,65}{24} = 6,39 \text{ м}$$

Приймаємо підшву фундаменту шириною 1000 мм та висотою 300 мм.

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту основи під підшвою фундаменту:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{1r} \cdot M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{1r} \cdot M_c \cdot C_{11} \text{ МПа}$$

де:  $\gamma_{c1}, \gamma_{c2}$  – коефіцієнти умов роботи, приймаємо за таблицями Е.7[13];

$k$  – коефіцієнт, приймаємо рівним 1,1;

$M_\gamma, M_q, M_c$  – коефіцієнти, приймаються за таблицею Е.8 [13];

$k_z$  – коефіцієнт, приймаємо рівним 1;

$\gamma_{11}, \gamma'_{11}$  – питома вага ґрунтів, які залягають відповідно нижче та вище підшви фундаменту;

$$A_s = \frac{8,55}{0,9 \cdot 0,26 \cdot 365000} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Конструктивно приймаємо сім стрижнів Ø8 мм з сталі класу А400С загальною площею  $A_s = 3,52 \text{ см}^2$ . Крок стрижнів приймаємо 150 мм. Площу розподільної арматури на 1 м ширини фундаментної плити [9]:

$$A_{sp} = 3,52 \cdot 0,1 = 0,704 \text{ см}^2$$

Приймаємо з конструктивних міркувань – три стрижні діаметром 8 мм з сталі класу А400С загальною площею  $A_s = 1,51 \text{ см}^2$ . Крок розподільної арматури 350 мм.

#### 2.1.4. Розрахунок основи стрічкового фундаменту за деформаціями

Розрахунок основ стрічкового фундаменту за деформаціями виконуємо згідно вимог ДБН В.2.1-10-2009 [27] та виходячи з умови:

$$S \geq S_u = 8 \text{ см [27]}$$

Ордината епюри природного тиску „ $G_{zq}$ ” визначається:

- на рівні підшви фундаменту за формулою [27]:

$$G_{zq}^{\text{під}} = d_1 \cdot \gamma_{\text{ср}} = 1,2 \cdot 16,6 = 19,92 \text{ кН/м} \\ = 0,02 \text{ МПа} \cdot \frac{2}{\text{м}} =$$

- на межі рівня ґрунтових вод за формулою [27]:

$$G_{zq}^{\text{рґв}} = G_{zq}^{\text{під}} \cdot \left( 1 - \frac{h_w}{h} \right) = 19,92 \cdot \left( 1 - \frac{3,6}{1,2} \right) = 59,76 \text{ кН/м} \\ \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 0,06 \text{ МПа}$$

- на рівні другого шару за формулою [27]:

$$G_{zq}^2 = G_{zq}^{\text{рґв}} \cdot \left( 1 - \frac{h_2}{h} \right) = 59,76 \cdot \left( 1 - \frac{6,0}{10} \right) = 81,84 \text{ кН/м} \\ \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 0,0818 \text{ МПа}$$

- на рівні третього шару за формулою [27]:

$$G_{zq}^3 = G_{zq}^2 \cdot \left( 1 - \frac{h_3}{h} \right) = 81,84 \cdot \left( 1 - \frac{9,2}{10} \right) = 103,92 \text{ кН/м} \\ \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 0,104 \text{ МПа}$$

- на рівні четвертого шару за формулою [27]:

$$G_{zq}^4 = G_{zq}^3 \cdot \left( 1 - \frac{h_4}{h} \right) = 103,92 \cdot \left( 1 - \frac{9,4}{10} \right) = 154,68 \text{ кН/м} \\ \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 0,155 \text{ МПа}$$

## 2.2. Розрахунок та конструювання багатопустотної плити перекриття

Необхідно розрахувати та сконструювати збірну залізобетонну конструкцію міжповерхового перекриття будівлі. ДБН В. 2.6-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції"[9]

Вихідні данні для проектування:

Довжина плити – 6000 мм.

Ширина плити – 1500 мм.

Висота плити – 220 мм.

Тип підлоги – №3.

Тип приміщення над плитою перекриття – вестибюль (2-й поверх №8).

Клас бетону С16/20 – важкий з тепловою обробкою при атмосферному тиску.

Клас арматури – А400С, А240С, В500.

Плита перекриття розташовується між осями 3 та 4.

Глибина обпирання на стіни 200 мм.

Таблиця 2.3. Збір постійного навантаження від власної ваги плит перекриття та шарів конструкції підлоги.

| №  | Склад навантажень і розрахунок їх характеристикних значень | Експлуатаційне розрахункове навантаження, що дорівнює характеристичному (нормативному) навантаженню $g_e$ , кПа | Коефіцієнт надійності за граничним навантаженням $\gamma_f$ | Граничне розрахункове навантаження $g_m$ , кПа |
|----|--|---|---|--|
| 1. | Керамічна плитка 10 мм, $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$       | 0,20  | 1,3   | 0,26   |
| 2. | Цементно-піщана стяжка 20 мм, $\gamma = 18 \text{ кН/м}^3$ | 0,36  | 1,3   | 0,468  |
| 3. | Керамзитобетон 50 мм, $\gamma = 8 \text{ кН/м}^3$          | 0,40  | 1,3   | 0,52   |
| 4. | Круглопустотна плита перекриття                            | 3,00  | 1,1   | 3,30   |
|    | Разом  | $g_e = 3,96$  | –   | $g_m = 4,548$                                  |

Визначаємо граничне розрахункове значення рівномірно розподіленого тимчасового навантаження на плиту перекриття:

$$P_m = \gamma_{fm} \cdot P_o = 1,2 \cdot 3,0 = 3,6 \text{ кПа}$$

де:  $\gamma_{fm}$  – коефіцієнт надійності за навантаженням для рівномірно розподілених навантажень;

$P_o$  – характеристичне значення рівномірно розподілених навантажень. Експлуатаційне розрахункове значення рівномірно розподіленого тимчасового навантаження на плиту перекриття [9]:

$$P_e = P_o = 3,0 \text{ кПа}$$

Квазіпостійне (тривале) розрахункове значення рівномірно розподіленого тимчасового навантаження на плиту перекриття [9]:

$$P_p = 1,0 \text{ кПа}$$

Навантаження на плиту перекриття:

- повне експлуатаційне розрахункове лінійне навантаження [9]:

$$q_{e\text{л}} = \gamma_e \cdot P_e \cdot b_o \cdot \frac{1}{n} = (3,96 \cdot 3,0) \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 9,92 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

- експлуатаційне розрахункове постійне навантаження і квазіпостійне розрахункове значення рівномірно розподіленого тимчасового навантаження на плиту перекриття [9]:

$$q_{el} = \gamma_e \cdot P_p \cdot b_o \cdot \frac{1}{n} = (3,96 \cdot 1,0) \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 7,07 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

- повне граничне розрахункове лінійне навантаження [9]:

$$q_{\text{г}} = \gamma_m \cdot P_m \cdot b_o \cdot \frac{1}{n} = (4,548 \cdot 3,6) \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 11,61 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Розрахунковий проліт плити перекриття [9]:

$$l_{\text{гр}} = \tilde{l} \cdot \frac{b_{\text{опир}}}{2} = 6,0 \cdot \frac{0,2 + 0,2}{2} = 5,8 \text{ м}$$

Навантаження на плиту перекриття:

- повне експлуатаційне розрахункове лінійне навантаження [9]:

$$q_e = g_e P_e b_o = (3.96 + 3.0) \cdot 1.5 \cdot 0.95 = 9.92 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

- експлуатаційне розрахункове постійне навантаження і квазіпостійне розрахункове значення рівномірно розподіленого тимчасового навантаження на плиту перекриття [9]:

$$q_{el} = g_e P_p b_o = (3.96 + 1.0) \cdot 1.5 \cdot 0.95 = 7.07 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

- повне граничне розрахункове лінійне навантаження [9]:

$$q = g_m P_m b_o = (4.548 + 3.6) \cdot 1.5 \cdot 0.95 = 11.61 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Розрахунковий проліт плити перекриття [9]:

$$l_o = \tilde{l} \frac{b_{\text{опир}}}{2} = 6.0 \cdot \frac{0.2 + 0.2}{2} = 5.8 \text{ м [9]}$$

Плита перекриття розраховується як однопролітна вільно лежача оперта балка, яка завантажена рівномірно розподіленим навантаженням.

Визначаємо згинальні моменти та поперечну силу від повного граничного розрахункового лінійного навантаження [9]:

$$M = \frac{q_o l_o^2}{8} = \frac{11.61 \cdot 5.8^2}{8} = 48.82 \text{ кНм}$$

$$V_{Ed} = \frac{q_o l_o}{2} = \frac{11.61 \cdot 5.8}{2} = 33.67 \text{ кН}$$

Для розрахунку за тріщиностійкістю і прогинами розраховуються згинальні моменти:

а) від повного експлуатаційного розрахункового лінійного навантаження: [9]

$$M_e = \frac{q_e l_o^2}{8} = \frac{9.92 \cdot 5.8^2}{8} = 41.71 \text{ кНм [9]}$$

б) від експлуатаційного розрахункового постійного навантаження і квазі- постійного розрахункового рівномірно розподіленого тимчасового навантаження: [9]

$$M_{el} = \frac{q_{el} l_o^2}{8} = \frac{7.07 \cdot 5.8^2}{8} = 29.73 \text{ кНм [9]}$$



### 2.2.1. Розрахунок міцності плити по перерізу нормальному до поздовжньої осі

Визначаємо згинальний момент, який може сприйняти полиця, якщо нейтральна вісь проходить в полиці[9]:

$$M \leq f_{cd} \cdot \eta \cdot c_2 \cdot b'_f \cdot h_{eff} \cdot d \cdot 0.5 \cdot h_{eff} [9]$$

$$48.82 \text{ кНм} \leq 11500 \cdot 0.9 \cdot 1.47 \cdot 0.038 \cdot (0.2 \cdot 0.5 \cdot 0.038) \cdot 104.65 \text{ кНм}$$

Умова виконується, тобто, нейтральна вісь проходить в полиці.

Розрахунок ведемо як для прямокутного перерізу з розмірами  $b'_f$  та  $d$ .

Визначаємо коефіцієнт  $A_o$  з формули [9]:

$$A_o = \frac{M}{f_{cd} \cdot \eta \cdot c_2 \cdot b'_f \cdot d^2} = \frac{48.82}{11500 \cdot 0.9 \cdot 1.47 \cdot 0.2^2} = 0.08$$

По значенню коефіцієнту  $A_o$  знаходимо по таблиці значення коефіцієнтів  $\eta = 0,952$  та  $\xi = 0,095$ .

Визначаємо висоту стиснутої зони [9]:

$$x = \xi \cdot d = 0.092 \cdot 20 = 1.84 \text{ см} \leq h_{eff} = 3.8 \text{ см}$$

Нейтральна вісь проходить в межах стиснутої полиці.

Приймаємо поздовжню арматуру:  $4\varnothing 20$  мм  $A_s = 12,56 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ .

Приймаємо сітку з проволочки класу B500 діаметром 4 и 5 мм.

### 2.2.2. Розрахунок за міцністю похилих перерізів

Перевіряємо умову необхідності встановлення поперечної [9]:

$$V_{Ed} \leq Q_b + Q_{sinc} + Q_{wd}$$

де:  $Q_b$  – поперечна сила, яка сприймається бетоном;

$Q_{sinc}$  – поперечна сила, яка сприймається відгібами,  $Q_{sinc} = 0$ ;

$Q_{wd}$  – поперечна сила, яка сприймається хомутами.

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} \cdot 1 \cdot \varphi_f \cdot \varphi_d \cdot f_{ctd} \cdot c_2 \cdot b \cdot d^2}{c} = \frac{2 \cdot 1.281 \cdot 1 \cdot 870 \cdot 0}{0.4} = 92.68 \text{ кН}$$

де:  $\varphi_{b2}$  – коефіцієнт, який залежить від виду бетону, для важкого бетону – 2;

$\varphi_f$  – коефіцієнт, який враховує вплив звису стиснутої полиці:

$$\sigma_f = (n - 1) \frac{0.75 \sigma_{b'f} b_{eff}}{b d} = (7 - 1) \frac{0.75 (0.576 - 0.462) \cdot 0.038}{0.462 \cdot 0.2} = 0.281 \leq 0.5$$

$n$  – кількість пустот;

$b'_f$  – ширина поверху, приймається в залежності від умови [9]:

$$b'_f \leq b + 3 h_{eff}$$

$$1.47 \text{ м} \leq 0.462 + 3 \cdot 0.038 = 0.576 \text{ м}$$

Умова не виконується, в розрахунку приймаємо ширину поверху 0,576 м.

$b$  – розмір ребра;

$\varphi_n$  – коефіцієнт, який враховує умову обтиску,  $\varphi_n = 0$ ;

$f_{ctd}$  – розрахунковий опір бетону розтягу;

$c$  – довжина проекції похилого перерізу на повздовжню вісь [9]:

$$c = \frac{b \sqrt{1 + \sigma_f \varphi_n f_{ctd} - c^2} - b d^2}{0.5 V_{Ed}} = \frac{2 \sqrt{1 + 0.281 \cdot 0.9 \cdot 0.462 \cdot 0.2^2}}{0.5 \cdot 33.67} = 2.2 \text{ м}$$

Перевіряємо умову: [9]

$$c \leq 2 d$$

$$2.2 \text{ м} \leq 2 \cdot 0.2 = 0.4 \text{ м}$$

Тому що умова не виконується, приймаємо  $c = 0,4$  м.

Поперечна сила, яка сприймається бетоном значно більше поперечної сили від заданого навантаження на плиту, отже, поперечна арматура за розрахунком не потрібна. Встановлюємо арматуру з конструктивних міркувань. На приопорних ділянках довжиною  $\frac{1}{4} L$  приймаємо арматуру класу A240C діаметром 6 мм кроком 100 мм, в середній частині прольоту встановлюємо арматуру з кроком 285 мм.

### 2.2.3. Розрахунок з утворення тріщин

Визначаємо момент тріщино утворення [9]:

$$M_{cr} = f_{ctk} W_{pl} = 1300 \cdot 0.017 = 21.45 \text{ кНм}$$

де:  $f_{ctk}$  – розрахунковий опір бетону розтягу;

$W_{pl}$  – пружно-пластичний момент опору [9]:

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1.5 \cdot 0.011 = 0.017 \text{ м}^3$$

де:  $\gamma$  – коефіцієнт, який враховує вплив нерівномірної деформації бетону;

$W_{red}$  – пружний момент опору приведенного перерізу:

## 2.2.4. Розрахунок плити по розкриттю тріщин, нормальних до поздовжньої осі

Пустотна плита перекриття відноситься до третьої категорії з тріщиностійкості.

Гранично допустима ширина розкриття тріщин складає:

$$w_{\max 1} = 0.4 \text{ мм} \quad w_{\max 2} = 0.3 \text{ мм}$$

Ширина розкриття тріщин визначається за формулою [9]:

$$w_{\text{crc}} = \frac{\eta \cdot \sigma_s}{s} \cdot E \cdot 20 \cdot 3.5 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_f} \cdot d$$

де:  $\eta$  – коефіцієнт, який залежить від виду арматури;

$\sigma_s$  – напруження в розтягнутій арматурі;

$\rho_f$  – коефіцієнт поздовжнього армування;

$d$  – діаметр поздовжньої арматури.

Перевіряємо умову [9]:

$$\frac{h_{\text{eff}}}{d}$$

де:  $\xi$  – відносна висота стиснутої зони бетону для перерізу з тріщиною.

Визначаємо коефіцієнт армування [9]:

$$\rho_f = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{12.56 \cdot 10^{-4}}{0.462 \cdot 0.2} = 0.014 \leq 0.02$$

Умова виконується. Приймаємо  $\rho_f = 0.014$ .

Визначаємо відносну висоту стиснутої зони бетону для перерізу з тріщиною [9]:

$$\xi = \frac{1}{1.5 \cdot \left( 1 + \frac{1.8 \cdot (1.5 \cdot (0.15 \cdot 0.375))}{10 \cdot 0.014 \cdot 9.13} \right)} = 0.189$$

$$\sigma_s = \frac{M_e}{\xi \cdot d} = \frac{41.71}{0.189 \cdot 0.2} = 0.415 \cdot 10^6 \text{ Па} = 0.375 \text{ МПа}$$

$$\sigma_s = \frac{b'_f \cdot b \cdot h_{\text{eff}}}{b \cdot d} = \frac{(1.47 \cdot 0.462) \cdot 0.038}{0.462 \cdot 0.2} = 0.415$$

$$= \frac{M_e}{b \cdot d^2 \cdot f_{\text{ck}}} = \frac{41.71}{0.462 \cdot 0.2^2 \cdot 15000} = 0.15$$

Перевіряємо умову:

$$\xi = 0.189 \leq 0.038 \leq 0.19$$



Умова виконується, тобто, розрахунок ведемо як для прямокутного перерізу з розмірами:

$$b = b'_f = 1.47 \text{ м} \quad d = 0.2 \text{ м}$$

### 2.2.5. Розрахунок по тривалому розкриттю тріщин

Визначаємо коефіцієнт армування [9]:

$$\alpha_f = \frac{A_s}{b \cdot d} \frac{12.56 \cdot 10^4}{1.47 \cdot 0.2} = 0.0043$$

Визначаємо коефіцієнт  $\eta_1$ : [9]

$$\eta_1 = \frac{1.6 \cdot 15 \cdot \alpha_f}{1.536} = 1.6 \cdot 15 \cdot 0.0043 = 1.036$$

Визначаємо відстань від центра тяжіння перерізу арматури до точки прикладання рівнодіючих зусиль в стиснутій зоні в перерізі над тріщиною [9]:

$$\eta_2 = \frac{M_{el}}{b'_f \cdot d^2 \cdot f_{ck}} = \frac{29.73}{1.47 \cdot 0.2^2 \cdot 15000} = 0.034$$

$$\eta_2 = \frac{0.034}{1.5 \cdot \eta_1} = \frac{0.034}{1.5 \cdot 1.036} = 0.0209$$

0.0043 · 9.13

$$Z_1 = d \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \eta_2} \right] = 0.2 \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - 0.0209} \right] = 0.179 \text{ м}$$

Визначаємо напруження в розтягнутій арматурі [9]:

$$\sigma_s = \frac{M_{el}}{A_s \cdot Z_1} = \frac{29.73}{12.56 \cdot 10^{-4} \cdot 0.179} = 132.1 \text{ МПа}$$

Визначаємо ширину розкриття тріщин від дії постійного та тривалого навантаження [9]:

$$w_{crc2} = \frac{132.1}{0.161 \cdot 10^4} \cdot \frac{1}{1.536} \cdot \frac{1}{w_{max2}} \cdot \sqrt[3]{\frac{20}{0.3}} \cdot (3.5 \cdot 100 \cdot 0.0043) = 20$$

## **РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

### **3.1. Основні методи виробництва робіт**

Необхідно завершити роботи підготовчого періоду, який складає 1 місяць від загального терміну будівництва, до початку основного періоду будівництва.

До підготовчого періоду входить [8,14]:

- підготовка території під будівельний майданчик;
- огороження території;
- влаштування опорної геодезичної сітки;
- влаштування майданчиків для складування матеріалів;
- влаштування господарсько-побутових приміщень і споруд;
- влаштування мережі тимчасових комунікацій;
- влаштування тимчасових доріг.

1. Земляні роботи виконуються на території, попередньо спланованого майданчика. Об'єм земляних робіт виконуємо механізованим способом, використовуючи бульдозер ДЗ-18. Котлован розробляємо за допомогою екскаватора Е-504, який обладнаний зворотною лопатою місткістю ковша 0,5 м<sup>3</sup>. Для зачищення котловану використовуємо бульдозер ДЗ-18. Доробка ґрунту виконується в ручну.

2. Влаштування фундаменту. В будівлі, що проектується, передбачається влаштування монолітного стрічкового фундаменту шириною 1,0 м. За допомогою крану, використовуючи ківш-баддю, подають бетонну суміш до місця бетонування. Бетонну суміш ущільнюють вібратором типу ІВ-79 на мало армованих ділянках фундаменту.

Стандартні залізобетонні блоки підвалу підвозять вантажівками і розвантажують краном. Встановлюють їх після того, як бетон фундаменту досягне проектної міцності.

3. Монтажні роботи. Попередньо для виконання монтажних робіт розраховуємо параметри та вибираємо кран. У нашому проекті прийнято автомобільний кран. Монтаж конструкцій ведемо роздільним методом. До

початку монтажних робіт необхідно виконати всі роботи підготовчого періоду.

Таблиця 3. Кам'яні роботи по зведенню цегляної кладки виконують вручну. За допомогою крану цегла у піддонах подається до місця вкладання. Вздовж фронту робіт складають піддони з цеглою. Зовнішні несучі стіни мають товщину 510 мм, внутрішні несучі – 510 мм та 380 мм, перегородки - 120 мм. Цеглу та розчин на робоче місце муляра подають монтажним краном, прийнятим за розрахунком.

5. Покрівля двоскатна з крокв'яною системою та з влаштуванням металочерепиці. Теплоізоляційним матеріалом слугує мінеральна вата.

6. Оздоблювальні роботи. У даній будівлі виконується поліпшена штукатурка з використанням будівельних сумішей «Ceresit». Механізованим способом за допомогою агрегату СО-57 та форсунок наносять розчин. Для затирання останнього шару викорисовуємо затиральні машини типа “Киянка”. Фарбуємо стіни і стелі в кімнатах водоемульсійними фарбами. В санвузлах передбачено оздоблення глазурованої керамічною плиткою на всю висоту поверху.

7. Вікна та двері виконуються у металопластиковому профілі за виготовленням.

8. Підлога в приміщеннях виконується з лінолеуму, а в санітарно-технічних приміщеннях – з керамічної плитки.

9. Цоколь штукатуриться цементно-вапняним розчином та облицьовується керамічними плитками. Зовнішні стіни утеплюються та оздоблюються за системою «Ceresit».

| № з/п             | Найменування робіт  | Один. виміру   | Об'єм робіт |
|-------------------|---|----------------|-------------|
| 1                 | 2   | 3              | 4           |
| Підземна частина  |   |                |             |
| 1. Земляні роботи |   |                |             |
| 1.                | Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі- самоскиди екскаваторами одноковшовими з ковшом місткістю 0,5 м <sup>3</sup> , група 1 | м <sup>3</sup> | 130         |
| 2.                | Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "зворотна лопата" з ковшом місткістю 0,5 м <sup>3</sup> , група ґрунтів 1                     | м <sup>3</sup> | 650         |
| 3.                | Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1                               | м <sup>3</sup> | 650         |
| 4.                | Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2   | м <sup>3</sup> | 650         |
| 2. Фундаменти     |   |                |             |
| 5.                | Улаштування бетонної підготовки   | м <sup>3</sup> | 17,7        |
| 6.                | Збирання і розбирання опалубки з окремих дошок для улаштування фундаментів стрічкових   | м <sup>3</sup> | 53,1        |
| 7.                | Встановлення арматурних сіток і каркасів в фундаментах вручну   | т              | 2,34        |

### 3.2. Розрахунок параметрів та вибір монтажного крану

Розрахунок параметрів та вибір монтажного крану ведеться на плиту покриття, найбільш віддалену від місця стоянки та перевіряється на самий важкий елемент. У всіх випадках повинні виконуватися вимоги [6]:

$$Q_{кр} \leq Q_{кр} \quad (\text{при відповідних } H_{кр} \text{ и } l_{в});$$

$$H_{кр} \leq H_{кр} \quad (\text{при відповідних } Q_{кр} \text{ и } l_{в});$$

$$l_{втр} \leq l_{в} \quad (\text{при відповідних } H_{кр} \text{ и } Q_{кр});$$

Визначаємо висоту підйому крюка крану [6]:

$$H_{крп} = H_{м} + h_{э} + h_{м.г.} + h_{стр}, \text{ м}$$

де:  $H_{м}$  – висота монтажного горизонту,  $H_{м} = 0,9 + 6,3 = 7,2$  м;

$h_{э}$  – висота елемента, що монтується, м;

$h_{м.г.}$  – висота вантажних пристроїв, м;

$h_{стр}$  – монтажний запас (0,5-1) м.

$$H_{крп} = 7,2 + 0,22 + 5 + 1 = 13,42 \text{ м}$$

Визначаємо необхідну вантажність крану [6]:

$$Q_{крп} = Q_{э} + q_{г.п.} + q_{к.у.}, \text{ Т}$$

де:  $Q_{э}$  – максимальна маса монтуемого елемента, т  $Q_{э} = 4,25$  т;

$q_{г.п.}$  – маса вантажних пристроїв, т;

$q_{к.у.}$  – маса конструкцій підсилення, т.

$$Q_{крп} = 4,25 + 0,3 = 4,55 \text{ т}$$

Визначаємо мінімальну відстань від осі стріли в т. “О” до т.”Ш”[6]:

$$h_0 = H_{м} - h_{м} + O_2, \text{ м}$$

де:  $h_{м}$  – відстань по вертикалі від рівня стоянки крану до т. “Ш” (1-1,5 м);

$O_2$  – вертикальна проекція т. «О» (1-1,5 м)

$$h_0 = 7,2 - 1 + 1 = 7,2 \text{ м}$$

Визначаємо відстань по горизонталі від т. “О” до центра монтуємої конструкції [6]:

$$l_0 = l_{к}/2 + f + O_1, \text{ м}$$

де:  $l_{к}$  – розмір по горизонталі монтуємої конструкції в напрямку положення стріли

крану, м;

$f$  – відстань по горизонталі від рівня монтуємої конструкції до зовнішньої грані змонтованої раніше, м;

$O_1$  – горизонтальна проекція т. «О» (1-1,5 м);

$$l_0 = 4,5 + 0,25 + 1,0 = 5,75 \text{ м}$$

Визначаємо оптимальний кут нахилу стріли крану [6]:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h_0}{l_0} = \frac{7,20}{5,75} = 1,15; \quad \alpha = 49^\circ$$

Визначаємо довжину стріли [6]:

$$L = \frac{h_0}{\sin \alpha} + \frac{l_0}{\cos \alpha}, \text{ м}$$
$$L = \frac{7,20}{\sin 49^\circ} + \frac{5,75}{\cos 49^\circ} = 9,54 + 8,76 = 18,30 \text{ м}$$

Визначаємо виліт стріли [6]:

$$l_{\text{втр}} = L \cos \alpha + l_m, \text{ м};$$

де:  $l_m$  – відстань від т. «Ш» до вісі обертання поворотної платформи крану (1-1,5 м).

$$l_{\text{втр}} = 18,30 \cos 49^\circ + 1,5 = 12 + 1,5 = 13,5 \text{ м}$$

Визначаємо перевищення верхнього кінця стріли т. «Г» над т. «О» [6]:

$$h_{\Gamma} = l_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ м} \quad h_{\Gamma} = 7,20 \cdot 1,15 = 8,28 \text{ м}$$

Висота монтажного горизонту до т. «Г» [6]:

$$h_{\Gamma\text{М}} = O_2 + h_{\text{з}} + h_{\text{м.г.}} + h_{\text{п}}, \text{ м};$$

де:  $h_{\text{п}}$  – довжина поліспасти, м;

$$h_{\Gamma\text{М}} = 1,5 + 0,22 + 3 + 1,5 = 8,22 \text{ м}$$

Визначаємо кут повороту стріли крану при монтажі віддалених плит покриття [6]:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{l_c} \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{4,9}{12} = 0,4083 \quad \varphi = 22^\circ$$

Визначаємо проекцію стріли на горизонталь [6]:

$$l'_c = \frac{l_c}{\cos \varphi}, \text{ м} \quad l'_c = \frac{12}{\cos 22^\circ} = 12,9 \text{ м}$$

Визначаємо кут нахилу стріли крану при повороті на  $\varphi^\circ$  [6]:

$$h_0 \quad h_r \quad \operatorname{tg} \alpha\varphi = \frac{l_c}{l_c} \quad \operatorname{tg} \alpha\varphi = \frac{7,2 \quad 6,22}{12,9} = 1,04 \quad \alpha\varphi = 46^\circ$$

Визначаємо кінцеву довжину стріли [6]:

$$L_{\text{стр.}} = \frac{l_c}{\cos \alpha\varphi} = \frac{12,9}{\cos 46^\circ} = \frac{12,9}{0,6947} = 18,60 \text{ м}$$

Основні розрахункові параметри для вибору крану:

$$\begin{aligned} N_{\text{кран}} &= 13,42 \text{ м} & l_{\text{втр}} &= 13,5 \text{ м} \\ Q_{\text{кранmax}} &= 4,55 \text{ т} & L_{\text{стр.}} &= 18,6 \text{ м} \end{aligned}$$

Відповідно одержаним розрахункам вибираємо кран КС-45719-7А, автомобільний з довжиною стріли 21 м з наступними технічними параметрами:

$$\begin{aligned} Q_{\text{max}} &= 6 \text{ т} & Q_{\text{min}} &= 0,9 \text{ т} \\ N_{\text{к}} &= 21 \text{ м} & N_{\text{к min}} &= 8 \text{ м} \\ l_{\text{в max}} &= 19,0 \text{ м} & l_{\text{в min}} &= 4,0 \text{ м} \end{aligned}$$

### 3.3 Визначення тривалості будівництва об'єктів

Всього за загально-будівельними роботами витрати праці складають [12]:

$$T_p = 1088,50 \text{ чол.- змін (70\%)}$$

Загальна сума витрат: 
$$T_p \cdot \frac{3400,88 \cdot 100}{70} = 4858,40 \text{ чол.- змін}$$

Тривалість будівництва визначаємо згідно ДСТУ Б.А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів» [12] за формулою:

$$T_0 = \frac{T_c \cdot K_1 \cdot K_2}{K_3};$$

де:  $T_c$  – середній показник тривалості будівництва (за ДСТУ для будівель офісних 1-2 поверхів загальною площею 1000 м<sup>2</sup>  $T_c = 7$  міс. );

$K_1$  – коефіцієнт, що враховує сукупність конкретних умов зведення об'єкту;

$K_2$  – коефіцієнт, що враховує сукупність конструктивних особливостей будівлі;

$k_3$  – коефіцієнт, який враховує прийняті організаційно-технологічні, заходи, що впливають на тривалість будівництва.

$$K_1 = K_{11} \cdot K_{12} \cdot K_{13}$$

де:

$k_{11}$  – коефіцієнт, який враховує інженерно-геологічні умови, в нашому проекті

$k_{11} = 1$  (звичайні умови);

$k_{12}$  – коефіцієнт, який враховує будівництво в сейсмічних умовах,

$k_{12} = 1$  (звичайні умови);

$k_{13}$  – коефіцієнт, який враховує ступінь впливу щільності забудови і визначається за формулою:

$$k_{13} = 1 + (P_1 + P_2 + P_3) \quad [12]$$

де:  $P_1$  – коефіцієнт, який враховує наявність поблизу будівельного майданчика:

- існуючих будівель і споруд (0,48);
- зелених насаджень, що неможна видалити (0,06);
- стиснуті умови складування матеріалу (0,06);

$P_1 = 0,06$  (стиснуті умови складування матеріалу)

$P_2$  – коефіцієнт, який враховує на території будівельного майданчика інженерних мереж – 0,15 (відсутній);

$P_3$  – коефіцієнт, який враховує інтенсивність руху транспорту та пішоходів поблизу місця проведення робіт (0,25).

$$k_{13} = 1 + (0,48 + 0 + 0,25) = 1,73$$

$$k_1 = 1 \cdot 1 \cdot 1,73 = 1,73$$

$k_2$  – коефіцієнт, що враховує тип фундаменту, для будинків з пальовими фундаментами – 1,1, для інших випадків 1;

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує змінність роботи:

при двохзмінній роботі 1,1

Відповідно, розрахунковий термін будівництва складає [12]:

$$T \bullet \frac{T_c \bullet K_1 \bullet K_2}{K_3} = \frac{7 \bullet 1,73 \bullet 1}{1,1} = 11 \text{ міс.}$$

$t_{\text{дн}} = 11$  місяців (242 робочих дні)

### 3.4 Розрахунок площі тимчасових будівель і споруд

Середня кількість робочих складає:

$$O \bullet \frac{T_p \bullet K_1}{t_{\text{дн}}} = \frac{242 \bullet 4858,4 \bullet 1,6}{242 \bullet 1,1} = 35 \text{ чол. за добу.}$$

При двохзмінній роботі:  $O = 18$  чол.

Загальна численність працюючих:

$$N = O + H + I + B \quad [14]$$

де:  $O$  – робочі основного виробництва:

$$O = 18 \text{ чол.}$$

$H$  – робочі неосновного виробництва:

$$H = 20\%O = 0,2 \cdot 18 = 4 \text{ чол.}$$

$I$  – інженерно-технічні робітники:

$$I = 16\%(O + H) = 0,16(18 + 4) = 4 \text{ чол.}$$

$B$  – численність допоміжного персоналу:

$$B = 1\%(O + H + I) = 0,01(18 + 4 + 4) = 1 \text{ чол.}$$

$$N = 18 + 4 + 4 + 1 = 27 \text{ чоловік}$$

Потрібну площу тимчасових споруд визначаємо за формулою:

$$F \bullet N \bullet n \quad [14]$$

де:

$N$  – кількість працюючих на яких розраховане дане приміщення;

$n$  – норма площі на одного робітника,  $\text{м}^2$

Відповідно ДБН А.3.1-5-96 «Управління, організація, технологія. Організація будівельного виробництва» [14] приймаємо нормативні показники для визначення площі.

Виконуємо розрахунок площі тимчасових будівель та споруд у табличній формі ( таблиця 3.3.) [14].

Таблиця 3.3.

## Розрахунок площі тимчасових будівель і споруд

| № з/п | Найменування приміщень                           | К-сть | Прийнята площа, м <sup>2</sup> | Прийняті розміри | Характер приміщень |
|-------|--|-------|--------------------------------|------------------|--------------------|
| 1.    | Прохідна   | 1     | 6                              | 3 х 2            | збірно-розбірне    |
| 2.    | Контора  | 1     | 16                             | 4 х 4            | збірно-розбірне    |
| 3.    | Гардеробна з умивальником                        | 1     | 16                             | 4 х 4            | збірно-розбірне    |
| 4.    | Приміщення для прийому їжі                       | 1     | 16                             | 4 х 4            | збірно-розбірне    |
| 5.    | Приміщення для обігріву робочих та сушіння одягу | 1     | 12,9                           | 3 х 4,3          | пересувне          |
| 6.    | Душові   | 1     | 12,9                           | 3 х 4,3          | пересувне          |
| 7.    | Туалет   | 1     | 3                              | 1,5 х 2          | дерев'яне          |

### 3.5. Розрахунок потреби води при виконанні будівельно-монтажних робіт

На будівельному майданчику воду використовують в господарчих, побутових, технологічних та протипожежних цілях.

$$Q = C \cdot S \cdot k [28]$$

де:  $C$  – об'єм БМР за проектом,  $C = 8454195$  грн.;

$S$  – норма витрат води на 1 млн. грн. кошторисної вартості БМР для даної галузі

$$(S = 0,2 \text{ л/с});$$

$K$  – коефіцієнт зміни кошторисної вартості, залежить від (0,97-0,99).

$$Q = 8,454195 \cdot 0,2 \cdot 0,97 = 1,64 \text{ л/с}$$

Загальні витрати кількості води на будівельний майданчик:

$$Q_{\text{заг}} = Q + Q_{\text{пож}} = 1,64 + 10 = 11,64 \text{ л/с} [28]$$

де:  $Q_{\text{пож}}$  – витрати води на пожежогасіння на період будівництва:

$Q_{\text{пож}} = 10$  л/с за умови роботи двох пожежних гідрантів з витратами по 5 л/с.

На основі визначених витрат води розраховують діаметр тимчасового водопроводу.

$$D = 0,122 \text{ м}$$

Діаметр водопроводу - 125 мм.

Приймаємо для протипожежного водопроводу труби Ø100 мм.

Для виробничо-побутового призначення - труби Ø 25 мм.

### **3.6. Розрахунок в потребі електроенергії**

Електроенергію на будмайданчику використовують, як для зовнішнього та і для

внутрішнього освітлення території, а також робочих місць, живлення устаткування, агрегатів машин та на технологічно - виробничі потреби [24,32].

Потрібна кількість електроенергії визначається за формулою:

$$P = p \cdot C \cdot K [24]$$

де: P – норма витрат електроенергії на 1 млн. грн. кошторисної вартості БМР.

Беремо в залежності від кошторисної вартості ( $p = 10$  кВт);

C – об'єм будівельно-монтажних БМР, млн. грн.;

K – коефіцієнт зміни кошторисної вартості, залежить від району будівництва (0,85-1,02).

$$P = 10 \cdot 8,454195 \cdot 0,85 = 71,68 \text{ кВт}$$

Приймаємо трансформаторну підстанцію КТП кіоскового типу потужністю 75 кВт.

### **3.7. Розробка буд генплану**

Будівельним генеральним планом називається план майданчика, відведеного для будівництва об'єкту. На будгенплані запроєктовані тимчасові будівлі та споруди, склади для зберігання будматеріалів, механізовані установки та проектуюча будівля.

Генеральний план передбачає [7]:

- вибір монтажного крану;
- розрахунок тимчасових будівель та споруд, складів;
- розрахунок побутових будівель;
- розрахунок потреби у тимчасовому електропостачанні, водопостачанні;
- вибір внутрішнього трансформатору.

Попередньо проводимо розрахунок параметрів крану. Згідно розрахунку приймаємо кран типу «КС-45719-7А (20т, на шасі КамАЗ – 43118).

Визначається місце його стоянки при монтажних роботах. Розраховується зона роботи крану. Обов'язково на будгенплані позначається монтажна зона, зона роботи крану, яка дорівнює довжині його стріли, та небезпечна зона при падінні вантажу.

Обов'язково влаштовують тимчасову дорогу. Дорога закольцована та має в'їзд-виїзд з майданчика. На будівельному майданчику розміщують тимчасові склади для будматеріалів. Розміри складів приймають згідно розрахунків.

Будмайданчик забезпечують водою, завдяки тимчасовому водопроводу, який підключають до існуючих мереж. Тимчасову електромережу розраховують згідно показників на 1 млн. грн. будівельно-монтажних робіт.

Під час будівництва будмайданчик огороджується та в темний період освітлюється за допомогою прожекторів.

## РОЗДІЛ 4. НАУКОВА РОБОТА

### 4.1 Дослідження високоефективних добавок до бетонів

Спочатку добавки до бетонів використовували лише для економії цементу. З розвитком будівельних технологій використання добавок стало основним заходом поліпшення експлуатаційних характеристик бетону. [46, 47, 48, 63]

Дослідження високоефективних добавок до бетонів зосереджені на покращенні його властивостей, таких як пластичність, міцність, морозостійкість та довговічність. Основні напрямки включають використання пластифікаторів для підвищення рухливості та зменшення водопотреби, повітровтягувальних добавок, а також гідроізоляційних добавок для захисту від води. Додатково вивчаються прискорювачі та сповільнювачі твердіння, а також фіброволокно для збільшення міцності.

Добавки — це речовини, які вводяться в бетонну суміш на етапі її приготування. Їх мета — змінити властивості бетону у свіжому чи затверділому стані. Сучасні будівельні проєкти висувають високі вимоги до характеристик бетону і без добавок досягти їх просто неможливо.

Сучасне будівництво в умовах інтенсивної відбудови України, дефіциту енергоресурсів, зростання вимог до довговічності та екологічності вимагає широкого впровадження високоефективних бетонів і будівельних розчинів, властивості яких досягаються переважно за рахунок хімічних і мінеральних добавок.

Добавки дозволяють зменшити витрату цементу на 10–30 %, підвищити міцність у 1,5–2 рази, збільшити довговічність конструкцій у 2–3 рази, забезпечити спеціальні властивості (самоущільнення, морозостійкість, водонепроникність).

Сучасні добавки до бетонів класифікують:

За походженням: хімічні добавки, мінеральні (активні та інертні), комплексні (модифікатори)

За функціональним призначенням (EN 934, ДСТУ):

| Група добавок          | Основна дія   |
|------------------------|---|
| Пластифікуючі          | Зниження водоцементного відношення                    |
| Суперпластифікатори    | Самоущільнення, високі міцності                       |
| Прискорювачі твердіння | Швидкий набір міцності                                |
| Сповільнювачі          | Контроль часу схоплювання                             |
| Повітровтягувальні     | Морозостійкість                                       |
| Гідрофобізатори        | Водонепроникність                                     |
| Протиморозні           | Бетонування при $-10\dots-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| Корозійні інгібітори   | Захист арматури                                       |

Сучасні пластифікуючі та суперпластифікуючі добавки – це покоління суперпластифікаторів: лігносульфонати (I покоління), нафталінформальдегідні (II), меламіноформальдегідні (III), полікарбосилатні ефіри (PCE) – IV покоління.

Переваги PCE-добавок: зниження В/Ц до 0,25–0,35, зростання міцності, висока рухливість без розшарування, можливість виготовлення самоущільнювальних бетонів (SCC)

Мінеральні добавки нового покоління - активні мінеральні добавки: мікрокремнезем ( $\text{SiO}_2 > 90\%$ ), метакаолін, зола-винесення, доменні гранульовані шлаки; пуцолановий ефект  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C-S-H}$

результатом якого є: ущільнення структури, зменшення капілярної пористості, підвищення хімічної стійкості.

Сучасна тенденція — застосування багатокомпонентних систем:

Типовий склад: суперпластифікатор (PCE), мікрокремнезем, повітровтягувальна демонтажна добавка, стабілізатор в'язкості.

Ефект: міцність на 30–60 %, морозостійкість до F300–F500, водонепроникність до W10–W20.

Добавки для спеціальних умов будівництва – це протиморозні добавки: нітрати, форміати, карбонати, бетонування до  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , критерій ефективності яких  $R_{3д} \geq 30\%R_{28}$ ; самовідновлювальні бетони: мікрокапсульзовані бактерії, кристалізаційні добавки, ефект яких полягає у закритті тріщин до 0,4 мм та збільшенні строку експлуатації на 40–50 %.

Сучасні будівельні розчини з добавками використовують в наступних основних напрямках: тонкошарові кладочні розчини, ремонтні суміші, ін'єкційні та тиксотропні склади. При регулюванні реології застосовуються: ефірів целюлози, редисперговані полімерні порошки.

$$\text{Економічний ефект } E = (C_0 - C_1) \cdot V - C_d$$

де:

$C_0, C_1$  – собівартість без та з добавками

$C_d$  – вартість добавок

Екологічні переваги: викидів  $CO_2$  до 20–35 %, споживання цементу, використання промислових відходів.

Перспективи розвитку – це нанодобавки (нано- $SiO_2$ , графен), цифровий підбір складу бетону, адаптивні «розумні» бетони. інтеграція з BIM-проектуванням.

Висновки:

1. Добавки є ключовим інструментом підвищення ефективності бетонів.
2. Комплексне модифікування забезпечує максимальний техніко-економічний ефект.
3. Сучасні добавки — основа сталого та швидкого відновлення інфраструктури України.
4. Подальший розвиток пов'язаний з нанотехнологіями та «розумними матеріалами».