

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
конструювання і дизайну**

_____ Іван
РОГОВСЬКИЙ
(підпис)

“ ___ ” _____ грудня _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри будівництва

_____ Ігор ЯКОВЕНКО
(підпис)

“ ___ ” _____ грудня _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Реконструкція спортивного комплексу із улаштуванням заходів
термомодернізації у Хмельницькій області»**

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

кандидат технічних наук, доцент _____ Євгеній БАКУЛІН
(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор технічних наук, доцент _____ Вячеслав МАРТИНОВ
(підпис)

Виконав

_____ Богдан САНЧУК
(підпис)

КИЇВ – 2025
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання і дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва

доктор технічних наук, професор

_____ Ігор ЯКОВЕНКО

(підпис)

“19” _____ грудня _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ

Санчуку Богдану Юрійовичу

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Реконструкція спортивного комплексу із улаштуванням заходів термомодернізації у Хмельницькій області»,

затверджена наказом від “16” грудня 2024 р. №2267 “С”.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025, листопад, 28

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: необхідно розробити проєкт реконструкції спортивного комплексу із улаштуванням заходів термомодернізації у залізобетонному каркасі

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Навести загальні відомості та вимоги, які застосовуються до визначення енергоефективності будівель. Описати критерії економії енергії та енергоефективності, які застосовуються у будівництві України.

2. Розробити заходи щодо проведення енергоаудиту. Систематизувати та надати рекомендації щодо підвищення енергоефективності будівлі спортивного комплексу.

3. Навести загальна характеристика будівлі спортивного комплексу із особливостями її розміщення на генеральному плані місцевості. Визначити основні архітектурно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення.

4. Виконати конструювання основних будівельних конструкцій із застосування сучасного програмного забезпечення.

5. Розробити будженплан, календарний графік виконання робіт та технологічну карту на виконання одного з видів робіт.

Дата видачі завдання “18” грудня 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Вячеслав МАРТИНОВ
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Богдан САНЧУК
(підпис)

ЗМІСТ

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	6
1.1. Загальні вимоги до енергоефективності будівель.....	6
1.2. Основні критерії економії енергії та енергоефективності будівель.....	7
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	13
2.1. Розробка заходів щодо проведення енергоаудиту при реконструкції спортивного комплексу.....	13
2.2. Зведені рекомендації щодо енергоефективності спортивного комплексу.....	15
3. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА.....	17
3.1. Загальна характеристика об'єкта.....	17
3.2. Планування генерального плану та організація рельєфу.....	17
3.3. Архітектурно-планувальні рішення.....	19
3.4. Архітектурно-конструктивні рішення.....	21
3.5. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	24
3.6. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	25
3.7. Інженерне обладнання.....	27
4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	30
4.1. Вихідні дані до реконструкції спортивного комплексу.....	30
4.2. Визначення навантажень.....	31
4.3. Аналіз результатів статичного розрахунку.....	31
4.4. Визначення армування та підбір арматури.....	34
4.5. Аналітична перевірка розрахунку монолітної залізобетонної плити перекриття.....	37
4.6. Визначення прогинів монолітної залізобетонної плити перекриття.....	39
4.7. Результати конструювання монолітної залізобетонної плити перекриття	40
5. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....	42
5.1. Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.....	42
5.2. Збір навантажень на фундамент.....	44
5.3. Проектування фундаменту мілкового закладання.....	46

6. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	54
6.1. Вихідні дані і область застосування.....	54
6.2. Вибір методів і технологій виробництва робіт, машин, механізмів....	56
6.3. Вказівки до контролю якості робіт та вказівки з техніки безпеки.....	62
6.4. Розрахунок ТЕП проекту, календарного графіку і графіку руху РК....	65
6.5. Технологія і організація будівельного виробництва.....	66
6.6. Матеріально-технічні ресурси.....	67
7. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	69
7.1. Розрахунок ТЕП календарного графіка та графіку руху робітників....	69
7.2. Техніко-економічні показники.....	70
7.3. Розрахунок і проектування календарного графіка виконання робіт по об'єкту.....	70
7.4. Розрахунок монтажних параметрів і вибір вантажо-підйомних машин...	74
7.5. Проектування будгенплану.....	75
7.5.1. Розрахунок і проектування адміністративно-побутових тимчасових будівель і споруд.....	75
7.5.2. Розрахунок площі відкритих і закритих складів для будівельних конструкцій, матеріалів і деталей.....	77
7.5.3. Розрахунок і проектування мереж тимчасового водозабезпечення будівництва.....	78
7.5.4. Розрахунок і проектування мереж тимчасового електропостачання будівельного майданчика.....	79
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	82
8.1. Безпека технологічного обладнання та процесу.....	82
8.2. Заходи забезпечення електробезпеки на будівельному майданчику...	83
8.3. Розрахунок заземлення.....	84
8.4. Вимоги дотримання охорони праці по виконанню будівельно-монтажних робіт.....	85
ВИСНОВКИ.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	92

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Загальні вимоги до енергоефективності будівель

У відповідності до діючих ДБН В.1.2-11:2021 [6], будівлі і споруди повинні бути придатними для використання за призначенням з урахуванням, зокрема, безпеки для здоров'я людей, які задіяні протягом усього життєвого циклу об'єкта.

Основна вимога стосується зниження енергоспоживання будівлями при їх експлуатації з урахуванням кліматичних умов, місцезнаходження та призначення.

Основна вимога розповсюджується на використання енергії для опалення та охолодження приміщень або теплової зони, регулювання вологості, гарячого водопостачання, вентиляції та освітленості [6].

Підтвердження відповідності основній вимозі щодо забезпечення економії енергії та енергоефективності здійснюється для будівель та споруд, на які встановлені норми, що містять таку вимогу.

Призначення будівель і споруд за вимогою економії енергії та енергоефективності – захист життя або здоров'я людей, майна, життя або здоров'я тварин і рослин від погроз, обумовлених дією низьких та високих температур, браку (нестачі) чистого повітря при забезпеченні достатньої безпеки систем інженерного устаткування будівлі та споруди.

Будівлі повинні бути запроектовані та зведені таким чином, щоб упродовж економічно обґрунтованого періоду нормальної експлуатації під час виконання встановлених вимог до внутрішнього мікроклімату приміщень і інших умов мешкання і (або) діяльності людей забезпечувалося ефективно і економічне витрачання енергетичних ресурсів під час безпечного функціонування систем опалювання, вентиляції, кондиціонування, гарячого водопостачання та освітлення.

Забезпечення виконання основної вимоги щодо економії енергії та енергетичної ефективності здійснюється за рахунок використання системи заходів з:

→ проектування теплоізоляційної оболонки об'єктів будівництва з забезпеченням зниження теплових витрат через її елементи;

→ використання об'ємно-планувальних рішень об'єктів будівництва, що одночасно забезпечують зниження теплових витрат через теплоізоляційну оболонку та теплові надходження від сонячної радіації;

→ застосування конструктивних рішень та обладнання, що забезпечують використання відновлюваних джерел енергії (включаючи сонячну радіацію) для потреб забезпечення необхідних параметрів внутрішнього повітря та для гарячого водопостачання;

→ забезпечення регульованого повітрообміну допустимого санітарними нормами;

→ проектування інженерного устаткування з урахуванням експлуатаційних температурних, вологісних режимів та технологічних процесів об'єктів будівництва;

→ проектування конструктивних рішень елементів теплоізоляційної оболонки з урахуванням

змін теплофізичних характеристик матеріалів в процесі експлуатації виробів.

Ця основна вимога щодо економії енергії та енергетичної ефективності реалізується на підставі суттєвих характеристик будівельної продукції [6].

1.2. Основні критерії економії енергії та енергоефективності будівель

Енергетичні властивості будівель (споруд) визначаються витратами енергії на їх експлуатацію від джерела енергії для забезпечення комфортного режиму в приміщеннях з урахуванням [6]:

1 – *кількості енергії*, що необхідна для задовільнення потреб споживача при забезпеченні комфортного теплового режиму при опаленні

будівлі, охолодженні, освітленні, що встановлюється відповідно до існуючих методів розрахунку;

2 – *теплонадходжень до будівлі* від сонця - пасивне опалення, охолодження, природна вентиляція;

3 – *балансових енергетичних характеристик* 1-ї та 2-ї складових з урахуванням теплоізоляційних властивостей будівлі;

4 – *підведеної до будівлі енергії*, що зареєстрована для кожного виду енергоносія, включаючи електроенергію, енергію гарячого водопостачання, відновлювальні джерела енергії, когенерацію тощо;

5 – *відновлюваної енергії*, що вироблена на прилеглий до будівлі території;

6 – *енергії з відновлюваних джерел*, що виробляється обладнанням, розташованим на даху, фасаді, прилеглий до будівлі території, та постачається до зовнішніх мереж;

7 – *кількості використаної первинної енергії* на потреби будівлі або кількості викидів CO₂.

Для оптимізації споживання енергії інженерними системами будівель у нормах з теплової ізоляції та енергоефективності будівель встановлюють вимоги щодо загальної енергетичної ефективності будівлі, у нормах з інженерних систем будівель встановлюють вимоги до характеристик цих систем та їх контролю.

Вимоги до інженерних систем повинні охоплювати, принаймні [6]:

- а) системи опалення;
- б) системи охолодження;
- в) системи гарячого водопостачання;
- г) системи кондиціонування повітря;
- д) системи механічної вентиляції;
- е) системи освітлення або поєднання цих систем, у тому числі систем технічного управління.

Нормативні вимоги до інженерних систем будівлі повинні сприяти впровадженню інтелектуальних систем обліку для нових будівель та після

термомодернізації існуючих, сприяти встановленню активних систем контролю, таких як системи автоматизації, контролю та управління.

Показники енергетичної ефективності будівлі характеризують ефективність використання енергії, встановлюють граничні межі витрат енергії, і використовуються при проектуванні, будівництві, прийнятті в експлуатацію, а також в подальшій експлуатації з урахуванням категорії відповідальності будівлі і класу її енергетичної ефективності [6].

Енергетична ефективність будівлі EPB представляється показником EP , який відносять до кондиціонованої (опалюваної) площі A_f або до кондиціонованого (опалюваного) V об'єму будівлі.

Будівлю характеризують наступними показниками енергетичної ефективності, чисельні значення яких встановлюються вимогами ДБН В.2.6-31:

- енергопотреба будівлі EP_{nd} ;
- енергоспоживання будівлі EP_{use} ;
- поставлена енергія EP_{del} ;
- первинна енергія EP ;
- маса викидів парникових газів m_{CO_2} .

Критерій енергопотреби будівлі EP_{nd} повинен включати витрати енергії на опалення, охолодження (в тому числі на попередній підігрів/охолодження вентиляційного повітря), вентиляцію (підігрів/охолодження повітря), та гаряче водопостачання.

Критерій енергоспоживання будівлі EP_{use} повинен включати витрати на опалення (опалення приміщень/теплової зони, попередній підігрів вентиляційного повітря, допоміжна енергія системи опалення), охолодження (охолодження приміщень/теплової зони, попереднє охолодження вентиляційного повітря, включаючи осушення, допоміжна енергія системи охолодження).

Критерій поставленої енергії EP_{del} повинен включати витрати на опалення (опалення приміщень або теплової зони, попередній підігрів вентиляційного повітря, допоміжна енергія, система опалення), вентиляцію (вентилятори), охолодження (охолодження приміщень або теплової зони, попереднє охолодження вентиляційного повітря, включаючи осушення, допоміжну енергію, система охолодження), гаряче водопостачання (нагрів гарячої води, допоміжна енергія, система гарячого водопостачання), освітлення.

Поставлена енергія класифікується за наступними зовнішніми границями (походження або призначення):

- на місці/місцевий;
- неподалік;
- далекий.

Поняття «місцевий», «неподалік» та «далекий» приймаються згідно з [7].

Критерії первинної енергії EP та викидів m_{CO_2} повинні включати всі енергетичні потоки будівлі з урахуванням поставленої енергії та енергії, що виробляється будівлею, з урахуванням встановлених у нормах та стандартах факторів перетворення енергії від відновлюваних та невідновлюваних джерел.

При проектуванні будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії енергоефективність визначається за результатами розрахунків первинної енергії та показника викидів CO_2 (парникових газів).

Вибір заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель залежить від:

- місцезнаходження, орієнтації та геометрії будівельного об'єкта;
- фізичних характеристики матеріалів і елементів теплоізоляційної оболонки;
- проектних параметрів систем технічного устаткування;
- експлуатаційної надійності систем технічного устаткування;
- умов експлуатації будівельного об'єкта, поведінки людей;
- довговічності (надійності) теплоізоляційної оболонки (огороджувальних конструкцій).

При проектуванні будівель повинна бути врахована технічна, екологічна і економічна доцільність альтернативних систем енергопостачання - децентралізованих систем постачання енергії на основі енергії з відновлюваних джерел; когенерації; централізованого опалення або охолодження, зокрема, якщо воно базується загалом або частково на енергії з відновлювальних джерел; теплових pomp, за умови їх доступності.

Аналіз зазначених альтернативних систем повинен бути задокументованим та доступним для перевірки.

Аналіз альтернативних систем енергопостачання здійснюється для будівлі індивідуально або для групи схожих будівель чи спільних типологічних характеристик будівель в одній температурній зоні. Що стосується комбінованих систем опалення і охолодження, то аналіз здійснюється для усіх будівель, приєднаних до системи в одній зоні.

Для будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії клас технічного оснащення, автоматизації, моніторингу й управління слід приймати не нижчим ніж клас «А» згідно з положеннями [8].

Шкала класів енергетичної ефективності		Клас енергетичної ефективності
Високий рівень енергоефективності		
A	<44 кВт·год/м ²	C
B	<79 кВт·год/м ²	
C	<87 кВт·год/м ²	
D	<109 кВт·год/м ²	
E	<131 кВт·год/м ²	
F	≤153 кВт·год/м ²	
G	>153 кВт·год/м ²	
Низький рівень енергоефективності		
Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі		83,6

Рис. 1.1. Приклад визначення класу енергоефективності в сертифікаті, де 83,6 кВт×год/м² – числовий показник загального питомого енергоспоживання на опалення, охолодження будівлі та постачання гарячої води

У багатоквартирних житлових будинках не допускається застосовувати децентралізовані відновлювані джерела енергії для потреб опалення та охолодження (окрім фотоелектричних модулів для виробництва електричної

енергії, сонячних колекторів для опалення та теплових насосів типу «повітря - повітря» для охолодження та опалення), якщо клас енергоефективності будівлі та технічного оснащення, автоматизації, моніторингу й управління нижче класу «С» (приклад, рис.1.1) або обладнання застосоване в інженерних системах (насоси, терморегулятори тощо) нижче класу «А».

Для забезпечення (підвищення) показників енергетичної ефективності будівлі слід максимально знижувати показник компактності будівлі за рахунок об'ємно-планувальних рішень, оскільки при однаковому рівні приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі, що мають менший показник компактності, витрачають енергії на опалення (охолодження) менше ніж будівлі з більшим показником компактності.

Зниження потреб енергії у нагріванні та охолодженні повітря з урахуванням енергоспоживання вентиляторів має забезпечуватись відповідним проектуванням систем природної чи примусової вентиляції. Обмеження витрат на енергетичні потреби, пов'язані з нагріванням і кондиціонуванням повітря, може бути досягнуто за рахунок:

- забезпечення повітронепроникності об'єктів будівництва;
- проектування та калібрування вентиляційних установок відповідно до вимог щодо якості повітря;
- дотримання відповідних правил щодо роботи систем вентиляції;
- застосування теплообмінних пристроїв для зменшення енергії за рахунок утилізації теплоти.

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1. Розробка заходів щодо проведення енергоаудиту при реконструкції спортивного комплексу

Енергетичним аудитом називають обстеження будівель, їх елементів, технологічних процесів, інженерних систем, агрегатів, устаткування, комунікацій і трубопроводів і з наступною оцінкою і аналізом існуючої ситуації та розробкою заходів, які можуть бути здійснені з метою раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, зменшення втрат теплової енергії, скорочення споживання теплової, електричної і інших видів енергії, підвищення енергетичної ефективності роботи обладнання, та покращення мікроклімату в будівлях.

У ході виконання енергетичного аудиту будівель і споруд здійснюється визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів для будівель під час їх експлуатації, що включає наступне:

→ проведення аналізу архітектурно-планувальних рішень, інструментального встановлення теплотехнічних показників теплоізоляційної оболонки будинку та енергетичних характеристик інженерного обладнання;

→ виявлення структури енерговитрат на потреби опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, освітлення та інші потреби упродовж опалювального періоду;

→ визначення відповідності фактичних питомих тепловитрат нормативним значенням;

→ визначення потенціалу енергозбереження;

→ розробка обґрунтованих рекомендацій з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель – комплексу технічних, організаційних і експлуатаційних заходів, які приводять до зниження витрат теплової і інших видів енергії за умови обов'язкового забезпечення оптимальних кліматичних і інших умов життєдіяльності людини у приміщеннях будівлі [1].

При проведенні енергоаудиту у будинках повинні бути досліджені усі фактори, які впливають на рівень енергоспоживання і створення необхідних умов життєдіяльності людини. Увесь комплекс дослідницьких робіт [1–3] може бути умовно розділений на *наступні етапи*:

1. Підготовчі роботи. Збір вихідних даних про об'єкт.
2. Попереднє обстеження об'єкту. На основі виконаних робіт визначається потенціал енергозбереження і попередньо призначаються енергозберігаючі заходи.
3. Проведення енергетичного аудиту (повного або спрощеного).
4. Етап впровадження заходів з енергозбереження. На етапі впровадження Замовнику необхідно здійснювати керівництво процесом упровадження і навчання персоналу.
5. Експлуатація об'єкту після впровадження заходів. У ході експлуатації об'єкту здійснюються заходи з енергомоніторингу.

На етапі проведення підготовчих робіт і збору даних визначається перспективність подальшої реалізації проекту. На етапі попередніх обстежень визначають можливість реалізації енергозберігаючих заходів, включаючи загальний потенціал економії енергії, необхідні інвестиції і термін їх окупності. Якщо Замовник вважає виявлені можливості енергозбереження такими, що заслуговують уваги, то процес продовжується виконанням енергоаудиту, який більш глибоко досліджує пропонувані заходи, включаючи пропозиції по реалізації і фінансовий план.

Проекти, пов'язані із споживанням теплової енергії мають найбільший потенціал енергоефективності (до 70% за оцінками деяких учених). Розроблені Європейські стандарти витрат теплової енергії в житлових будинках (кВт·год/м² на рік) налічують 14 класів об'єктів за енергоефективністю.

Так класу А відповідає енергоспоживання в пасивному будинку (менше 15 кВт·год/м² на рік), класу В від 15 до 45 кВт·год/м², класу С від 46 до 75 кВт·год/м² на рік, класу D від 76 до 90 кВт·год/м² на рік, класу E від 91 до 105 кВт·год/м² на рік, класу F від 106 до 120 кВт·год/м² на рік, класу G від 121 до 135 кВт·год/м²

на рік, класу H від 136 до 150 кВт·год/м² на рік, класу I від 151 до 165 кВт·год/м² на рік, класу J від 166 до 180 кВт·год/м² на рік, класу K від 181 до 195 кВт·год/м² на рік, класу L від 196 до 225 кВт·год/м² на рік, класу M від 226 до 270 кВт·год/м² на рік, класу N більше 270 кВт·год/м² на рік.

Відповідно, в середньому, енергоспоживання у житлових будинках України перевищує 300 кВт·год/м² на рік, тобто відноситься до класу N. Повна термомодернізація будівлі шляхом реконструкції здатна понизити енергоспоживання в будинку до класу C, тобто в 4–5 разів. Відповідно, споживання теплової енергії у масштабах міста можна понизити на 50–70%, якщо провести глибоку термомодернізацію усіх багатоповерхових житлових будинків і об'єктів комунальної власності [2, 3].

Наряду з енергоаудитом об'єктів в будівництві також виконуються роботи з технічного обстеження будівлі з метою встановлення придатності окремих несучих і огорожуючих елементів і об'єкта в цілому до подальшої експлуатації.

Для забезпечення вільного обігу і використання будівельних виробів по всій території України з урахуванням відмінностей у географічних чи кліматичних умовах та способах життя, що можуть переважати у температурних зонах України, повинні застосовуватись рівні або класи основної вимоги та експлуатаційних властивостей будівельних виробів та матеріалів.

2.2. Зведені рекомендації щодо енергоефективності спортивного комплексу

Будівельний об'єкт повинен бути запроектований та зведений так, щоб протягом економічно обґрунтованого періоду нормальної експлуатації при виконанні встановлених вимог до внутрішнього мікроклімату приміщень і інших умов мешкання і (або) діяльності людей забезпечувалося ефективно і економне витрачання енергетичних ресурсів. Основна вимога "економія енергії" стосується зниження енергоспоживання будівельних об'єктів при їх експлуатації з урахуванням кліматичних умов, місцезнаходження та призначення. Вимога

щодо економії енергії розповсюджується на використання енергії для опалення та охолодження приміщень, регулювання вологості, гарячого водопостачання та вентиляції. При визначенні застосування енергії для забезпечення відповідних умов під час експлуатації будівельних об'єктів необхідно враховувати умови навколишнього середовища.

Розрахункові характеристики матеріалів конструктивних систем, які застосовують для теплової ізоляції будівельних об'єктів, визначаються нормативними документами, на підставі яких обчислюють теплотехнічні показники конструктивних систем та теплових витрат будівельних об'єктів.

Запропоновані проєктні рішення у роботі передбачають виконання значних обсягів будівельно-монтажних і оздоблювальних робіт з метою будівництва під час реконструкції існуючої будівлі нової споруди спортивного комплексу.

Для визначення проєктної пропозиції стосовно обсягів реконструкції об'єкту попередньо виконано технічні обстеження стану будівлі і сформульовано висновки стосовно можливості подальших інвестицій в

Остаточним висновком комісії є розробка проєктних рішень з розбирання аварійної будівлі спорткомплексу і на частині фундаменту, а також з улаштуванням додаткових несучих конструкцій фундаментів по спорудженню нової будівлі спорткомплексу.

3. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

3.1. Загальна характеристика об'єкта

Будівля, що проектується представляє собою триповерховий спортивний комплекс у м. Красилів Хмельницької обл.. На першому поверсі планується зробити басейн, а також буде і тенісна зала. На другому поверсі буде тренажерний зал для силових вправ, а на третьому поверсі буде хореографічна зала для репетицій.

Будівля виконується за напівкаркасною схемою. Зовнішні стіни виконуються з цегли, перекриття опирається на стіни товщиною 380 мм та колони квадратного перерізу 400×400 мм.

3.2. Планування генерального плану та організація рельєфу

Елементами благоустрою є насадження дерев, кущів, газонів, влаштування тротуарного покриття [10].

Відведення поверхневих вод здійснюється по дорогах і площадках на прилягаючу територію.

Підземні інженерні мережі йдуть вздовж проїздів в смузі між проїздами і забудовою.

Для забезпечення санітарно-гігієнічних вимог, а також нормального руху транспортних засобів та пішоходів передбачається влаштування асфальтного покриття на проїздах та ділянках [10].

Водовідвід проходить по проїжджій частині по лотках з ухилом в $i=0,02\%$. Водовідвід з ділянки забудови забезпечується методом проектних точок організації рельєфу.

3.2.1 Вертикальна прив'язка будівлі

Вертикальне розпланування майданчику забезпечує відведення поверхневих вод та вихідні умови для розташування будівель, майданчиків, проїздів [10]. Рельєф ділянки спокійний, розтин горизонталей становить 0,5 (м) в межах від 99,0 до 100 (м).

Відмітки дані у метрах, їх підрахунок та генплан виконані в М 1:200 методом проєктованих відміток.

Визначаємо чорні позначки за формулою:

$$H_{ч} = H_{м.г.} + \frac{m}{n} \cdot h \quad (м), \quad (3.1)$$

де $H_{м.г.}$ – відмітка горизонталі в метрах;

m - відстань від молодшої горизонталі до точки в міліметрах;

n – відстань між горизонталлями в міліметрах;

$h = 0,5$ м – перетин горизонталей;

$$H_{ч_1} = 99,5 + \frac{2312}{9954} \cdot 0,5 = 99,64(м),$$

$$H_{ч_2} = 99,0 + \frac{31680}{33100} \cdot 0,5 = 99,49(м),$$

$$H_{ч_3} = 99,0 + \frac{16338}{30255} \cdot 0,5 = 99,28(м),$$

$$H_{ч_4} = 99,0 + \frac{22784}{34521} \cdot 0,5 = 99,33(м),$$

$$H_{ч_5} = 99,0 + \frac{16934}{25658} \cdot 0,5 = 99,33(м),$$

Визначаємо червоні відмітки:

$$H_{чер_1} = H_{ч_1} + 0,3 = 99,64 + 0,3 = 99,94(м).$$

Всі інші відмітки підраховуємо за формулою:

$$H_{чер} = H_{чер.м} \pm i \cdot I / м \quad (3.2)$$

$H_{чер.м}$ – червона позначка попередньої точки в метрах;

I – відстань між точками в метрах;

$$H_{чер_2} = 99,94 + 0,02 \cdot 17,46 = 100,29(м),$$

$$H_{чер_3} = 100,29 - 0,02 \cdot 22,31 = 99,84(м),$$

$$H_{\text{чер}_4} = 99,84 - 0,02 \cdot 13,08 = 99,57 (\text{м}),$$

$$H_{\text{чер}_5} = 99,57 - 0,02 \cdot 3,180 = 99,5 (\text{м}),$$

3.3. Архітектурно-планувальні рішення

Будівля в плані має прямокутну форму з розмірами в осях 21,1×16,8 (м), три поверхи: перший поверх з висотою 3,9 (м), другий та третій поверх з висотою 3,9 (м), підвальный поверх.

Фасад об'єкта виходить на вулицю. Він орієнтований в просторі в межах допустимих азимутів і забезпечує природну освітленість і необхідну інсоляцію.

Таблиця 3.1

Експлікація приміщень спортивного комплексу

№ пр.	Найменування приміщення	Площа, м ²	Кат. прим.
1	2	3	4
Підвал			
1	Приміщення для заняття бойовими мистецтвами	196,6	
2	Тамбур	4,13	
3	Тамбур	3,02	
4	Сходова клітка	17,28	
5	Вентиляційна	9,98	
6	Коридор	12,94	
7	Роздягальня	34,93	
1-й поверх			
8	Котельня	5,8	
9	Електрощитова	5,17	Д
10	Комора	7,67	
11	Загрузочна	8,13	
12	Коридор	6,7	
13	Підсобка	7,71	
14	Комора прибирального інвентаря	1,26	
15	Душова	1,51	

16	Вбиральня	2,49	
17	Вбиральня	2,81	
18	Вбиральня	4,32	
19	Вбиральня	4,32	
20	Приміщення басейну	32,99	
21	Приміщення для масажу	7,87	
22	Кімната відпочинку	9,79	
23	Коридор	3,25	
24	Тамбур	2,52	
25	Кімната для зберігання білизни	3,74	
26	Пральня	2,9	
27	Кімната відпочинку	26,69	
28	Тенісна зала	47,31	
29	Гардеробна	11,5	
30	Хол	52,55	
31	Кімната адміністратора	4,37	
32	Кабінет Директора	2,67	
План 2-го поверху			
33	Підсобне приміщення	4,55	
34	Коридор	13,34	
35	Туалет	2,08	
36	Роздягальня для дівчат	10,54	
37	Учбовий клас	8,3	
38	Кімната технічного персоналу	5,61	
39	Роздягальня для хлопців	13,83	
40	Кімната для викладачів	10,22	
41	Кімната для відпочинку	12,00	
42	Коридор	3,8	

43	Тренажерний зал для силових вправ	192,5	
План 3-го поверху			
33	Підсобне приміщення	4,55	
34	Коридор	13,34	
35	Туалет	2,08	
36	Роздягальня для дівчат	10,54	
37	Учбовий клас	8,3	
38	Кімната технічного персоналу	5,61	
39	Роздягальня для хлопців	13,83	
40	Кімната для викладачів	10,22	
41	Кімната для відпочинку	12,00	
42	Коридор	3,8	
43	Хореографічна зала для репетицій	192,5	

3.4. Архітектурно-конструктивні рішення

3.4.1 Зовнішні стіни

Стіни будівлі призначені для огороження і захисту від дії навколишнього середовища і передають навантаження від конструкцій перекриттів і покриттів на фундаменти [9].

У процесі мурування стін будівлі використовується ручна кладка з горизонтальною і вертикальною перев'язкою швів [17].

Кладка стін здійснюється на цементно-піщаному розчині. Товщина зовнішніх стін визначається на основі теплотехнічного розрахунку. З самого початку товщина зовнішньої стіни передбачається рівною 380 (мм). Ззовні по фасаду передбачено утеплення стін і оздоблення мінеральними плитами товщиною 100 мм, та оздоблення декоративними розчинами за технологією CERESIT. Така товщина необхідна для забезпечення стійкості по відношенню до

вітрових та ударних навантажень, а також для збільшення тепло- і звукоізоляційної здатності стін [11].

Всередині стіни штукатуряться декоративною мінеральною штукатуркою. Товщина внутрішнього (декоративного) шару штукатурки складає 20 (мм).

Віконні прорізи в стінах запроектовані з четвертями по бокам та зверху, призначеними для зручності влаштування віконних блоків. Над віконними та дверними прорізами покладені залізобетонні монолітні перемички. Вони передають навантаження від вище лежачих конструкцій на стіни чи простінки.

3.4.2. Внутрішні стіни та перегородки

Внутрішні стіни і перегородки – це внутрішні вертикальні огорожуючі конструкції в будівлях. Внутрішні стіни виконують в будівлі огорожуючі та несучі функції, перегородки – тільки огорожуючі функції [11].

Запроектовані внутрішні несучі стіни і перегородки у вигляді кладки з цегли з перев'язкою швів, товщиною 380 (мм). Перегородки виконані з цегли товщиною 120 (мм) , а також з гіпсокартонних плит товщиною 100 (мм). Для кладки стін і перегородок використовується керамічна пустотна цегла.

На поверхні внутрішніх стін і перегородок будівлі наноситься шар штукатурки товщиною 20 (мм).

Конструкції даних стін і перегородок задовольняють нормативним вимогам несучої здатності, стійкості, вогнестійкості, звукоізоляції.

3.4.3. Перекриття

Перекрыття розважального центру запроектовано монолітне залізобетонне товщиною 200мм, з опиранням на стіни по контуру. Армування розраховане в програмному комплексі «Ліра-САПР» у відповідності до [34].

3.4.4. Улаштування підлоги

Підлога – це конструкція, що постійно піддається механічним діям (стиранню). Підлога по міжповерховим перекриттям повинна мати звукоізоляційні властивості. В приміщеннях підлога примикає до стін, де розташовується плінтус. Відомість опорядження підлоги наведена в таблиці 2.4

3.4.5. Улаштування даху, покрівлі

Покриття виконане в монолітному варіанті плоским. Покрівля споруди запроектована плоско. Гідроізоляційний шар покрівлі передбачається виконувати у вигляді 4-ох шарового покриття з рубероїду.

3.4.6. Сходи

Сходи призначені для сполучення між приміщеннями, розташованими на різних поверхах.

Сходи розташовані на сходовій клітці і запроектовані монолітні з/б. Сходи мають перила висотою 700 (мм). Ширина сходинок рівна 275 (мм), висота всіх сходинок рівна 150 (мм). Ширина маршу рівна 1400 (мм), що являється достатнім для експлуатації.

3.4.7. Вікна та двері

Вікна – це конструкції, призначені для освітлення і провітрювання приміщень. Двері слугують для зв'язку між приміщеннями і для входу в будівлю.

Вікна у будівлі запроектовані з подвійним засткленням. Товщина віконних блоків – 140 (мм), що відповідає тепло- та звукоізоляційним вимогам. Передбачені вікна одно- і двустворчаті. В віконних прорізах встановлюються

також пластикові підвіконні плити і зливи з оцинкованої сталі. Двері в будівлі запроектовані однопольні і двопольні (вхідні), засклені та глухі (незасклені).

При виготовленні вікон та дверей використовують виключно якісне листове скло товщиною 3 (мм) і високоякісну деревину.

3.5. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій

Об'єкт проектується у місті Красилів Хмельницької області. Згідно карти-схеми температурних зон України м. Красилів відноситься до першої і другої зони. Нормативне значення опору теплопередачі для даної температурної зони

$$R_n=3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт) [11].}$$

Попередньо визначивши конструкцію стіни, в залежності від конструктивних особливостей навантаження на стіну, призначення стіни, матеріалу шарів.

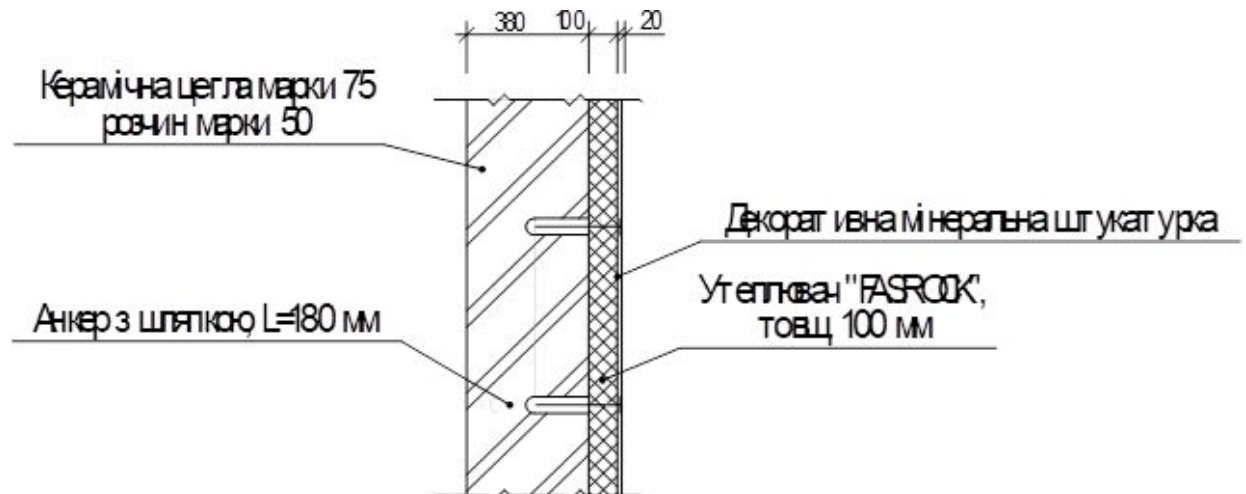


Рис. 3.1. Схема конструкції зовнішньої стіни [11]

Товщину шару утеплювача, розраховуємо.

Термічний опір однорідної одношарової конструкції розраховуємо за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3.5)$$

де R – термічний опір однорідної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; δ – товщина шару однорідної конструкції, м ; λ – коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$ [11].

Термічний опір кожного шару:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,38}{0,58} = 0,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт});$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,02}{0,8} = 0,025 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}).$$

Загальний опір теплопередачі конструкції знаходимо за формулою [11]:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (3.6)$$

де $\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої огорожуючої конструкції;
 α_3 – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої конструкції для зимових умов.

Порівняємо $R_{\text{н}}$ та $R_{\text{заг}}$:

$$R_{\text{заг}} = R_{\text{н}} = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт});$$

$$3,3 = \frac{1}{8,7} + \sum R_i + \frac{1}{23};$$

$$R_i = \frac{\delta_2}{0,039};$$

$$3,3 = \frac{1}{8,7} + \frac{\delta_2}{0,039} + 0,025 + 0,65 + \frac{1}{23};$$

$$\delta_2 = 0,096 \text{ (м)}$$

Приймаємо товщину утеплювача 100(мм)

Загальна товщина стіни без оздоблювальних шарів складає:

$$\delta_2 + \delta_3 = 100 + 380 = 480 \text{ (мм)}. \quad (3.7)$$

3.6. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

За проектом передбачена обробка внутрішніх стін у вигляді декоративної мінеральної штукатурки товщиною 20 (мм) з цементно-піщаного розчину приготовленого на основі гідрофобного цементу марки 500, що дозволить менше

вдаватися до повторного оштукатурювання зовнішніх стін об'єкту на період експлуатації. Фарбують водоемульсійною фарбою по високоякісній штукатурці.

Вікна та зовнішні двері будівлі металопластикові.

Відомість опорядження приміщень наведена у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

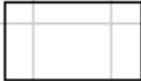
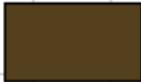

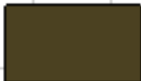
Відомість опорядження приміщень

Вид опорядження елементів інтер'єрів						
Підвал	1-ий поверх	2-3-ий поверх	Стеля	Площа м ²	Перегородки і стіни	Площа м ²
1	2	3	5	6	7	8
5-7	8,9,10	33	Вапняне пофарбування	73,70	Вапняне пофарбування	327,81
-	14-20	-	Шпаклювання, в/емульс. фарбування	49,70	Керамічна плитка	286,93
1-4	11-13, 22-31	34,35, 43	Шпаклювання, в/емульс. фарбування	642,87	В/емульс. пофарбування	1402,64
-	-	36-42	Шпаклювання, в/емульс. фарбування	64,30	В/емульс. Пофарбування Керамічна плитка h=1,6м	148,52 101,05
-	-	-	Листи гіпсокартону	305,42	В/емульс. пофарбування	653,45
-	-	-	Листи гіпсокартону	4,83	Керамічна плитка	38,11
-	21	-	Дерево несмоляних порід	7,87	Дерево несмоляних порід	39,54
-	32	-	Шпаклювання, в/емульс. фарбування	2,67	-	-

Фасади оздоблені декоративною мінеральною штукатуркою і пофарбовані фасадною фарбою. Відомість опорядження фасадів наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Відомість опорядження фасадів

Поз.	Елементи будівлі	Вид опорядження	Колір	Примітки
1	Основні поверхні стін	Фарбування фасадною фарбою VIVACOLOR		
2	Коробки вікон, дверей	Металопластикові конструкції білого кольору		
3	Ганок	Облицювання керамічною плиткою ТРЕС		
4	Цоколь	Облицювання плиткою штучним каменем		
5	Покрівля, козирки	Металочерепиця		
6	Двері	Металопластикові конструкції каричневого кольору		
7	Декоративний козирок	Алюмінієві фасадні системи "ESOBONO"		
8	Огородження	Металебе, пофарбоване олійною фарбою в два рази		

3.7. Інженерне обладнання

Опалення

Система опалення – це сукупність зв'язаних між собою конструктивних елементів, призначених для одержання, транспортування та передачі необхідної кількості теплоти в опалюваному приміщенні.

Система опалення двохтрубна з верхньою розводкою.

Теплоносій – вода 90-70 °С. Нагрівальні прилади – радіатори. Джерело теплопостачання – дахова котельня.

Вентиляція

Вентиляція – призначена для видалення повітря з приміщень і заміна його свіжим. Вентиляція створює умови повітряного середовища, сприятливі для здоров'я і самопочуття людини.

Вентиляція основних приміщень здійснюється за допомогою вентблоків.

Приток здійснюється віконними кондиціонерами марки «Mitsubishi SRK40HG-S». Витяжна – осьовими вентиляторами «BO-06-300-10».

Приплив повітря в приміщеннях з природною вентиляцією через огорожувальні будівельні конструкції – двері, вікна, квартирки в вікнах [11].

Водопостачання

Система водопостачання – призначена для забезпечення побутово-питних та технологічних потреб.

Джерелом водопостачання проектуемого комплексу служить мережа водопроводу із сталевих труб. У запроєктованому комплексі передбачена тупикова система холодного водопостачання. Для обліку споживання води передбачено водомірний вузол з лічильником GROSS WPX-UA-50B.

Внутрішні системи гарячого водопостачання виконуються за індивідуальним проектом.

Каналізація

Передбачається мережа запроєктованих каналізаційних трубопроводів в існуючу каналізаційну мережу для відведення стічних вод.

Запроєктована самопливна мережа каналізації прокладається із керамічних труб діаметром 150 (мм) по ДСТУ 286-82. Напірна мережа каналізації із пластмасових технічних труб діаметром 90 (мм) по ДСТУ 18599-83.

Електропостачання

Однією з головних складових монтажу інженерних систем є прокладання труб каналізації. Загальновідомо, що прокладання каналізації грає першорядну роль у створенні комфортних санітарно-гігієнічних умов проживання. Конструктивно каналізація будь-якої будівлі ділиться на внутрішню і зовнішню системи каналізації. Внутрішня каналізація - це виведення труб до місця, де проходить зовнішній каналізаційний стік. Зовнішня каналізація - це або

автономна система очищення фекального стоку, або прокладка каналізаційних труб та врізка їх у систему централізованої системи каналізації.

Каналізація будівлі підключена до центральної міської каналізаційної мережі міста Красилів. Мережа внутрішньої каналізації містить труби з профільованою стінкою виготовляються з поліпропілену у відповідності з проектом європейської норми прЕН13476-1 і технічними умовами АТ/2006-02-1584. Труби та фасонні частини для зовнішньої каналізації з ПВХ

Пожежна безпека

Протипожежна безпека будівлі досягається застосуванням конструкцій і матеріалів, які містять необхідну межу вогнестійкості та забезпечення будівлі потрібним ступенем вогнестійкості згідно ДБН В.1.1–7:2016 [27].

У проекті передбачено:

- 1) вільний під'їзд пожежних машин.
- 2) поділ приміщень за різними категоріями протипожежними перешкодами;
- 3) вогнезахист конструкцій.

4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Вихідні дані до реконструкції спортивного комплексу

Будівля спортивного комплексу за конструктивною схемою є будівлею з неповним каркасом. Вона має три повних поверхи, та підвал. Основними несучими елементами є стіни товщиною 380мм та колони квадратного перерізу 400×400 мм. Розрахунок виконаний для плити перекриття між першим та другим поверхом.

Згідно з завданням на магістерську кваліфікаційну роботу, необхідно виконати статичний розрахунок плити перекриття та підібрати армування.

Для розрахунку використано програмний комплекс «ЛІРА-САПР» [34]. При створенні розрахункової кінцево-елементної моделі (рис. 4.1) використано прямокутний скінчений елемент плити №41.

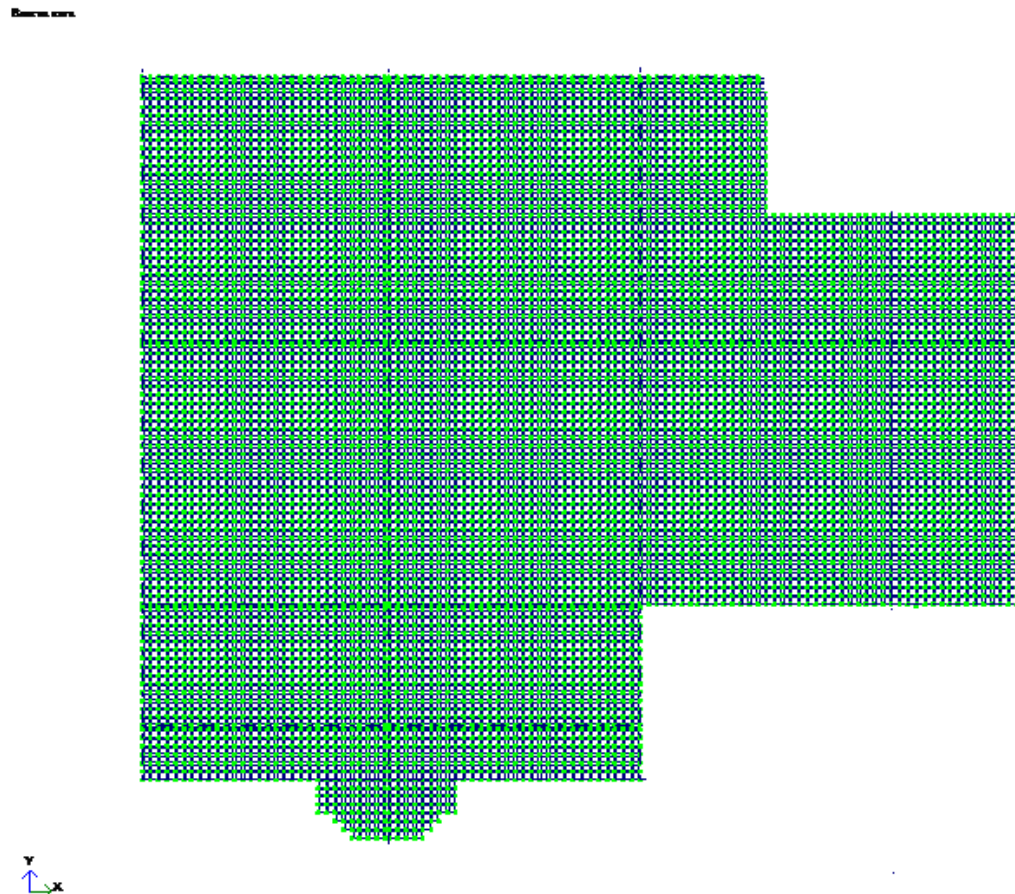


Рис. 4.1. Розрахункова модель плити перекриття

Для елементів монолітної плити перекриття задано наступні характеристики жорсткості [34]:

- товщина плити 200 (мм);
- модуль пружності $27 \cdot 10^3$ (МПа) для бетону класу С16/20;
- питома вага матеріалу 2,5 (т/м³);
- коефіцієнт Пуассона 0,18.

У місцях спирання плити на стіни та примикання до колон задано в'язі, які забороняють переміщення по вертикалі.

4.2. Визначення навантажень

Для визначення постійного навантаження від власної ваги конструкції використано значення питомої ваги плити, а також додано навантаження від підлоги, покриття, перегородок і снігове навантаження [9].

Збір навантажень від ваги підлоги:

- вага керамічної плитки – 0,15 кН/м²
- прошарок із заповнення швів сумішшю CERESIT CM11 – 0,15 кН/м²
- пінобетон 65мм. – 0,78 кН/м²

Навантаження від перегородок по розрахунку вийшло - 4,02 (кН/м²).

$$\Sigma = 0,15+0,15+0,78+4,02=5,1(\text{кН/м}^2).$$

4.3. Аналіз результатів статичного розрахунку

За даними статичного розрахунку максимальне переміщення вузлів схеми не перевищує гранично допустимого і складає 4 мм (рис. 4.2).

- максимальний момент по осі x $M_x^{\max} = 10,9$ кН·м/м, (рис. 4.3);
- мінімальний момент по осі x $M_x^{\min} = -56,4$ кН·м/м, (рис. 4.3);
- максимальний момент по осі y $M_y^{\max} = 12,4$ кН·м/м, (рис. 4.4);
- мінімальний момент по осі y $M_y^{\min} = -67,2$ кН·м/м, (рис. 4.4);
- максимальна поперечна сила по осі x $Q_x^{\max} = 361$ кН/м, (рис. 4.6);
- мінімальна поперечна сила по осі x $Q_x^{\min} = -447$ кН/м, (рис. 4.6);

- максимальна поперечна сила по осі y $Q_y^{\max} = 300$ кН/м, (рис. 4.7);
- мінімальна поперечна сила по осі y $Q_y^{\min} = -394$ кН/м, (рис. 4.7);

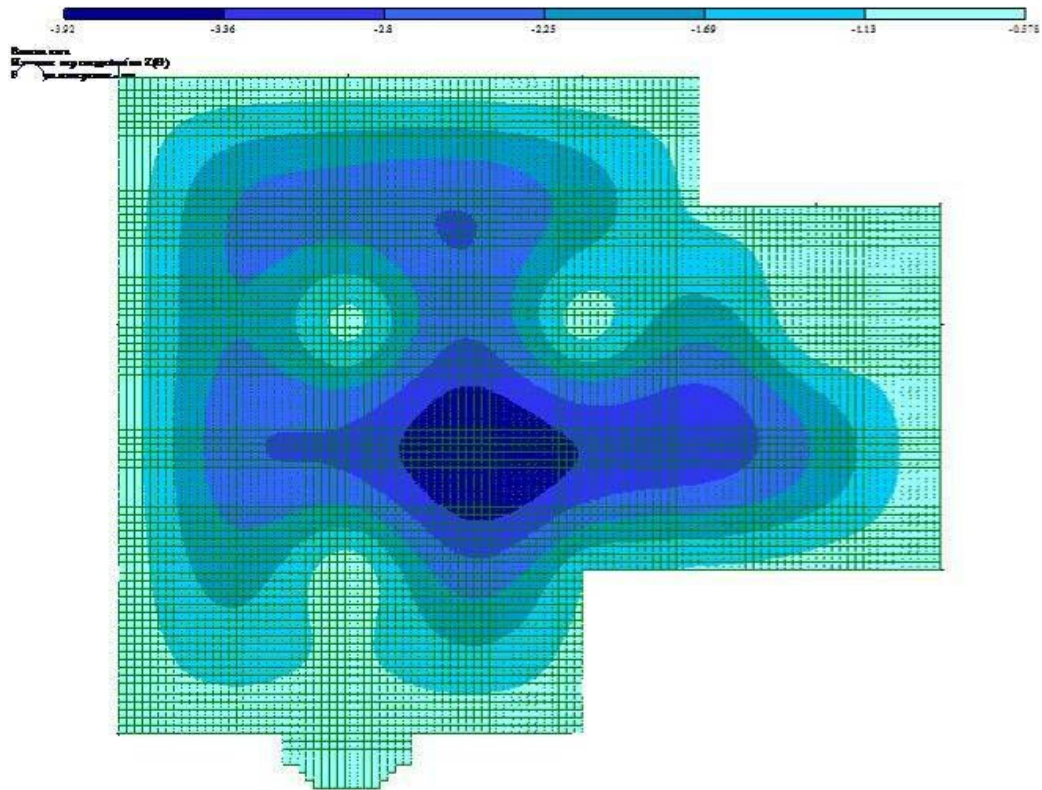


Рис. 4.2. Переміщення вузлів плити

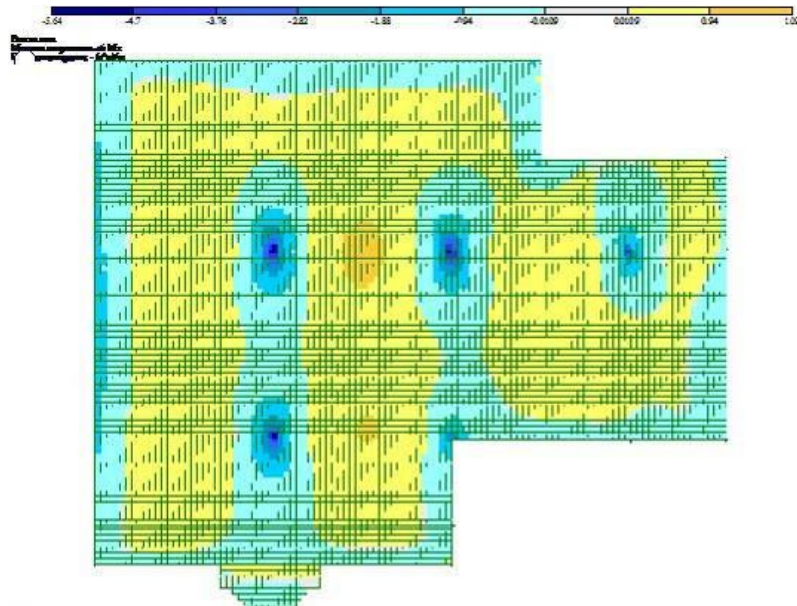


Рис. 4.3. Мозаїка напружень по M_x

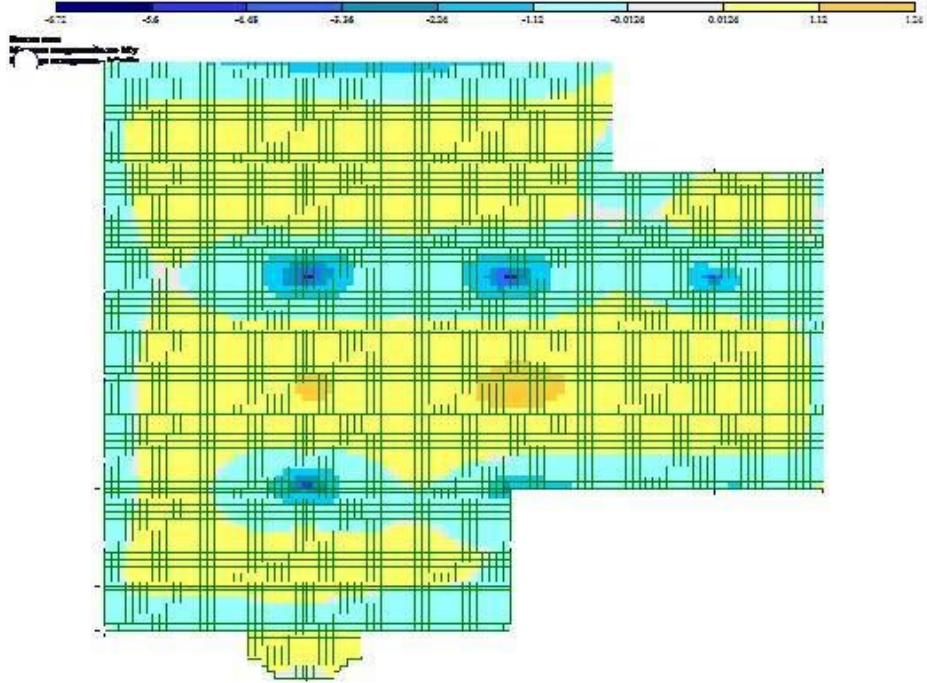


Рис. 4.4. Мозаїка напружень по M_y



Рис. 4.6. Мозаїка напружень по Q_x

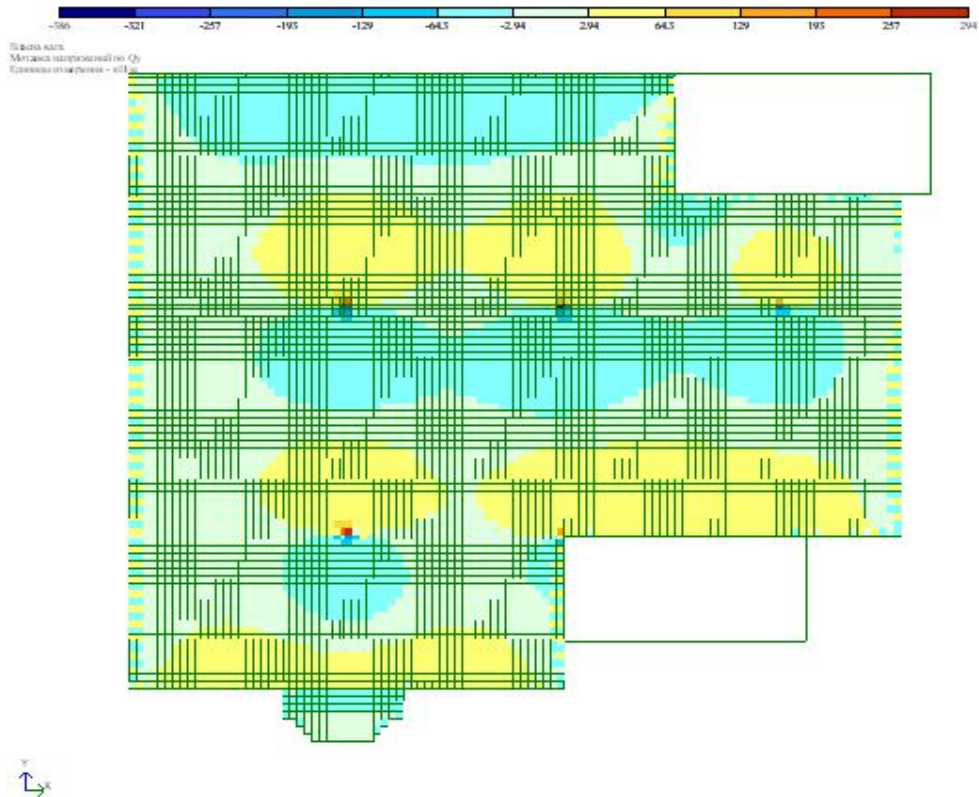


Рис. 4.7. Мозаїка напружень по Q_y

4.4. Визначення армування та підбір арматури

Підбір арматури виконувався у підпрограмі «ЛІР-АРМ» шляхом імпортування даних статичного розрахунку. Після імпортування задачі, елементам конструкцій призначались характеристики матеріалу [34].

Для монолітних конструкцій будівлі призначено бетон класу С16/20 [15], робоча арматура А400С і поперечна арматура А240С [16].

Для монолітної плити перекриття отримано мозаїки інтенсивності армування по осі Х і У у верхньої і нижньої грані (рис. 4.8, рис. 4.9, рис. 4.10, рис. 4.11). На основі цих мозаїк розроблені робочі креслення армування монолітної плити армування, наведені у графічній частині проєкту.

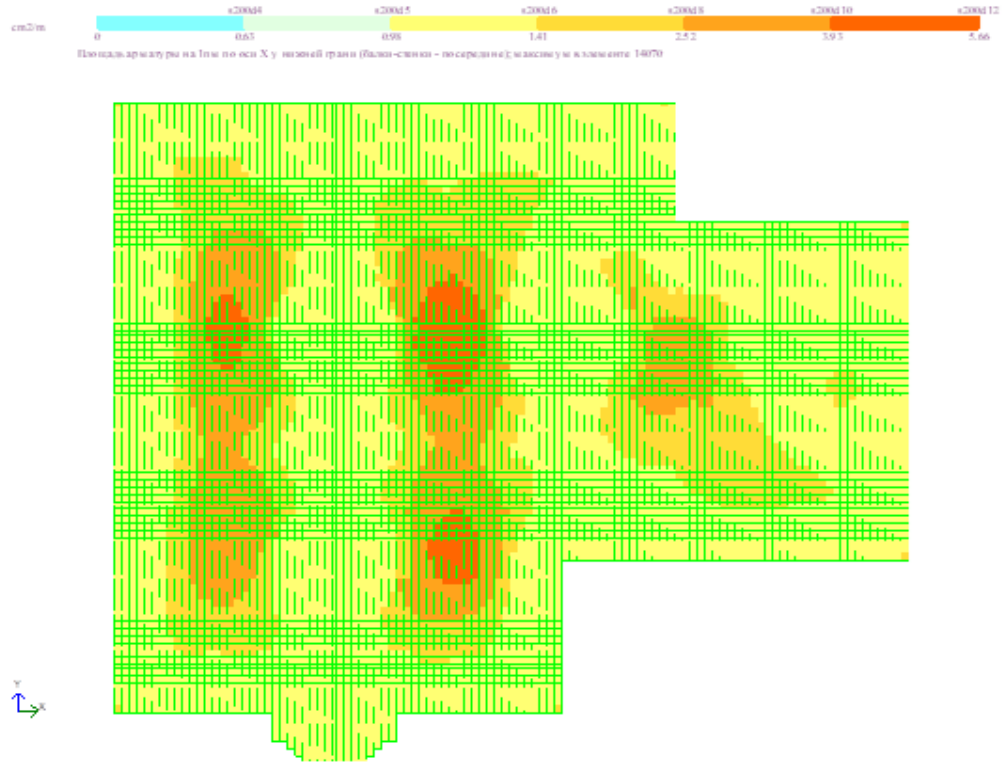


Рис. 4.7. Схема армування плити по осі X у нижній грані

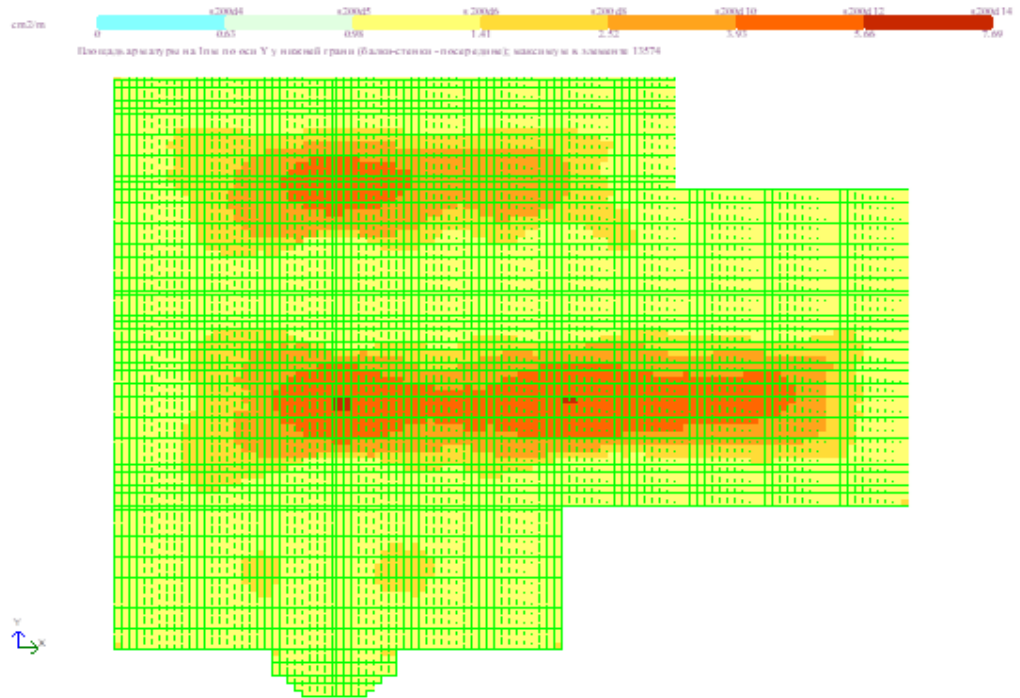


Рис. 4.8. Схема армування плити по осі Y у нижній грані

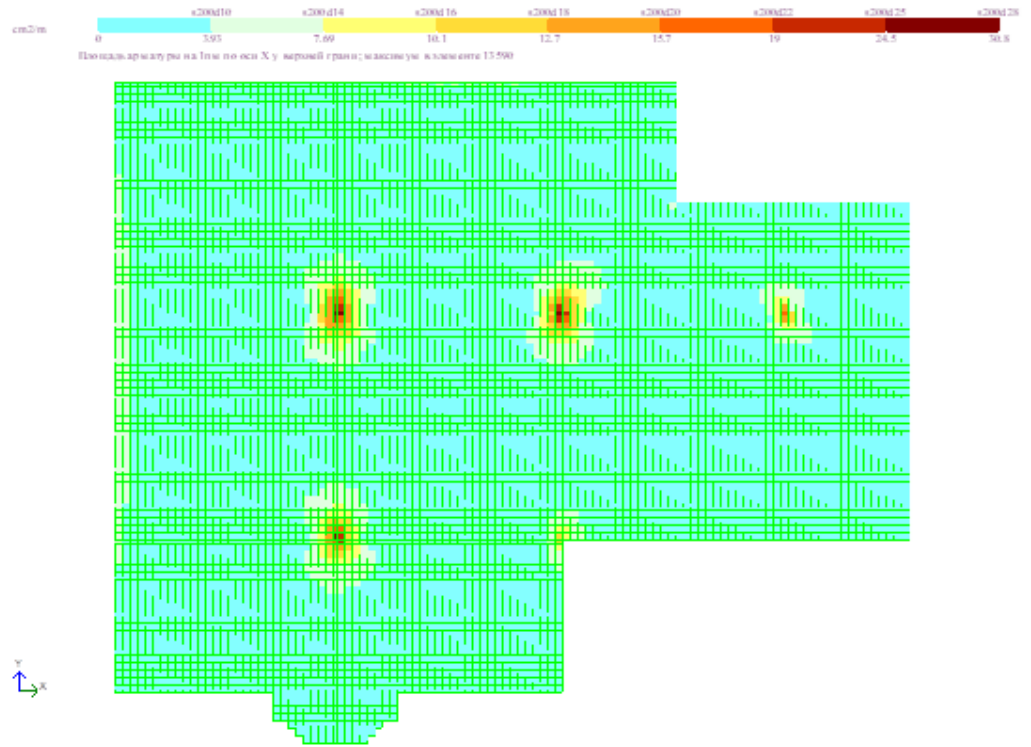


Рис. 4.9. Схема армування плити по осі X у верхній грані

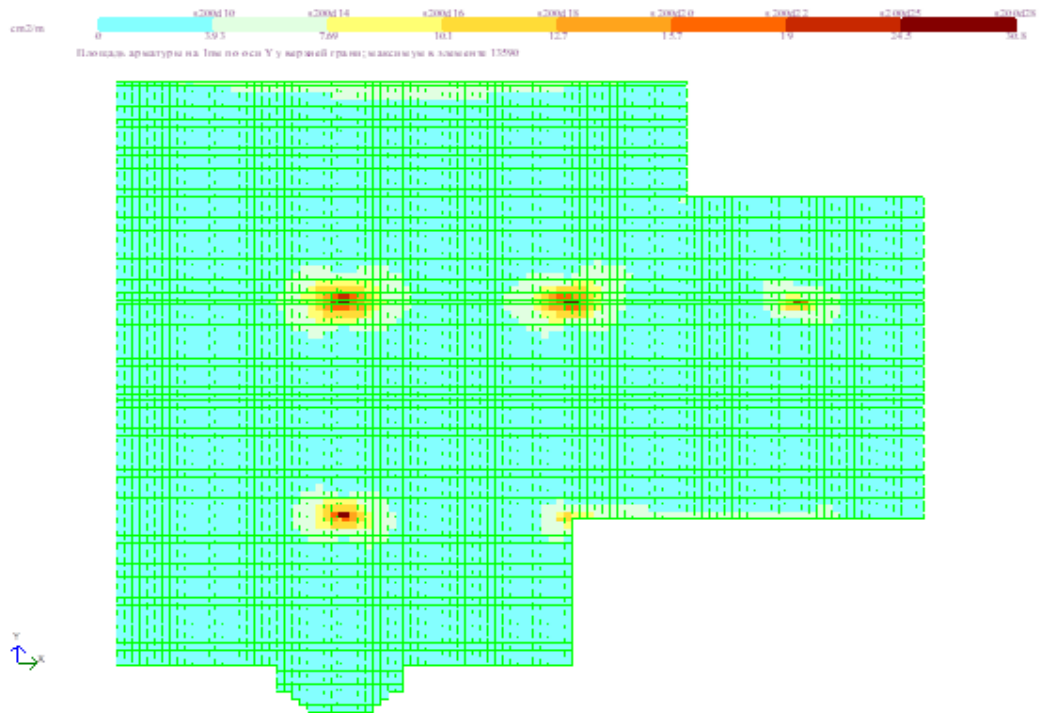


Рис. 4.10. Схема армування плити по осі Y у верхній грані

4.5. Аналітична перевірка розрахунку монолітної залізобетонної плити перекриття

Плита перекриття – монолітна залізобетонна товщиною 200(мм).

Характеристики бетону С16/20 [15]:

Розрахункове значення міцності бетону на стиск:

$$f_{cd} = f_{cd}^r \cdot \gamma_c = 11,5 \cdot 1 = 11,5(\text{МПа});$$

$$f_{cd}^r = 11,5\text{МПа}, \gamma_c = 1.$$

Значення відносних граничних деформацій в бетоні:

$$\varepsilon_{cu3.cd} = 3,23\text{‰}, \varepsilon_{c3.cd} = 0,58\text{‰}. \quad (4.1)$$

Розрахункове значення модуля пружності бетону $E_{cd} = 20 \cdot 10^3$ МПа;

Характеристики арматури класу А400С [16]:

Розрахункове значення міцності арматури на границі текучості $f_{yd} = 365$ МПа;

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1,1} = 365(\text{МПа});$$

$$f_{yk} = 400\text{МПа}, \gamma_s = 1,1.$$

Розрахункове значення модуля пружності арматурної сталі $E_s = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;

$$\varepsilon_{so} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{365}{2,1 \cdot 10^5} = 0,0017.$$

Приймаємо розрахунковий захисний шар арматури $a_s = 20$ мм. Робоча висота перерізу $z_s = h - a_s = 200 - 20 = 180$ (мм).

Епюри згинальних моментів наведені у п. 2.3

Максимальний момент $M = 56,4$ кН/м.

Визначаємо коефіцієнт λ :

$$\lambda = \frac{3,23 - 0,58}{3,23} = 0,82.$$

Визначаємо максимально можливу висоту стиснутої зони бетону:

$$x_{1,u} = \frac{z_s \cdot \varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{s0}} = \frac{0,18 \cdot 3,23}{3,23 + 1,7} = 0,118 \text{ м.}$$

Визначаємо розрахункове значення висоти стиснутої зони:

$$x_1 = \frac{z_s \cdot A_2 - \sqrt{z_s^2 \cdot A_2^2 - 4 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot M}}{2 \cdot A_1 \cdot A_2} \text{ (м)}, \quad (4.2)$$

$$A_1 = \frac{1 + \lambda(1 + \lambda)}{3(1 + \lambda)} = \frac{1 + 0,82(1 + 0,82)}{3(1 + 0,82)} = 0,456;$$

$$A_2 = \frac{1}{2} f_{cd} b (1 + \lambda) = \frac{1}{2} \cdot 11,5 \cdot 1 (1 + 0,82) = 10,465 \text{ (М} \frac{\text{Н}}{\text{М}} \text{)}.$$

$$x_1 = \frac{0,18 \cdot 10,465 \cdot 10^6 - \sqrt{0,18^2 \cdot 10,465^2 \cdot 10^{12} - 4 \cdot 0,456 \cdot 10,465 \cdot 10^6 \cdot 56,4 \cdot 10^3}}{2 \cdot 0,456 \cdot 10,465 \cdot 10^6} =$$

$$= 0,033 \text{ (м)}.$$

$x_1 = 0,033 \text{ м} < x_{1,u} = 0,118 \text{ м}$, тому робочу арматуру розраховуємо за наступною формулою.

Необхідна площа нижньої розтягнутої арматури:

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot x_1 (1 + \lambda)}{2 f_{yd}} = \frac{11,5 \cdot 1,0 \cdot 0,033 \cdot 1,797}{2 \cdot 365} = 9,34 \cdot 10^{-4} \text{ (м}^2 \text{)}.$$

Необхідна кількість стержнів з кроком 200 мм на ділянці 1000мм

$$n = \frac{1000}{200} = 5$$

Приймаємо для нижнього армування 5Ø16 A400С, $A_s = 10,05 \text{ см}^2 >$
 $A_{s, \text{потр.}} = 9,34 \text{ см}^2$.

Знаходимо номінальний захисний шар

$$c_{\text{nom}} \geq c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}}, \quad (4.3)$$

де $\Delta c_{\text{dev}} = 5 \text{ мм}$ - допустимі проектні відхилення,

c_{\min} - мінімальний захисний шар бетону.

Захисний шар бетону

рівний:

$$c_{\min} \geq \left\{ \frac{d_s = 16\text{мм}}{10\text{мм}} \right\},$$

$$c_{\min} = 16\text{мм},$$

$$c_{\text{nom}} = 16 + 5 = 21\text{мм},$$

$$a_s = c_{\text{nom}} + \frac{d_s}{2} = 21 + \frac{16}{2} = 29(\text{мм}),$$

Приймаємо:

$$a_s = 30\text{мм}.$$

Отже, умови міцності забезпечуються. Арматура підібрана вірно.

4.6. Визначення прогинів монолітної залізобетонної плити перекриття

При розрахунку будівельних конструкцій за прогинами повинна бути виконана умова

$$f \leq f_u, \quad (4.4)$$

де f – прогин елемента конструкції, визначений з урахуванням факторів, що впливають на його значення;

f_u – граничний прогин.

Граничне співвідношення проліт/висота можна визначити, враховуючи умову

$$\rho = 0,35\% \leq \rho_0 = 0,43\%,$$

де $\rho=0,35\%$ необхідний відсоток армування для розтягнутої арматури у середині прольоту для сприйняття моменту від розрахункових навантажень.

ρ_0 - довідковий відсоток армування

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} = \sqrt{18,5} = 4,3\% = 0,43\%,$$

$$\frac{1}{d} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right],$$

$$\frac{1}{d} = 1 \left[11 + 1,5 \cdot 0,43 \frac{0,43}{0,35} + 3,2 \cdot 0,43 \left(\frac{0,43}{0,35} - 1 \right)^{3/2} \right] = 11,94$$

Гнучкість елемента рівна

$$\lambda = \frac{l}{d} = \frac{5260}{175} = 30$$

Отримані значення необхідно домножити на

$$310 / \sigma_s = \frac{500}{f_{yk} A_{s,req} / A_{s,prov}}, \quad (4.5)$$

де

$A_{s,req} = 4,67 \text{ см}^2$ - необхідна площа арматури;

$A_{s,prov} = 7,7 \text{ см}^2$ - фактична площа арматури,

тоді

$$\lambda = 11,94 \frac{500}{400 \cdot 3,14 / 3,925} = 18,65$$

$$\lambda = 19 \leq \lambda_u = 40,4$$

Умова виконана, отже прогин не перевищує гранично допустиме значення.

4.7. Результати конструювання монолітної залізобетонної плити перекриття

Армування плити перекриття у нижній та верхній зоні складається з основного армування та додаткового армування окремих ділянок показаних на робочих кресленнях [15, 16, 38].

Стержні основного армування вкладають із наявних довжин шляхом стикування в напуск. Стики виконувати в розбіжку. Захисний шар для верхньої і нижньої робочої арматури складає 30 мм.

Перетини арматури основного армування верхньої і нижньої сіток повинні бути з'єднанні в'язальним дротом в шаховому порядку через один переріз.

На двох крайніх стержнях біля країв плити повинні бути з'єднані в'язальним дротом всі перетини. Стержні додаткового армування слід розміщувати таким чином, щоб розмір комірки, утвореним основним та додатковим армуванням був не менший ніж 100×100 мм.

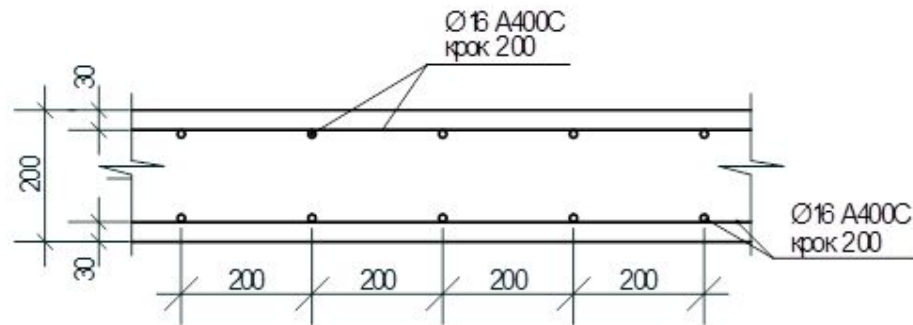


Рис. 4.11. Розрахунковий переріз плити перекриття

Отже, за результатами конструктивних розрахунків прийнято наступний варіант робочого армування [16].

Плита перекриття товщиною 200 мм армується окремими стержнями у верхній та нижній зоні в напрямках осей OX та OY . В якості основної арматури нижньої та верхньої прийнята арматура $\text{Ø} 16 \text{ A400C}$ з кроком 200 мм та в зонах визначених результатами розрахунку передбачене додатковим армуванням $\text{Ø} 8 \text{ A400C}$, $\text{Ø} 16 \text{ A400C}$ та $\text{Ø} 18 \text{ A400C}$ з кроком 200 мм [16].

5. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

5.1. Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

За даними інженерно-геологічних вишукувань району забудови було встановлено типи ґрунтів і визначено їх кількісні характеристики у відповідності до чинних норм [10, 23].

Інженерно-геологічна будова майданчику показана на розрізі рисунку 5.1.

У таблиці 5.1 представлені фізико-механічні характеристики ґрунтів.

Таблиця 5.1

Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Вид ґрунта	γ кН/м ³	γ_s , кН/м ³	W	W _L	W _p	I _p	I _l	e	S _r	c, кПа	ϕ , град.	E, МПа	R ₀ , кПа
1. Насипний ґрунт	16,0	-	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Суглинок напівтвердий, темно-сірий і бурий гумусований	17,2	26,9	0,18	0,3	0,15	0,15	0,2	0,84	0,58	18	19	10	200
3. Суглинок туго пластичний, жовтий	18	26,8	0,21	0,29	0,17	0,12	0,33	0,79	0,71	20	20	12	200
4. Суглинок напівтвердий з карбонатами	17,5	26,8	0,19	0,28	0,17	0,11	0,18	0,82	0,62	22	22	14	210
5. Дресв'яний ґрунт з суглинисто-пісчаним заповнювачем	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500
6. Граніт	R _c =20000 кПа												

Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_p \quad (5.1)$$

Для суглинку темно-сірого і бурого $I_p=0,3-0,15=0,15$;

Для суглинку жовтого $I_p=0,29-0,17=0,12$;

Для суглинку з карбонатами $I_p=0,28-0,17=0,11$;

Показник текучості, I_L , являє собою показник стану ґрунту за консистенцією: $I_L = (W - W_p) / I_p$;

Для суглинку темно-сірого і бурого

$I_L = (0,18 - 0,15) / 0,15 = 0,2$; – стан напівтвердий;

Для суглинку жовтого

$I_L = (0,21 - 0,17) / 0,12 = 0,33$; – стан тугопластичний;

Для суглинку з карбонатами

$I_L = (0,19 - 0,17) / 0,11 = 0,18$; – стан напівтвердий;

Для кожного типу ґрунту визначаємо коефіцієнт пористості в природних умовах:

$$e = (\gamma_s / \gamma) (1 + W) - 1 \quad (5.2)$$

Для суглинку темно-сірого і бурого $e = (26,9 / 17,2) (1 + 0,18) - 1 = 0,84$.

Для суглинку жовтого : $e = (26,8 / 18) (1 + 0,21) - 1 = 0,79$.

Для суглинку з карбонатами: $e = (26,8 / 17,5) (1 + 0,19) - 1 = 0,82$.

де γ_s і γ – питома вага відповідно частинок ґрунту і у природному стані, кН/м^3 ; W – природна вологість.

Визначаємо ступінь вологості:

$$S_r = W \gamma_s / e \gamma_w, \quad (5.3)$$

де γ_w – питома вага води, $\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$.

Для суглинку темно-сірого і бурого $S_r = 0,18 \times 26,9 / (0,84 \times 10) = 0,58$.

Для суглинку жовтого $S_r = 0,21 \times 26,8 / (0,79 \times 10) = 0,71$.

Для суглинку з карбонатами: $S_r = 0,19 \times 26,8 / (0,82 \times 10) = 0,62$.

Нормативні значення питомого зчеплення, кута внутрішнього тертя ϕ і модуля деформації E визначають за [23].

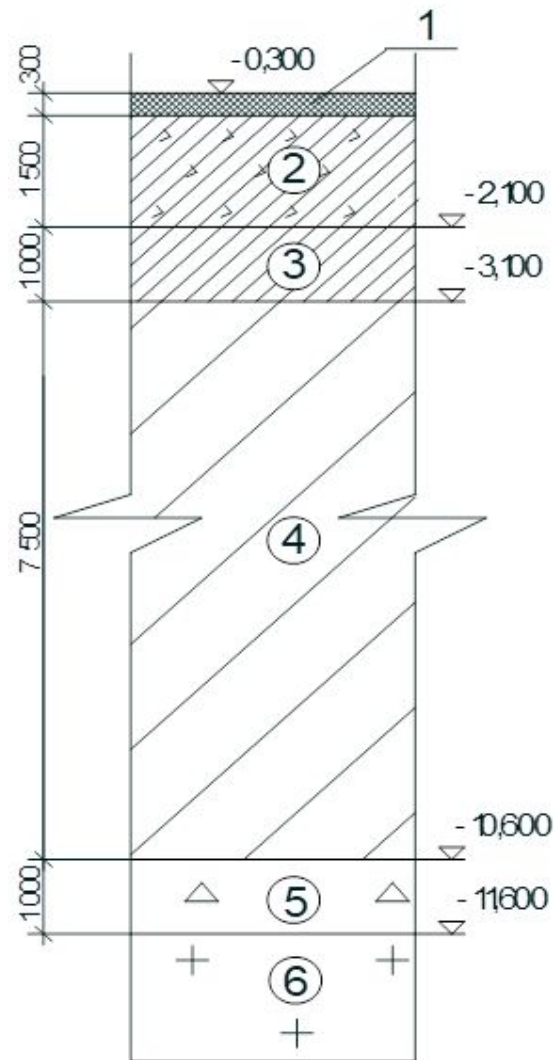


Рис. 5.1 – Геологічний розріз будівельного майданчику

5.2. Збір навантажень на фундамент

Розрахунок виконуємо для фундаменту під внутрішню колону на перетині осей (Г – 2), як найбільш навантаженого та під зовнішню стіну по осі 1. Навантаження збираємо в рівні його обрізу.

Вантажна площа для колони на перетині осей (Г – 2):

$$A_{\text{вант.}} = 5,95 \cdot 6,3 = 37,5 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Вага 1 м² плити перекриття 5,0 кН.

Вага 1 м² конструкції підлоги 1,08 кН/м².

Вага з/б прогону 9 кН.

Вага конструкції покрівлі:

металочерепиця	0,083 кН/м ²
крокви	0,88 кН/м ²
утеплювач-мінераловатні плити 180 мм	0,06 кН/м ² ;
підшивка гіпсокартоном	0,1 кН/м ²
Всього	0,331 кН/м ² .
Вага перегородок на 1 м ² підлоги - 3,894 кН.	

У таблиці 5.2 показаний розрахунок навантажень на обрізі фундаменту під колону на перетині осей (Г – 2).

Найбільш несприятливим сполученням вертикальних навантажень для фундаменту буде їх сума з урахуванням коефіцієнтів сполучень.

Таблиця 5.2

Навантаження на фундамент внутрішньої колони (осі Г,2)

Найменування навантаження і формула підрахунку	X _e , кН	γ _{fm}	X _m , кН
<u>Постійні вертикальні навантаження</u>			
1. Вага колони 0,4·0,4·14,7·25	82,32	1,1	90,552
2. Вага плит перекриття 37,5·0,2·25·3	540	1,1	594
3. Вага конструкції підлоги 1,08·37,5·3	116,64	1,3	151,6
4. Вага плоскої покрівлі 0,331·37,5/cos17°	12,625	1,3	16,4
5. Всього:	760,6		862,45
<u>Змінні вертикальні навантаження</u>			
1. Корисне навантаження на перекриття 2·37,5·3	216	1,2	259,2
2. Навантаження від перегородок 3,894·37,5·3	420,6	1,3	546,78
3. Снігове навантаження 1,40·37,5 (γ _{fe} =0,49)	<u>23,99</u>	1,14	<u>55,8</u>
Всього:	660,6		861,78

$$N_e = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9\sum N_i^{\text{зм.корот.}} + 0,95\sum N_i^{\text{зм.трив.}}) \gamma_n = (760,6 + 0,95 \cdot 660,6) \cdot 0,975 = 1353,5 \text{ (кН)};$$

$$N_m = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9\sum N_i^{\text{зм.корот.}} + 0,95\sum N_i^{\text{зм.трив.}}) \gamma_n = (862,45 + 0,95 \cdot 861,78) \cdot 1,1$$

= 1849,3 (кН).

У табл. 5.3 показаний розрахунок навантажень на обрізі фундаменту під зовнішню стіну по осі 1. вантажна площа авант. = $5,95/2 = 2,975$ (м²). в запас надійності приймаємо 3 (м²).

Таблиця 5.3

Навантаження на стрічковий фундамент по осі 1

Найменування навантаження і формула підрахунку	X _e , кН/м	γ _{fm}	X _m , кН/м
<u>Постійні вертикальні навантаження</u>			
1. Вага стіни $0,42 \cdot 12,6 \cdot 18 + 0,4 \cdot 25 \cdot 3,6$	131,3	1,1	144,4
2. Вага плит перекриття $3 \cdot 0,2 \cdot 25 \cdot 3$	88,5	1,1	97,4
3. Вага конструкції підлоги $1,08 \cdot 3 \cdot 3$	19,1	1,3	24,9
4. Вага плоскої покрівлі $0,331 \cdot 3 / \cos 17^\circ$	<u>2,1</u>	1,3	<u>2,7</u>
Всього:	241	1,1	269,4
<u>Змінні вертикальні навантаження</u>			
1. Корисне навантаження на перекриття $2 \cdot 3 \cdot 3$	35,4	1,2	42,5
2. Навантаження від перегородок $3,894 \cdot 3 \cdot 3$	68,9	1,3	82,7
3. Снігове навантаження $1,40 \cdot 3$ (γ _{fe} =0,49)	<u>3,93</u>	1,14	<u>9,1</u>
Всього:	108,23		134,3

$$N_e = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{зм.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{зм.трив.}}) \gamma_n = (241 + 0,95 \cdot 104,3 + 0,9 \cdot 3,93) \cdot 0,975 = 335 \text{ (кН/м)};$$

$$N_m = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{зм.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{зм.трив.}}) \gamma_n = (269,4 + 0,95 \cdot 125,2 + 0,9 \cdot 9,1) \cdot 1,1 = 436,2 \text{ (кН/м)}.$$

5.3. Проектування фундаменту мілкового закладання

Вибір типу фундаментів і глибини їх закладання

Фундамент під колону на перетині осей (Г – 2) у заданих ґрунтових умовах вирішений у варіанті мілкового закладання на природній основі.

Ґрунт під основою фундаменту ІГЕ 4 – суглинок напівтвердий з карбонатами. Занурення фундаменту у ґрунт нижче підлоги підвалу приймаємо $d_1 = 0,9$ м виходячи з величини навантаження і заглиблення фундаменту на найменшу величину [23].

Положення фундаментів середніх колон у ґрунті показане на рисунку 5.2. Стрічковий фундамент закладається на таку ж глибину.

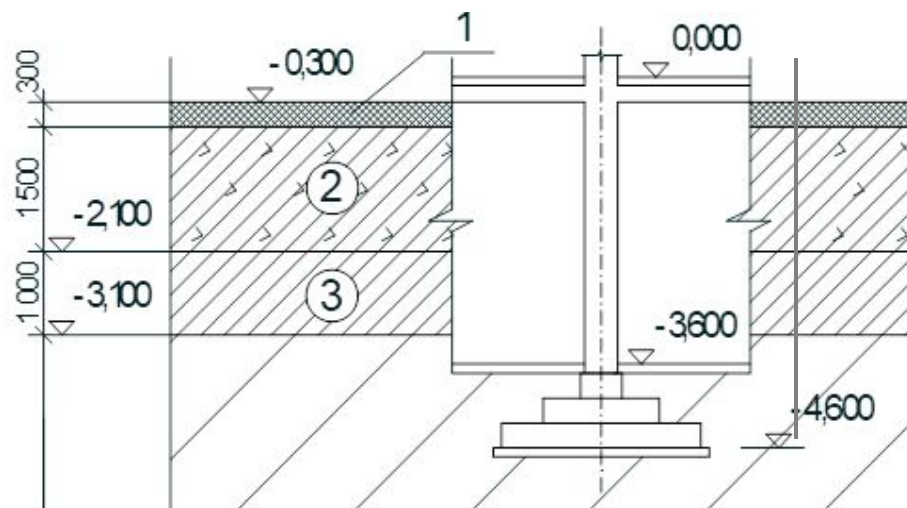


Рис. 5.2. Положення фундаменту мілкового закладання у ґрунті

Підбір розмірів підосви фундаменту мілкового закладання

Розрахунок розмірів підосви фундаменту мілкового закладання згідно з [23], виконуємо за другою групою граничних станів.

Розміри підосви фундаменту повинні задовольняти таким граничним нерівностям:

$$\begin{aligned}
 p &\leq R; \\
 p_{\max,x,y} &\leq 1,2R; \\
 p_{\min} &\geq 0; \\
 s &< s_u,
 \end{aligned}
 \tag{5.4}$$

де: p – тиск під подошвою фундаменту, кПа; R – розрахунковий опір ґрунту основи, кПа; s – фактичне осідання фундаменту, м; s_u – гранично допустиме значення осідання для даної будівлі.

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{K} (M\gamma_{kz} b\gamma_{II} + Mg d_1 \gamma'_{II} + (Mg - 1) d_B \gamma'_{II} + M_c C_{II}) \quad (5.5)$$

Потрібна площа подошви під колону на перетині осей Г, 2 в першому наближенні з урахуванням власної ваги фундаменту з ґрунтом на його уступах

$$A' = \frac{N_e}{R_0 - \gamma_{m1} d} = \frac{1353,5}{210 - 20 \times 0,9} = 7,05 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Приймаємо співвідношення сторін подошви фундаменту $l/b=1,0$, тоді потрібна ширина фундаменту $b = \sqrt{A} = \sqrt{7,05} = 2,65$ (м). Приймаємо виходячи з кратності 300(мм) $b = 2,7$ (м), $l = 2,7$ (м).

Перевіримо виконання граничних нерівностей (5.4).

Питома вага ґрунту засипки вище подошви фундаменту

$$\gamma'_{II} = \frac{16,0 \cdot 0,3 + 17,2 \cdot 1,5 + 18 \cdot 1,0 + 17,5 \cdot 1,5}{4,3} = 17,4 \text{ (кН/м}^3\text{)},$$

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} (0,61 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 17,5 + 3,44 \cdot 1 \cdot 17,4 + (3,44 - 1) \cdot 2,0 \cdot 17,4 + 6,04 \cdot 22) = 306,5 \text{ (кПа)}.$$

Тиск під подошвою фундаменту:

$$p = \frac{N}{A} + \gamma_{m1} d = \frac{1353,5}{2,7 \cdot 2,7} + 20 \cdot 0,9 = 203,6 \text{ (кПа)} < R = 306,5 \text{ (кПа)}$$

Гранична нерівність виконується з запасом, тому для одержання більш економічного рішення зменшимо розміри подошви.

Приймаємо $b = 2,4$ м, $l = 2,4$ м.

Перевіримо виконання граничних нерівностей (5.4).

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} (0,61 \cdot 1 \cdot 2,4 \cdot 17,5 + 3,44 \cdot 1 \cdot 17,4 + (3,44 - 1) \cdot 2,0 \cdot 17,4 + 6,04 \cdot 22) = 303,3 \text{ (кПа)}.$$

Тиск під подошвою фундаменту:

$$p = \frac{N}{A} + \gamma_{mt}d = \frac{1353,5}{2,4 \cdot 2,4} + 20 \cdot 0,9 = 253 \text{ (кПа)} < R = 303,3 \text{ (кПа)}$$

Гранична нерівність виконується з запасом, але при подальшому зменшенні розмірів підосви вона не виконується взагалі, тому остаточно приймаємо розміри підосви стовпчастого фундаменту під колону на перетині осей (Г – 2) $b = 2,4$ м, $l = 2,4$ м.

Потрібна площа підосви стрічкового фундаменту під зовнішню стіну по осі 1 в першому наближенні з урахуванням власної ваги фундаменту з ґрунтом на його уступах

$$A' = \frac{N_e}{R_0 - \gamma_{mt}d} = \frac{335}{210 - 20 \cdot 0,9} = 1,74 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Приймаємо ширину фундаменту $b = 1,8$ м.

Перевіримо виконання граничних нерівностей (5.4).

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} (0,61 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 17,5 + 3,44 \cdot 1 \cdot 17,4 + (3,44 - 1) \cdot 2,0 \cdot 17,4 + 6,04 \cdot 22) = \\ = 296,9 \text{ (кПа)}.$$

Тиск під підосвою фундаменту:

$$p = \frac{N}{A} + \gamma_{mt}d = \frac{335}{1,8 \cdot 1} + 20 \cdot 0,9 = 204 \text{ (кПа)} < < R = 296,9 \text{ (кПа)}$$

Гранична нерівність виконується з запасом, тому для одержання більш економічного рішення зменшимо розміри підосви.

Приймаємо $b = 1,3$ м.

Перевіримо виконання граничних нерівностей (4.4).

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} (0,61 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 17,5 + 3,44 \cdot 1 \cdot 17,4 + (3,44 - 1) \cdot 2,0 \cdot 17,4 + 6,04 \cdot 22) = \\ = 291,6 \text{ (кПа)}.$$

Тиск під підосвою фундаменту:

$$p = \frac{N}{A} + \gamma_{mt}d = \frac{335}{1,3 \cdot 1} + 20 \cdot 0,9 = 275,7 \text{ (кПа)} < R = 291,6 \text{ (кПа)}$$

Гранична нерівність виконується, тому остаточно приймаємо розміри підосви стрічкового фундаменту по осі 1; $b = 1,3$ м.

Розрахунок осідання фундаменту мілкового закладання

Розрахунок осідання фундаменту ведемо для стовпчастого фундаменту, оскільки він більш навантажений.

Напруження від власної ваги ґрунту, що витягнутий з котловану, у рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zy,0} = 03, \cdot 16 + 1,5 \cdot 17,2 + 1 \cdot 18 + 1,5 \cdot 17,5 = 74,85 \text{ (кПа)}.$$

Напруження від власної ваги ґрунту у рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zg,0} = 17,5 \cdot 1 = 17,5 \text{ (кПа)}.$$

Напруження від зовнішнього навантаження у рівні підшви фундаменту: $P = 253 \text{ кПа}$.

Розбиваємо ґрунтову товщу на шари $0,2b = 0,48 \text{ (м)}$. Фундамент стовпчастий з співвідношенням сторін підшви $\eta = l/b = 2,4/2,4 = 1$.

Будуємо епюру вертикальних напружень від власної ваги ґрунту, знятого в котловані до рівня підшви фундаменту, $\sigma_{zy,i}$ по глибині основи. Вертикальне напруження $\sigma_{zy,i}$ на межі шару, розташованого на глибині Z від підшви фундаменту, визначається за формулою

$$\sigma_{zy,i} = \alpha_k \sigma_{zg,0}', \quad (5.6)$$

де: α_k – коефіцієнт затухання напружень з глибиною, який приймається за [11] у залежності від коефіцієнту $\xi = 2Z_i/d_k$;

d_k – ширина котловану. Приймаємо ширину котловану $19,3 \text{ (м)}$.

Визначаємо положення межі стислої товщі основи. Вона приймається на глибині $Z_i = H_c$, де виконується умова

$$\sigma_{zp,i} \leq k \sigma_{zg}', \quad (5.7)$$

де $k = 0,2$ при $b \leq 5 \text{ (м)}$;

Визначають осідання кожного із шарів, на які розбита товща ґрунтового масиву в межах глибини H_c . Осідання i -того шару

$$S_i = \beta \frac{(\sigma_{zp,i,сеп.} - \sigma_{zy,i,сеп.})h_i}{E_i} + \beta \frac{\sigma_{zy,i,сеп.}h_i}{E_{e,i}}, \quad (5.8)$$

де: β – безрозмірний коефіцієнт, який дорівнює $0,8$.

У результаті розрахунків, приведених у таблиці 3.4, осідання фундаменту $S=1,4(\text{см})$.

На глибині $z=5,76(\text{м})$ від підшви фундаменту виконується умова межі товщі, що стискається $\sigma_{zp,i} = 19,56 \text{ кПа} < 0,2\sigma_{zg,i} = 0,2 \cdot 118,3 = 23,662(\text{кПа})$.

Допустиме значення осідання для будівель даного типу $S_u = 12 \text{ см}$ [23].

Таблиця 5.4

Розрахунок осідання фундаменту

Z	2Z/b _y	α	σ_{zp}	σ_{zg}	2Z/b _k	α_k	σ_{zy}	$\sigma_{zp(\text{cp})}$	$\sigma_{zy(\text{cp})}$	E	h	S
0	0	1	253	17.5	0	1	74.85					
0.48	0.4	0.96	243	25.9	0.037	1	74.85	248	74.85	14000	0.48	0.0047
0.96	0.8	0.8	202.3	34.3	0.074	1	74.83	222.7	74.84	14000	0.48	0.0041
1.44	1.2	0.606	153.4	42.7	0.111	0.999	74.79	177.9	74.81	14000	0.48	0.0028
1.92	1.6	0.449	113.7	51.1	0.148	0.998	74.7	133.5	74.75	14000	0.48	0.0016
2.4	2	0.336	85.04	59.5	0.185	0.996	74.57	99.35	74.64	14000	0.48	0.0007
2.88	2.4	0.257	64.97	67.9	0.222	0.994	74.37	75	74.47	14000	0.48	0.0000
3.36	2.8	0.201	50.79	76.3	0.258	0.99	74.11	57.88	74.24	14000	0.48	0.0000
3.84	3.2	0.16	40.56	84.7	0.295	0.986	73.77	45.67	73.94	14000	0.48	0.0000
4.32	3.6	0.131	33.02	93.1	0.332	0.98	73.35	36.79	73.56	14000	0.48	0.0000
4.8	4	0.108	27.34	101.5	0.369	0.973	72.85	30.18	73.1	14000	0.48	0.0000
5.28	4.4	0.091	22.98	109.9	0.406	0.965	72.26	25.16	72.55	14000	0.48	0.0000
5.76	4.8	0.077	19.56	118.3	0.443	0.956	71.59	21.27	71.93	14000	0.48	0.0000
$\Sigma = 0.014$												

Умова $S = 1,4 \text{ см} < S_u = 12 \text{ (см)}$ **виконується.**

Отже, розміри підшви фундаменту $2,4 \times 2,4(\text{м})$ задовольняють усі потрібні граничні нерівності.

Конструювання фундаменту мілкого закладання

Висоту уступів плитної частини рекомендується [23] призначати рівною 300, 450 (мм), а при великій висоті плитної частини – 600 (мм).

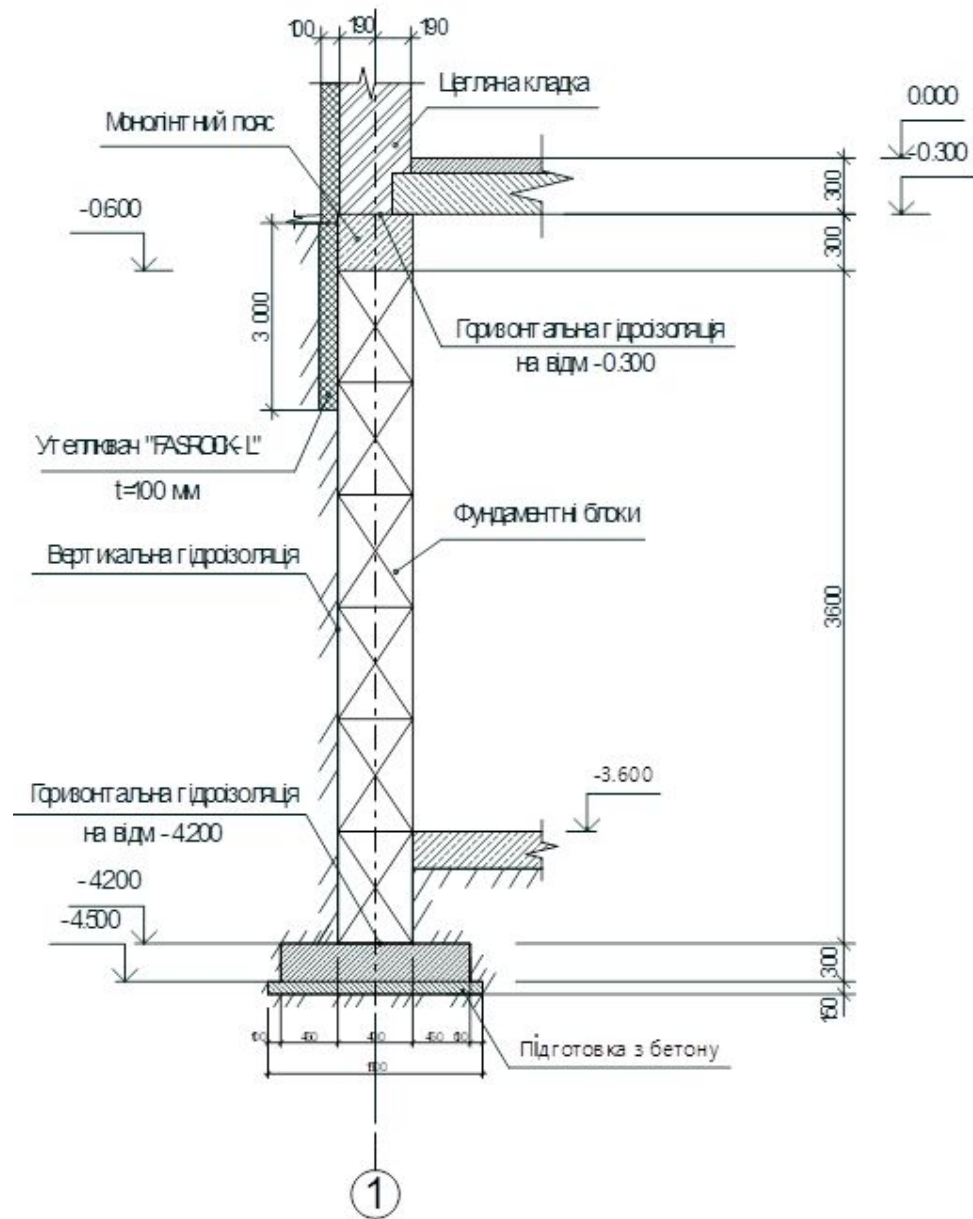


Рис. 5.4. Конструктивне рішення стрічкового фундаменту
мілкого закладання по осі 1

6. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Розробка технологічної карти на зведення каркасу будівлі

6.1. Вихідні дані і область застосування

Технологічна карта розроблена на виконання монтажних та бетонних робіт при зведенні надземної частини спортивного комплексу у м. Красилів Хмельницької області.

Вихідними даними є креслення і пояснювальна записка архітектурно-будівельної частини даного проекту.

Роботи проводяться і літній період і виконуються в 2 зміни.

До початку робіт по зведенню надземної частини мають бути закінчені всі роботи нульового циклу. Подача конструкцій та матеріалів на будівельний майданчик виконується краном.

Номенклатура робіт

До складу робіт входять:

- привезення бетону;
- влаштування монолітних колон;
- влаштування монолітного перекриття;
- привезення перемичок;
- привезення керамічної цегли;
- влаштування риштувань;
- кладка стін та перегородок;
- влаштування перемичок;
- влаштування монолітних сходових маршів та площадок;
- бетонування.

Відомість об'ємів робіт

Використовуючи плани та розрізи будівлі, специфікацію збірних залізобетонних виробів підраховуємо об'єми кладки зовнішніх та внутрішніх стін, цегляних та гіпсокартонних перегородок, підраховуємо об'єм бетону. (див табл. 6.1)

Таблиця 6.1

Монолітні роботи

Назва конструкції	Відм. м.	Формула розрахунку	Об'єм, м ³
1	2	3	4
Поверх 1,2,3 Н=3,9 м			
Монолітні колони 400х400 – 8шт	19,5	$0,4 \times 0,4 \times 3,9 \times 8 = 4,99$	4,99
Арматура (поздовжня А400С Ø16 та поперечна А400С Ø12)		$0,02 \times 4,99 = 0,1$	0,1
Опалубка, м ²		$2 \times (0,4 + 0,4) \times 3,9 \times 8 = 49,92$	49,92
Монолітне перекриття t=200мм		$298,91 \times 0,2 \times 2 = 119,56$	119,56
Арматура А400С		$0,03 \times 119,56 = 3,58$	3,58
Опалубка, м ²		597,82	597,82
Монолітні з/б площадки t=90мм		$4,05 \times 0,09 \times 4 = 1,458$	1,458
Арматура А400С		$1,458 \times 0,03 = 0,04$	0,04
Опалубка, м ²		$4,05 \times 4 = 16,2$	16,2
Монолітні сходові марші 1350х4950		$1,87 \times 8 = 14,96$	14,96
Арматура А400С		$14,4 \times 0,05 = 0,72$	0,72
Опалубка, м ²		$(4,05 \times 1,35 + 2) \times 8 = 69,46$	69,46
Об'єм бетону		колони	4,99
		перекриття	119,56
		з/б площадка	1,458
		сходові марші	14,96
Об'єм арматури		колони	0,1
		перекриття	3,58
		з/б площадка	0,04
		сходові марші	0,72
Площа опалубки		колони	49,92
		перекриття	597,82
		з/б площадка	16,2
		сходові марші	69,46

Згідно до архітектурно будівельної частини об'єкту об'єми цегляної кладки, кількість віконних перемичок та гіпсокартонних перегородок порашовані за допомогою ПК ArchiCad і наведені відповідно в таблицях 6.2, 6.3.

Таблиця 6.2

Відомість витрат цегляної кладки

Висота стіни, м	Товщина стіни, м	Об'єм кладки, м ³
1-ий поверх		
3,9	0,48	96,15
3,9	0,38	26,55
3,9	0,12	266,88м ²
2-ий поверх		
3,9	0,48	81,9
3,9	0,38	26,55
3,9	0,12	116м ²
3-ий поверх		
3,9	0,48	81,9
3,9	0,38	26,55
3,9	0,12	116м ²

Таблиця 6.3

Відомість з/б перемичок і листів гіпсокартону

Найменування	Од. вим.	Всього
1-ий поверх		
Укладання з/б перемичок	м ³	2,45
Монтаж гіпсокартонних перегородок	м ²	87,63
2-ий поверх		
Укладання з/б перемичок	м ³	6,136
Монтаж гіпсокартонних перегородок	м ²	-
3-ий поверх		
Укладання з/б перемичок	м ³	6,136
Монтаж гіпсокартонних перегородок	м ²	-

6.2. Вибір методів і технологій виробництва робіт, машин, механізмів

Послідовність монтажу конструкцій повинна забезпечити повздовжню та поперечну жорсткість каркасу та стійкість усіх змонтованих конструкцій [32].

Заливання колон та мурування зовнішніх стін виконують послідовно, згодом заливають перекриття з дотриманням необхідних строків тверднення бетону. Після початку встановлення опалубки на наступному поверсі, на попередньому розпочинають мурування перегородок з встановленням перемичок в дверних пройомах.

Кран на протязі всього періоду будівництва пересувається вздовж більшої сторони будівлі.

Вибір комплекту машин та механізмів для виконання робіт.

Для вибору монтажних кранів необхідно знайти монтажні характеристики елементів Q_M , L_M , H_M .

Монтажна маса конструкцій визначається за формулою:

$$Q_M = Q_k + \sum q \quad (6.1)$$

де Q – маса конструкції, що монтується.

$\sum q$ - сумарна маса монтажних пристроїв.

Висота піднімання гака крана для стрілових кранів визначається за формулою:

$$H_M = h + h_3 + h_c + h_{emp} + h_{II} \quad (6.1)$$

де: h – перевищення опори елемента, який монтується, над рівнем стоянки крана, м;

h_3 – необхідна відстань для заведення елемента над опорою, приймається рівною 0,5 (м);

h_e – висота елемента, який монтується, м;

h_c – висота вантажозахватного пристрою, м;

h_{II} – висота поліспасти, м.

Мінімальна довжина стріли:

$$L_{CT} = a + v \quad (6.3)$$

a – відстань на яку необхідно подавати вантажі, (м);

в – відстань від крану до будівлі (для попередніх розрахунків цю величину можна прийняти рівною 2(м));

Для стропування конструкцій та обладнання використовується строп чотирьох гілковий характеристики якого наведені в [41].

Таблиця 6.4

Монтажні характеристики і призначення такелажного оснащення

Найменування оснащення	Характеристика оснащення			Використовується для монтажу
	Вантажопідійомність, т	Монтаж на маса, т	Монтаж на висота, м	
Строп чотирьохгілковий	5	0,04	2,7	Подача бетонної суміші, та подача цегли

Вибір комплексу машин і механізмів для бетонної суміші.

Суміш подається баддею ББМ-1,0 «Рюмка». Технічні характеристики бадді наведені в таблиці 6.4 [43].

Таблиця 6.4

Технічні характеристики бадді ББМ-1,0 «Рюмочка»

Показники	Величина
Об'єм, кг	1 м ³
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	1675
Ширина	1675
Висота	1852
Маса, кг	220

Розраховуємо характеристики для підбору баштового стрілового крану:

$$Q_m = Q_e + \sum q = 2,5 + 0,22 + 0,04 = 2,76(m); \quad (6.4)$$

$$H_M = h_{кк} + h_3 + h_C + h_{cmp} = 12,65 + 0,5 + 2 + 2,7 = 17,5(m); \quad (6.5)$$

$$l_{cmp} = \frac{a}{2} + b + c = 5,2 + 18,8 = 24(m). \quad (6.6)$$

Отже, приймаємо кран СКГ-50 БС з такими характеристиками [43]:

Q=10 т.; H=30 м.; l_{стр}=32 м.; L=(30+24)м.

Та для порівняння приймаємо кран ДЭК-50БС з параметрами [43]:

$$Q=10 \text{ т.}; H=30 \text{ м.}; l_{\text{стр}}=30 \text{ м.}; L=(30+24)\text{м.}$$

Техніко-економічне порівняння вибраних комплектів.

Техніко-економічне порівняння проводиться за найпотужнішими 2-ма кранами, які будуть здатні задовольняти всі монтажні потреби даного будівництва. Отже до порівняння обираєм крани: СКГ-50 БС та ДЭК-50БС.

Техніко-економічне порівняння проводиться способом порівняння показників, таких як: загальна собівартість, питомі капіталовкладення і питомі приведені затрати для обох кранів і відповідних їм комплектів машин. Дані розрахунку приведені в табл. 6.5 у відповідності з РЕКН 202-101.

Таблиця 6.5

Економічне обґрунтування вибору комплекту машин і механізмів

1 Гусеничний: СКГ-50 БС	2 Гусеничний: ДЭК-50БС
1	2
Додатковий комплект машин	
Автомобіль бортовий – 2шт МАЗ-5336	Автомобіль бортовий – 2шт МАЗ-5336
Автомобіль самоскид – 2шт ЗИЛ-5032	Автомобіль самоскид – 2шт ЗИЛ-5032
Зварочний апарат – СПО – 300	Зварочний апарат – СПО – 300
Нормативні показники вартості експлуатації відповідних машин:	
$C_{\text{маш-год}}^{\text{кр}}=112,8 \text{ грн};$ $C_{\text{маш-год}}^{\text{авт}}=54,46 \text{ грн};$ $C_{\text{маш-год}}^{\text{авт.см}}=68,31 \text{ грн};$ $C_{\text{маш-год}}^{\text{зв}}=6,53 \text{ грн};$ $C_{\text{інв}}^{\text{кр}}=740 \text{ тис.грн};$ $C_{\text{інв}}^{\text{авт}}=120 \text{ тис.грн};$ $C_{\text{інв}}^{\text{авт.см}}=100 \text{ тис.грн};$ $C_{\text{інв}}^{\text{зв}}=4 \text{ тис.грн.}$	$C_{\text{маш-год}}^{\text{кр}}=112,8 \text{ грн};$ $C_{\text{маш-год}}^{\text{авт}}=54,46 \text{ грн};$ $C_{\text{маш-год}}^{\text{авт.см}}=68,31 \text{ грн};$ $C_{\text{маш-год}}^{\text{зв}}=6,53 \text{ грн};$ $C_{\text{інв}}^{\text{кр}}=910 \text{ тис.грн};$ $C_{\text{інв}}^{\text{авт}}=120 \text{ тис.грн};$ $C_{\text{інв}}^{\text{авт.см}}=100 \text{ тис.грн};$ $C_{\text{інв}}^{\text{зв}}=4 \text{ тис.грн.}$
Загальна собівартість	
$C_0=1,08(C_{\text{доп}}^i+C_{\text{маш-год}}^i T_n^i)+1,53П;$ $C_0=1,08*(0+(2*54,45+2*68,31+1*6,53+$	$C_0=1,08(C_{\text{доп}}^i+C_{\text{маш-год}}^i T_n^i)+1,53П;$ $C_0=1,08*(0+(2*54,45+2*68,31+1*6,53+$

$+1 \cdot 112,8) \cdot 1253)) + 1,5 \cdot 173820 =$ $= 497609$ грн.	$+1 \cdot 112,8) \cdot 1253)) + 1,5 \cdot 173820 =$ $= 524537$ грн.
Питомі капіталовкладення:	
$K_{уд} = \sum \frac{C_{инв} \cdot T_n}{T_{рiч}} =$ $= \frac{(430 + 2 \cdot 120 + 2 \cdot 100 + 3) \cdot 156,6 \cdot 1000}{400} =$ $= 341779,5$ (грн.)	$K_{уд} = \sum \frac{C_{инв} \cdot T_n}{T_{рiч}} =$ $= \frac{(480 + 2 \cdot 120 + 2 \cdot 100 + 3) \cdot 156,6 \cdot 1000}{400} =$ $= 361354,5$ (грн.)
Питомі приведені затрати:	
$C_{пр} = (C_0 + E_n \cdot K_{уд}) / V; E_n = 0,15;$ $C_{пр} = (497609 + 0,15 \cdot 277820,5) / 857,4 =$ $= 986$ грн.	$C_{пр} = (C_0 + E_n \cdot K_{уд}) / V; E_n = 0,15;$ $C_{пр} = (524537 + 0,15 \cdot 310783,5) / 857,4 =$ $= 1387,5$ грн.

Згідно виконаних розрахунків видно, що більш економічним варіантом машин, буде перший, гусеничний кран СКГ-50 БС [47], характеристики якого приведені на рис. 6.1. Отже подальші розрахунки і проектування ведемо по даному обраному варіанту.

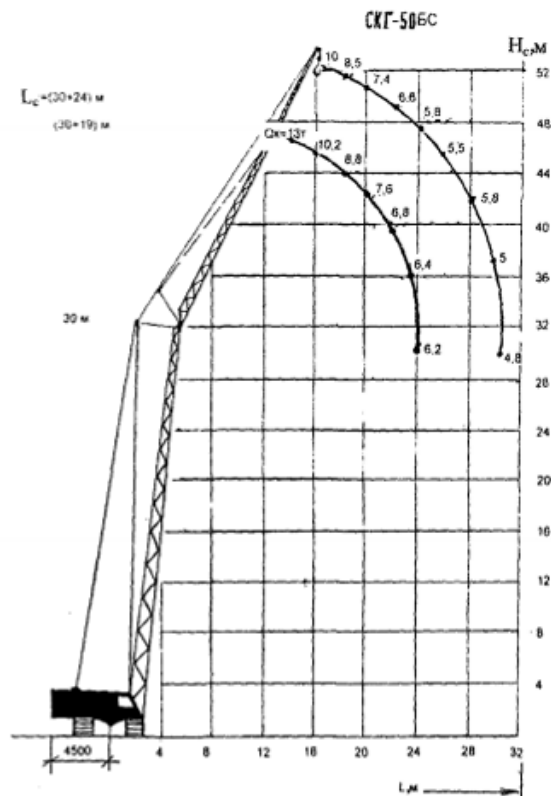


Рис. 6.1. Характеристики крану СКГ-50 БС

Для транспортування бетонної суміші приймаємо автобетонозмішувач на базі МАЗ-5215, який приведений на рис. 6.2 з наступними технічними характеристиками [47]:

Вантажопід'ємність – 14 (т);

Об'єм барабану – 7 м³.

Власна вага – 3,6 (т);

Габаритні розміри:

довжина – 7500 (мм);

ширина – 2480 (мм);

висота борту – 840 (мм).



Рис. 6.2. Автобетонозмішувач на базі МАЗ-5215

Для транспортування перемичок та цегли приймаємо МАЗ-5336, який приведений на рис. 6.3 з наступними технічними характеристиками [47]:

Вантажопід'ємність – 8,2 (т);

Габаритні розміри:

довжина – 6080 (мм);

ширина – 2280 (мм);

висота борту – 700 (мм);

Площа платформи – 14,35 (м²);

Максимальна швидкість з вантажем – 95 (км/год);

Власна вага – 8,3 (т).



Рис. 6.3. Автомобіль для транспортування перемичок та цегли на базі МАЗ-5336

Технічна характеристика зварювального трансформатора змінного струму (220В/380В) ПСО-300, який приведено на рис. 6.4.

Двигун:

Напруга – 220/380 (В);

Потужність – 14 (кВт);

Межа регулювання:

Струму – 75-320 (А);

Генератор:

Номінальна напруга – 30 (В);

Номінальний струм – 300 (А).



Рис. 6.4. Зварювальний трансформатор змінного струму ПСО-380

6.3. Вказівки до контролю якості робіт та вказівки з техніки безпеки

Вказівки по виробництву робіт.

1. До початку БМР бригада, ланкові, крановики та стропольщики знайомляться з ПВР та розписування на буд генплані.

2. Після виконання робіт після нульового циклу починають монтаж каркасу будівлі у наступному порядку:

- монтаж опалубки для колони
- встановлення арматури в опалубки під колони
- заливка колон бетоном
- мурування зовнішніх та внутрішніх стін
- влаштування опалубки перекриття
- встановлення арматури в опалубку перекриття
- замонолічування перекриття
- встановлення монолітних сходових маршів
- влаштування перестінків
- монтаж перемичок
- монтаж склопакетів

3. Перед початком монтажу опалубки виконуються зовнішній огляд та усунення дрібних дефектів (напливи бетону, бруд), наносять риси на стакани фундаментів [32]. Після тимчасового закріплення опалубки виконується перевірка її положення за допомогою теодоліта та проводиться подальше закріплення колони.

4. Монтаж арматури починають після встановлення опалубки колон.

5. Заливання колон проводять після встановлення всієї арматури та повторної перевірки положення майбутньої конструкції.

6. Знімання опалубки виконують після набору бетоном у стиках не нижче 70% проектної міцності. Строповка виконується 4-кінцевим стропом.

7. Монтаж опалубки перекриття починають після розбору опалубок колон та подачі цегли для мурування перегородок.

8. Заливання перекриття проводять після встановлення всієї арматури та повторної перевірки положення майбутньої конструкції.

9. Знімання опалубки виконують після набору бетоном не нижче 70% проектної міцності.

10. Встановлення сходових маршів виконується після зняття опалубки з перекриття. Монтаж проводиться 4-кінцевими стропами.

Вимоги по ТБ.

Монтажні роботи. На ділянці (захватці), де ведуться роботи, не допускаються виконання інших робіт та присутність сторонніх осіб [26].

Забороняється підйом збірних ЗБК, що не мають монтажних петель або відміток, що забезпечують їх правильну стропову або монтаж.

Елементи конструкцій що монтуються, повинні під час пересування утриматися від розгойдування гнучкими відтяжками.

Не допускається перебування людей на елементах к-цій під час їх піднімання або пересування.

Під час перерв в роботі забороняється залишати підняті елементи к-цій у підвішеному стані.

Не допускається виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с та більше при ожеледиці, грозі, тумані, що виключається видимість у межах фронту робіт. Роботи по монтажу к-цій з великою вітрильністю зупиняють при швидкості вітру 10 м/с.

При пересуванні к-цій відстань між ними та виступаючими частинами інших к-цій повинна бути по горизонталі не менше 1 м, а по вертикалі не менше 0,5 м.

При подачі цегли траєкторія її переміщення по буд майданчику не повинна проходити над зонами роботи робітників [26].

Електрозварювальні та газополум'яні роботи. У електрозварювальних апаратах та джерелах живлення повинні бути передбачені та встановлені надійні огороження елементів, що знаходяться під напругою.

Металеві частини електрозварювального обладнання, що не знаходиться під напругою, а також вироби, що зварюються, на весь час зварювання повинні

бути заземленими, а із зварювального трансформатора необхідно з'єднати болт, що заземляє корпус із зажимом вторинної обмотки, до якого підключається зворотній провід.

Виробництво електрозварювальних робіт під час дощу або снігу при відсутності навісів над електрозварювальним обладнанням та робочим місцем зварювальника не допускаються.

Експлуатація будівельних машин. Місце роботи машини повинне бути визначене так, щоб був забезпечений простір, достатній для огляду робочої зони та зони маневрування. Між машиністом та робочим, що подає сигнали, повинен бути зоровий або радіозв'язок. Використовування проміжного сигнальника не допускається [47].

Залишати без нагляду машини з працюючим двигуном не допускається.

6.4. Розрахунок ТЕП проекту, календарного графіку і графіку руху робочих кадрів

Графік виконання робіт служить для того, щоб показати у наглядній формі встановлену на основі прогресивної технології доцільну послідовність виконання робочих процесів та операцій, їх тривалість та взаємозв'язаність у часі. Відомості об'ємів робіт, які містяться в графіках, про склад робочих бригад, машин та механізмів використовуються для виявлених в часі потреб в трудових та матеріальних ресурсах.

До складу графіків пред'являють певні вимоги:

- Обов'язкове застосування прогресивних методів виробництва робіт з високим рівнем комплексної механізації;

- Індустріалізація робіт.

Послідовність виконання графіка:

1. Складають перелік з дотриманням технологічної послідовності.
2. На основі робочих креслень визначають об'єми робіт.
3. Визначають машиноємність та трудоємність робіт.

4. Проектують окремі роботи в комплексі і знаходять їх сумарну трудоемкість.

5. Планують змінність виконання робіт.

6. Визначають виконання складових процесів та поєднання їх між собою.

7. Викреслюють графіки виконання робіт і графік руху робочих кадрів.

Розрахунок

Фактична тривалість – 79,5 (днів).

Загальний об'єм будівлі – 4253,7 (м³).

Загальна площа будівлі – 354,48 (м²).

$T_{\text{заг}}^{\Phi} = 8384$ (люд.дн).

Середня кількість робітників в день:

$$R_{\text{сеп}} = T_{\text{заг}}^{\Phi} / t_{\text{заг}} = 1048 / 65,5 = 16 \text{ чол.} \quad (6.7)$$

$$T_{\text{надл}} = 0. \alpha_1 = \frac{R_{\text{сеп}}}{R_{\text{мак}}} = \frac{16}{16} = 1 \quad (6.8)$$

$$\alpha_2 = \frac{T_{\text{надл}}}{T_{\text{заг}}^H} = \frac{0}{8676} = 0 \quad (6.9)$$

$$\alpha_3 = \frac{t_{\text{см}}}{t_{\text{заг}}} = \frac{65,5}{65,5} = 1 \quad (6.10)$$

$$V_{\text{пл}} = V_{\text{буд}} / T_{\text{заг}}^H = 4253,7 / 8676 = 0,49 \text{ (м}^3\text{/л.дн)} \quad (6.11)$$

$$V_{\text{пл}} = S_{\text{буд}} / T_{\text{заг}}^H = 354,48 / 8676 = 0,04 \text{ (м}^2\text{/л.дн)} \quad (6.12)$$

$$V_{\Phi} = V_{\text{буд}} / T_{\text{заг}}^{\Phi} = 4253,7 / 8384 = 0,5 \text{ (м}^3\text{/л.дн)} \quad (6.13)$$

$$V_{\Phi} = S_{\text{буд}} / T_{\text{заг}}^{\Phi} = 354,48 / 8384 = 0,42 \text{ (м}^2\text{/л.дн)} \quad (6.14)$$

Виробіток по вартісним показникам:

$$V_{\Phi} = \text{ПКВ} / T_{\text{заг}}^{\Phi} = 30306,544 \text{ тис} / 8384 = 3,6 \text{ (тис.грн./л.дн)} \quad (6.15)$$

$$V_{\text{пл}} = \text{ПКВ} / T_{\text{заг}}^H = 30306,544 \text{ тис} / 8676 = 3,5 \text{ (тис.грн./л.дн)} \quad (6.16)$$

Продуктивність праці:

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{норм}} / T_{\Phi} \times 100\% = 8676 / 8384 \times 100\% = 103,5\% \quad (6.17)$$

6.5. Технологія і організація будівельного виробництва

Монолітне будівництво дозволяє зводити будівлі будь-якої поверховості і форми в найкоротші терміни. Планування і габарити монолітних будинків не обмежується розмірами заводських залізобетонних конструкцій, що дозволяє максимально враховувати побажання замовника. Важливою перевагою є можливість створення криволінійних форм, а це істотно розширює архітектурні можливості.

Процес монолітного будівництва складається з декількох етапів: приготування і доставки бетону, підготовки опалубки і власне укладання бетону. Особливе значення серед характеристик будинку мають його жорсткість і міцність. В цьому відношенні монолітним будинкам немає рівних. Вони дають рівномірне осідання будинку, перерозподіляючи навантаження і запобігаючи появі тріщин. На них набагато менше впливають опади, тут немає стиків між плитами, які традиційно вважаються найбільш слабким місцем панельних будинків.

6.6. Матеріально-технічні ресурси

Вимоги до складування матеріалів [25 та ін.]

Складування, зберігання та транспортування матеріалів, напівфабрикатів та комплектувальних елементів проводять відповідно до вимог стандартів і ТУ на ці матеріали та елементи (у штабелях, контейнерах, ємкостях, стелажах).

Окремо за видами, марками, типорозмірами із забезпеченням умов механізації вантажно-розвантажувальних робіт та норм протипожежної безпеки.

Арматурну сталь необхідно зберігати у складах за профілями, класами, діаметрами та партіями на стелажах, у касетах і штабелях з вільними проходами в умовах, що виключають її зволоження, корозію і забруднення. Дріт і канати необхідно зберігати тільки в закритих складах.

Не допускається зберігання арматурної сталі на земляній підлозі, а також поблизу агресивних хімічних речовин. Не рекомендується багаторазове

переміщення арматурної сталі з холодного в тепле приміщення, що може призвести до її корозії.

Столярні вироби і комплектувальні елементи з деревини, скла, металу, покрівельні матеріали зберігають на стелажах, в контейнерах чи штабелях у напівзакритих складах, призначених для зберігання матеріалів, що руйнуються в результаті безпосередньої дії атмосферних опадів, але які не змінюють своїх властивостей під впливом температури і вологості повітря.

Цеглу складують по видах і марках, а лицьову цеглу - також по кольору лицьової поверхні. Якщо цеглу доставляють на будівельний майданчик без контейнерів або пакетів, то її розвантажують вручну, укладають у штабелі висотою до 1,6 м або на піддони. При цьому цегла з наскрізними отворами має розташовуватись порожнинами вниз, для того, щоб у ній не затримувалась вода, яка збільшує вологість стін і при замерзанні може викликати руйнування цегли. Лицьову цеглу укладають у штабелі правильними рядами по марках, кольорах і відтінках. Висота штабеля не повинна перевищувати 1,5м [25, 48].

7. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

7.1. Розрахунок ГЕП календарного графіка та графіку руху робітників

Календарний план – це один із основних документів по організації будівництва, який встановлює технологічну послідовність виконання робіт, їх взаємну ув'язку та суміщення за часом, строки виконання різних робіт споживання матеріально-технічних та трудових ресурсів. На основі цього плану розробляється графік зведення об'єкта. При цьому враховуються нормативні строки зведення об'єкта, виробнича потужність та наявність трудових ресурсів генпідрядної та субпідрядної будівельних організацій.

Оцінка графіку руху робітників

1) Середня кількість робітників

$$R_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{заг.}}}{T_{\text{заг.}}} = \frac{480}{30} = 16 \text{ (люд)}. \quad (7.1)$$

де $Q_{\text{заг}}$ – сумарні трудовитрати по графіку при послідовному виконанні робіт, люд-зм;

$T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість робіт на об'єкті, дні.

2) Коефіцієнт нерівномірності руху робітників

$$\alpha_1 = \frac{R_{\text{ср}}}{R_{\text{мак}}} = \frac{16}{16} = 1 \Rightarrow 1, \quad (7.2)$$

де $R_{\text{мак}}$ – максимальна кількість робітників, які працюють на будівництві об'єкту.

3) Коефіцієнт нерівномірності потоку в часі

$$\alpha_2 = \frac{T_{\text{стале}}}{T_{\text{заг}}} = \frac{30}{30} = 1 \Rightarrow 1, \quad (7.3)$$

де $T_{\text{стале}}$ – тривалість робіт (в днях) на графіку, коли працює робочих $R_{\text{ср}}$ та більше.

4) Коефіцієнт нерівномірності потоку по працевитратам

$$\alpha_3 = \frac{Q_{\text{зайве}}}{Q_{\text{заг}}} = \frac{0}{480} = 0 \Rightarrow 0, \quad (7.4)$$

де $Q_{\text{зайве}}$ – працевитрати по графіку вище $R_{\text{сер}}$, (люд.-зм.)

7.2. Техніко-економічні показники

Розраховуємо та наводимо (для даного комплексу робіт) наступні техніко-економічні показники:

1. Тривалість виконання робіт:

$$T_{\text{дн}} = 30 \text{ днів.}$$

2. Загальна трудомісткість виконання робіт:

$$T = 480 \text{ люд.-зм;}$$

$$T = 33 \text{ маш.-зм.}$$

3. Трудомісткість розробки 1 м^2 утеплення, люд.-зм:

$$T_{\text{од}}^n = \frac{T_{\text{заг}}^n}{V} = \frac{480}{653,64} = 0,734 \quad (7.5)$$

де: $T_{\text{заг}}^n = 480$ люд.-зм.

4. Виробіток в зміну:

$$B = V/T_{\text{дн}} = 653,64/30 = 21,79 \text{ (м}^2/\text{зм)}, \quad (7.6)$$

7.3. Розрахунок і проектування календарного графіка виконання робіт по об'єкту

Будівля виконується за напівкаркасною схемою. Зовнішні стіни виконуються з цегли, яку утеплюють утеплювачем з мінераловатної плити товщиною 100 мм.

Вертикальне розпланування майданчику забезпечує відведення поверхневих вод та вихідні умови для розташування будівель, майданчиків, проїздів.

Будівля в плані має наближено прямокутну форму. Фасад об'єкта вписується у загальний фасад міської забудови. Він орієнтований в просторі в межах допустимих азимутів і забезпечує природну освітленість і необхідну інсоляцію.

Оскільки дана будівля з неповним каркасом, то основними роботами при зведенні будівлі будуть роботи по муруванню цегляних стін та перегородок і створенню монолітного перекриття будівлі. Будівництво виконуватиметься однією захваткою.

Перш ніж перейти до наступного розділу, складемо відомість об'ємів основних робіт (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Відомість об'ємів основних робіт по об'єкту

Найменування виду робіт	Одиниці виміру	Нормативне джерело	Формула підрахунку	Кількість
1	2	3	4	5
Підготовчий період				
Зрізання рослинного шару та планування буд майданчику	1000м ³ 1000 м ²	Е1-30-1	1330×0,3 =399 1,330	0,399 1,33
Влаштування тимчасових доріг	1000 м ²	СЛ2-1-2	по бюджетплану	0,17
Влаштування тимчасового водопроводу	км	Е1-39-2	по бюджетплану	0,03
Влаштування тимчасового огороження	100 м ²	10-44-5	по бюджетплану	3,08
Влаштування тимчасового електрозабезпечення	100 м	21-10-2	по бюджетплану	1,295
Влаштування тимчасових будівель	м ²		по розрахунку	138
Підземна частина				
Розробка ґрунту екскаватором на автосамоскиди	1000 м ³	Е1-16-14	l×b×h=23,5×18,5×4, 0×1,05=1830м.кв	1,83
Планування відкосів	1000м ²	Е1-145-15	23,5×4,3×2+18,5×4, 3×2=195м ²	0,195
Ущільнення ґрунту щебенем	1000м ³	Е1-130-2	По проекту	0,0896
Влаштування бетонної підготовки	100 м ²	Е7-2-1	673×0,1=67,3м ²	0,673
Влаштування монолітних стовпчастих фундаментів під колони	100м ³	Е6-1-10	2,35+2×1,5+1,65=7 м ³	0,07
Укладання фундаментних блоків	100 шт	Е7-1-3	3 основ та фундаментів	2,8

Улаштування монолітних колон	100 м ³	Е6-15-1	0,4 ² ×3,6×4	0,02304
Влаштування горизонтальної гідроізоляції	100 м ²	Е8-4-3	Згідно креслень	0,576
Влаштування вертикальної гідроізоляції	100 м ²	Е8-4-5	85,1×4,1=348,9м ²	3,489
Улаштування з/б стяжки товщиною 80мм.	100м ²	Е11-11-3	65+196,6=261,6м ²	2,616
Монтаж і розпалублення, укладання арматури та бетонування перекриття	100 м ³	Е6-22-1	294,75×0,2=58,95м ³	0,5895
Улаштування монолітних з/б сходових маршів	100м ³	Е29-160-1	1,87×4+0,365×2=8,21м ³	0,0821
Мурування цегляних перегородок 120мм.	100м ²	Е8-7-5	Згідно креслень	1,2463
Монтаж перемичок	100 м ³	Е6-18-9	2×0,0324+6×0,0476=0,35м ³	0,0035
Засипка вручну траншей, пазах котлованів і ям	100 м ³	Е1-166-1	По проекту	0,452
Надземна частина				
Монтаж і розпалублення, укладання арматури та бетонування колон	100м ³	Е6-15-1	8×0,4 ² ×3,9=6,91м ³	0,0691
Те ж для перекриття	100м ³	Е6-22-1	298,91×0,2×2=119,56м ³	1,1956
Улаштування монолітних з/б сходових маршів	100м ³	Е29-160-1	1,87×8+1,458=16,42 м ³	0,1642
Монтаж перемичок	100 м ³	Е6-18-9	21475/2500=8,59	0,0859
Улаштування монолітних з/б прогонів	100м ³	Е6-18-7	1,45+3,44=4,89м ³	0,0489
Мурування зовнішніх стін	м ³	Е8-6-1	96,15+81,9+56=234,05м ³	295,46
Мурування внутрішніх стін	м ³	Е8-6-7	26,55+26,55+17,74=70,84м ³	70,84
Мурування цегляних перегородок 120мм.	100м ²	Е8-7-5	266,88+116+26,78=409,66м ²	4,0966
Улаштування перегородок з гіпсокартону	100м ²	Е10-97-1	87,63+209,03=296,66м ²	2,9666
Покрівельні роботи				
Улаштування пароізоляції	100 м ²	Е12-20-1	Згідно креслень	3,653
Улаштування теплоізоляції	100 м ²	Е12-18-3	Згідно креслень	3,653
Улаштування дерев'яних крокв, обрешітки та лат	м ³	Е10-16-1	Згідно креслень	6,32
Монтаж металочерепиці	100 м ²	Е12-12-9	Згідно креслень	3,653
Підлога				

Улаштування гідроізоляції	100 м ²	E11-5-1	Згідно креслень	4,3955
Улаштування стяжки бетонної 20мм.	100 м ²	E11-11-3	Згідно креслень	3,4728
Улаштування пінобетонного шару	100 м ²	E11-11-5	$77,18+138,24+388,88+170,52=840,29\text{м}^2$	8,4029
Улаштування керамічної плитки	100 м ²	E11-27-2	$170,52+65+138,24+439,55=613,99\text{м}^2$	6,1399
Улаштування покриття підлог з лінолеуму	100 м ²	ЕД11-48-1	388,88м ²	3,8888
Улаштування покриття коврового ворсового	100 м ²	ЕД11-49-1	$77,18+196,6=243,9\text{м}^2$	2,4391
Оздоблення				
Утеплення фасадів мінеральними плитами	100м ²	ЕД15-26-1	Згідно креслень	6,5364
Фарбування фасаду	100м ²	E15-156-	Згідно креслень	6,5364
Влаштування віконних блоків	100 м ²	E10-20-4	По проекту	1,788
Влаштування дверних блоків	100 м ²	E10-28-2	По проекту	1,4114
Штукатурка внутрішніх поверхонь стін	100 м2	E15-61-1	Згідно креслень	23,9785
Шпаклівка стін	100 м2	E15-183-	Згідно креслень	18,9436
Фарбування поверхонь водоемульсійними фарбами	100 м2	E15-151-	Згідно креслень	18,9436
Улаштування підвісної стелі	100м ²	ЕД15-27-1	Згідно креслень	3,1025
Улаштування покриття стін з керамічної плитки	100 м2	E15-17-3	Згідно креслень	3,2504
Внутрішні спеціальні роботи				
Опалення, вентиляція та газопостачання	люд-зм		За розрахунком	40
Водопровід і каналізація	люд-зм		За розрахунком	16
Електропостачання	люд- зм		За розрахунком	16
Інші невраховані роботи	люд- зм		За розрахунком	10
Благоустрій території	люд- зм		За розрахунком	40
Здача об'єкту в експлуатацію				6

Результати розрахунків зводимо у табличну форму відповідно до нормативних значень трудомісткості робіт, перелічених вище (див. табл. 7.1).

Побудову календарного плану виконання робіт виконуємо за розрахунковими даними тривалості виконання робіт, кількістю виконавців і змінністю [25, 43, 48 та ін.].

Після побудови календарного графіку розраховуємо наступні техніко-економічні показники [25 та ін.]:

1. Показник нерівномірності руху робочих кадрів

$$R_{\text{ср}} = 29757/248 \times 8 = 15 \text{ (люд.)}$$

$$\alpha_1 = R_{\text{ср}}/R_{\text{max}} = 15/16 = 0,93$$

де $R_{\text{ср}}$ – середня кількість робітників на об'єкті;

R_{max} – максимальна кількість робітників на графіку руху робочих кадрів по об'єкту.

2. Показник сталості будівельного потоку в часі

$$\alpha_2 = T_{\text{ст}}/T_{\text{заг}} = 243/248 = 0,97;$$

де $T_{\text{ст}}$ – тривалість робіт в днях на графіку, коли на об'єкті працюють $R_{\text{ср}}$ і більше робітників;

$T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість робіт в днях на календарному графіку.

3. Показник нерівномірності використання трудовитрат в часі

$$\alpha_3 = Q_{\text{зб}}/Q_{\text{заг}} = 243/4050 = 0,06,$$

де $Q_{\text{зб}}$ – трудовитрати за графіком руху робітників вище лінії $R_{\text{ср}}$;

$Q_{\text{заг}}$ – сумарні фактичні трудовитрати по об'єкту.

7.4. Розрахунок монтажних параметрів і вибір вантажо-під'ємних машин

Розраховуємо характеристики для підбору баштового крану:

$$Q_m = Q_e + \sum q = 2,5 + 0,22 + 0,04 = 2,76 \text{ (т);}$$

$$H_m = H_{\text{кк}} + h_z + h_e + h_{\text{стр}} = 12,65 + 0,5 + 2 + 2,7 = 17,85 \text{ м;}$$

$$l_{\text{стр}} = a + b = 5,2 + 18,8 = 24 \text{ м.}$$

Отже, приймаємо кран СКГ-50 БС з такими характеристиками:

$$Q=10 \text{ т; } H=30 \text{ м; } l_{\text{стр}}=32 \text{ м; } L=(30+24) \text{ м.}$$

7.5. Проектування будгенплану

7.5.1. Розрахунок і проектування адміністративно-побутових тимчасових будівель і споруд

Адміністративні та господарсько-побутові будівлі розраховуються і проектуються в залежності від загальної чисельності працюючих на будівельному об'єкті [32].

Визначаємо загальну кількість робітників працюючих на об'єкті:

$$N_{\text{заг}} = 0,95 (N_p + N_{\text{ітр}} + N_{\text{моп}} + N_{\text{сл}}) \text{ чол.}$$

N_p – максимальна кількість робочих за графіком руху робочих кадрів, чол ($N_p = N_{\text{max}}$);

$N_{\text{ітр}}$ – кількість інженерно-технічних працівників, яка приймається в кількості 8% від N_{max} , чол;

$N_{\text{моп}}$ – кількість молодшого обслуговуючого персоналу, яка приймається у кількості 2 % від N_{max} , чол;

$N_{\text{сл}}$ – кількість службовців, яка приймається у розмірі 5% від N_{max} , чол.

$$N_p = 16 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{ітр}} = 16 \cdot 0,08 = 1 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{моп}} = 16 \cdot 0,025 = 1 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{сл}} = 16 \cdot 0,05 = 1 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{заг}} = 0,95(16+1+1+1) = 18 \text{ чол.}$$

За отриманими даними розраховуємо площі тимчасових будівель і споруд.

Контора будівельної ділянки (виконробська з диспетчерською) розраховуються, виходячи із кількості інженерно-технічних працівників та молодшого обслуговуючого персоналу з розрахунку 4 м² площі на одного працівника.

$$S_1 = 4 \cdot \sum (N_{\text{ітр}} + N_{\text{моп}}) = 5(1+1) = 10 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Площу гардеробних з умивальниками розраховуємо, виходячи з максимальної кількості робітників, з розрахунку 0,7(м²) на одного працюючого.

$$S_2 = N_{\text{заг}} \cdot 0,7 = 18 \cdot 0,7 = 13 \text{ (м}^2\text{)}$$

Площа душевих приміщень визначається з розрахунку $0,54(\text{м}^2)$ на одного працюючого від суми максимальної кількості робочих (за графіком руху робочих кадрів) та кількості службовців.

$$S_3 = 0,54 \cdot N_{40\%} = 0,54 \cdot 7,2 = 4 (\text{м}^2).$$

Площа приміщень для прийому їжі розраховується із розрахунку $0,8 (\text{м}^2)$ на одного працюючого для загальної кількості працюючих на об'єкті.

$$S_4 = N_{\text{заг}} \cdot 0,8 = 18 \cdot 0,8 = 14 (\text{м}^2).$$

Площа приміщень для сушіння одягу приймається з розрахунку $0,2 (\text{м}^2)$ на одного працівника від загальної кількості робітників, які працюють на об'єкті.

$$S_5 = 0,2 \cdot N_{\text{заг}} = 0,2 \cdot 18 = 4 (\text{м}^2).$$

Туалети приймаємо з розрахунку $0,1(\text{м}^2)$ на одного працівника від загальної кількості робітників, що працюють на об'єкті, але не менше 2-х відділень окремо для кожної статі і не менше $2,16 (\text{м}^2)$ площі.

$$S_6 = 0,1 \cdot N_{\text{заг}} = 0,1 \cdot 18 = 1,8(\text{м}^2) - \text{приймаємо } 2,16 (\text{м}^2).$$

Проектування тимчасових будівель і споруд проводиться у відповідності із каталогами уніфікованих типових проектів інвентарних будівель і споруд, а також з урахуванням величин розрахованих площ.

Розрахунки і проектування виконуємо в табличній формі (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Розрахунок і проектування тимчасових будівель

Назва будівлі	К-ть працюючих, чол	Норма площ на одну людину, м^2	Розрахункова площа, м^2	Розміри, м	Кількість, шт	Корисна площа, м^2	Шифр тип. проекту	Тип будівлі
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Виконробська	2	5,0	10	6x3x2,5	1	18	ИУЗЄ-5	вагон.
Гардеробні з умивальниками	16	0,7	13	10x3,2x3	1	32	ГК-10	вагон.
Душові з переддушовою	16	0,54	4	4x3x3	1	12	31315	конт.
Приміщення для прийому їжі	18	0,8	14	6,5x2,6x2,8	1	16,9	4 078-1.00 СБ	вагон.
Для сушіння одягу та взуття	16	0,2	4	2,5x2x2,8	1	5,0	31315	конт.

Туалет	18	0,1	2	2,7x2x2,8	1	5,4	494-4-13	Збірна
Приміщення для обігріву	16	0,4	4	7,4x3x2,8	1	22,2	310-00	вагон.

7.5.2. Розрахунок площі відкритих і закритих складів для будівельних конструкцій, матеріалів і деталей

Відкриті склади використовуються для зберігання матеріалів, які не вимагають захисту від шкідливих атмосферних впливів (бетонні і залізобетонні вироби та конструкції, цегла, керамічні труби, природні та штучні насипні будівельні матеріали та сировина для приготування будівельних сумішей, великорозмірні металеві конструкції та вироби, які покриті захисними покриттями, та інші). Тимчасові відкриті склади проектується біля місць роботи вантажопідйомних машин і механізмів з урахуванням можливостей під'їзних внутрішньо майданчикових транспортних шляхів.

Таблиця 7.3

Розрахунок площі відкритого складу

Назва будівельних матеріалів, конструкцій або деталей	Одиниця виміру	Заг. кільк. буд. мат., конструкцій або деталей	Максимальні витрати за добу	Прийнятий запас на складі, діб	Запас матеріалів у натур. показниках	Норма зберігання матеріалу на 1м2 складу	Розрахункова корисна площа складу, м2	Коеф. на проходи	Розрахункова площа складу, м2	Прийнята площа, м2	Розміри відкрит. складу в плані, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Цегла	Тис. шт.	174	7	3	21	0,65	13,65	0,4	77	80	4x16
Перемички	т	31,29	1,078	5	7,7	0,65	11,8	0,4	29,5	30	3x10

Тимчасові склади закритого типу використовуються для зберігання дорогих матеріалів та конструкцій та тих, які піддаються негативному атмосферному впливу і корозії (цемент, вапно, незахищені металеві вироби та конструкції тощо). Розміри і типи закритих складів проектується також з урахуванням

способів збереження матеріалів і сировини та терміну їх зберігання (термін придатності) і підбираються у відповідності із нормативними каталогами індустріальних уніфікованих серій тимчасових інвентарних будівель та споруд.

Площу відкритого складу і його розміри розраховуємо в табличній формі (табл. 7.3) з урахуванням добових витрат будівельних матеріалів і виробів.

Бетон на будівництво постачається щодня, тому на початковій стадії будівництва нема необхідності у складі. Пізніше, у зв'язку з нестачею площі, в якості складу використовуватиметься вже збудовані площі перших поверхів.

7.5.3. Розрахунок і проектування мереж тимчасового водозабезпечення будівництва

Водопостачання будівництва призначене для задоволення потреб виробничих процесів, потреб машин та механізмів, санітарно-господарських потреб працівників та для пожежогасіння на випадок вияву джерел загорання [26]. Розрахунок тимчасового водозабезпечення виконуємо у табличній формі (табл. 7.4).

Таблиця 7.4.

Розрахунок тимчасового водозабезпечення

Назва споживача	Одиниця виміру	Кількість	Норми витрат за зміну, л	Коеф. нерівномірності водоспож.	Загальні потреби води, л
1	2	3	4	5	6
I. Виробничі потреби:					
Оштукатурення повер. стін	м ²	2398	8	1,1	21102,4
Фарбування водними розчинами.	м ²	1894,36	6	1,5	17049,24
Цегляна кладка з приготуванням розчину	1000шт.	145,05	160	1,6	37132,8
Влаштування бетонних підлог при готовій основі	м ²	347,28	25	1,6	13891,2
Зволоження ґрунта при ущільненні	м ³	89,6	150	1,6	21504
Всього по розділу I					110679,6
II. Господарсько – побутові потреби					
Санітарно – госп. потреби	чол.	18	15	3	810
Миття в душі	чол.	16	30	1	480

Всього по розділу II					1290
III. Потреби води на пожежогасіння					
Пожежогасіння приймаємо за площею буд. майданчика до 2 га	л/с				10

Виробничі витрати води

$$V_{\text{вир}} = \Sigma V_{\text{вир}} \cdot / (t \cdot 3600) = 110679,6 / (8 \cdot 3600) = 3,8 \text{ л/с.}$$

Витрати води на господарсько-побутові потреби

$$V_{\text{госп}} = \Sigma V_{\text{госп}} \cdot / (t \cdot 3600) = 1290 / (8 \cdot 3600) = 0,04 \text{ л/с.}$$

Для будівельного майданчика площею до 2 га витрати води на пожежогасіння дорівнюватимуть – $V_{\text{пож}} = 10 \text{ (л/с)}$.

Розрахункові сумарні секундні витрати води

$$q_p = V_{\text{вир}} + V_{\text{госп}} + V_{\text{пож}} = 3,8 + 0,04 + 10 = 13,84 \text{ л/с.}$$

Розрахунковий діаметр труб тимчасового водопроводу для водозабезпечення потреб будівництва

$$\alpha = \sqrt{\frac{4 \cdot q_p \cdot 1000}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13,84 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,3}} = 116 \text{ мм.}$$

Користуючись нормативною літературою проектуємо тимчасову мережу внутрішньо-майданчикowego водопроводу із сталених зварних труб діаметром 120 мм.

7.5.4. Розрахунок і проектування мереж тимчасового електропостачання будівельного майданчика

Проектування тимчасового електрозабезпечення передбачає розрахунок максимальної сумарної потужності споживання електричної енергії для потреб будівельного виконання з розрахунком і проектуванням трансформаторної підстанції. Розрахунок виконується на період максимального споживання електричної енергії під час будівництва [25, 47].

Для забезпечення енергією будівельного майданчика тимчасові електромережі підключають до існуючої трансформаторної підстанції або

використовують пересувні електростанції. На майданчику передбачається встановлення лічильника і пристрою, від якого прокладається електромережа: силова на 380В (для кранів, зварювальних апаратів, екскаваторів, штукатурних станцій, бетононасосів тощо) і освітлювальна на 220В (для освітлення доріг, площадок для складування, фронту робіт 2-ї зміни, проходів, проїздів і тимчасових будівель).

Складаємо перелік споживачів електроенергії і їхні характеристики у табличній формі (табл. 7.5) та розраховуємо максимальні сумарні витрати електроенергії для виконання будівельно-монтажних робіт по об'єкту. Сумарну розрахункову потужність електроспоживачів на будівельному майданчику визначаємо за формулою

$$P = \frac{1,1}{\cos \varphi} (\sum K_i P_i),$$

де: 1,1 – коефіцієнт, що враховує втрати потужності в мережі;

P_c – силова потужність машини, кВт;

P_i – відповідні потужності, що споживаються, кВт;

K_i – коефіцієнт попиту, що залежить від споживача;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності, що залежить від характеру кількості та завантаження споживачів енергії.

Таблиця 7.5.

Розрахунок електрозабезпечення будівельного майданчика

Споживачі	Одиниця виміру	Кількість	Встанов. потуж. одиниці, кВт	Коеф. попиту	Розрах. потужн, кВт
1	2	3	4	5	6

1. Силові споживачі:					
Розчинозмішувач СО-46А	шт.	2	7,5	0,6	9
Електрофарбопулт СО-61А	шт.	4	0,27	0,35	0,378
Малярна станція СО-115	шт.	1	34	0,5	17
Штукатурна станція СПШ-46	шт.	1	17,5	0,7	12,25
Зварювальний апарат ТЕД-500	шт.	2	32	0,7	44,8
Шліфувальна машина	шт.	4	0,6	0,25	0,6
Трамбовка ручна електрична ІЕ -4505А	шт.	1	0,6	0,15	0,09
Рубанок електричний ІЕ -5709	шт.	2	0,6	0,25	0,3
Машина для заглажування бетонних робіт, виробіток 60м ² /год. СО-170	шт.	1	1,1	0,25	0,275
Електродрелі ударні об/хв. 0-2800 ДУ-650ЭР	шт.	5	0,65	0,25	0,81
Електроперфоратори П-1100	шт.	5	1,05	0,25	1,3
Електролобзики	шт.	2	0,7	0,25	0,35
Всього по розділу 1:					87,15
2. Освітлення зовнішнє					
Охоронне освітлення	шт.	7	1,5	1,0	10,5
Тимчасові дороги та проїзди	км	0,032	2,5	1,0	0,08
Всього по розділу 2:					10,58
3. Освітлення внутрішнє					
Адміністративно-господарські приміщення	м ²	138	0,3	0,8	33,12
Всього по розділу 3:					33,12
ВСЬОГО					133,35

$$P = \frac{1,1}{0,75}(133,35) = 198 \text{ (кВт)}$$

За результатами виконаних розрахунків, приймаємо трансформаторну підстанцію зовнішнього розташування БКТП – 200 потужністю 200 кВт з трансформатором ТНЗ – 200/10.

8. ОХОРОНА ПРАЦІ

8.1. Безпека технологічного обладнання та процесу

Основні вказівки з техніки безпеки при проведенні монтажних робіт, наведені у [25, 26, 47].

Відповідно до інструкції з експлуатації крана [47], управляти його механізмами потрібно плавно, без ривків і розгойдування вантажу. Забороняється різко опускати вантаж на землю. При переміщенні вантажу в горизонтальному напрямку його піднімають краном на висоту не менш 0,5 м над найвищим предметом, що зустрічається в дорозі.

За сигналом «Стоп» машиніст зобов'язаний негайно припинити роботу крана. При пересуванні крана машиніст плавно переводить рукоятки і важелі контролерів і командоконтролерів, встановлених у робочій кабіні, з однієї позиції на іншу [47].

Напрямок їх руху відповідає напрямку, викликаних ними, рухів баштового крана. Переключення будь-якого механізму баштового крана з прямого ходу на зворотний проводять тільки після повної зупинки механізму, що дозволяє уникнути небезпечних динамічних навантажень на кран. При роботі баштового крана допускається поєднувати не більше двох операцій, наприклад одночасний підйом вантажу і пересування крана або пересування крана і вантажного візка балочної стріли. Машиніст повинен стежити за тим, щоб крюкова підвіска не піднімалася до крайньої межі і не спрацьовував кінцевий вимикач підйому вантажу. Використовувати кінцеві вимикачі для зупинки механізмів дозволяється тільки в самих крайніх випадках. При визначенні часу вимкнення механізму машиніст враховує і час, що витрачається механізмом на подолання інерції руху. Розмотувати робочі канати на барабанах лебідок слід так, щоб у самому крайньому положенні на барабані залишалось не менше півтора витків каната. Після закінчення зміни машиніст ставить кран на місце, піднімає підвіски крюка у верхнє положення, перевіряючи включення аварійного та захисного

рубильника, при цьому всі рукоятки контролерів повинні знаходитися в нульовому положенні. Для забезпечення надійності при експлуатації механізмів, устаткування, конструкцій баштового крана, проводять регулярне технічне обслуговування та ремонти відповідно до системи планово-попереджувальних ремонтів, дотримання якої гарантує довговічну безаварійну експлуатацію крана.

8.2. Заходи забезпечення електробезпеки на будівельному майданчику

Роботи на об'єкті відносяться до особливо небезпечних робіт, що зумовлено роботою людей на відкритому повітрі, підвищеною вологістю, можливістю дотикання струмопровідних частин, наявність струмопровідних підлог земляних, залізобетонних, цегляних і ін. [26].

На об'єкті також використовуються ручні електричні машини I класу з номінальною напругою вище 42 В з робочою ізоляцією всіх деталей що знаходяться під напругою.

Такі машини обладнані кабелем з заземлюючою жилою і штепсельною розеткою з заземлюючим контактом, забезпечуючим випереджаюче замкнення заземлюючого контакту при включенні і більш пізніше розімкнення його при виключенні.

З метою забезпечення безпеки людей при порушенні ізоляції струмоведучих частин електроустановок одним з головних захисних заходів є захисне заземлення і занулення. В електроустановках з ізольованою нейтраллю джерела живлення, виконано занулення. Використання в установках з глухо заземленою нейтраллю заземлення корпусів електроприймачів без їх занулення забороняється.

Для захисту металевих конструкцій будівлі від короткого замикання застосовують повторний контур заземлення.

Забезпечення електробезпеки також досягається за рахунок обмеження часу впливу небезпечного струму на людину. Захист здійснюється спеціальним

Тоді

$$\rho_p = 100 \cdot 1,7 = 170 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$R_B = \frac{170}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \left(\ln\left(2 \cdot \frac{2,5}{0,07}\right) + \frac{2,5}{0,07} \cdot \ln\left(4 \cdot 1,4 + \frac{2,5}{4 \cdot 1,4} - 2,5\right) \right) = 52,8 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір сталеві пластинки, яка з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_n = \frac{\rho_\delta}{2\pi \cdot l} \ln\left(\frac{l^2}{dt}\right) \quad (8.3)$$

де l - довжина полоси, t - відстань від полоси до поверхні землі $d=0,5b$, b - ширина полоси.

Розрахунковий питомий опір ґрунту

$$\rho_p = \rho \cdot \phi^* = 100 \cdot 5,9 = 590 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$R_n = \frac{590}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} \ln\left(\frac{50^2}{25 \cdot 1}\right) = 8,66 \text{ Ом}$$

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів. По таблицях знаходимо $\eta_a = 0,66$, $\eta_b = 0,39$

Тоді

$$n = \frac{R}{[r_3 \cdot \eta_e]} = \frac{52,8}{6 \cdot 0,66} = 14 \text{ шт} \quad (8.4)$$

Визначаємо загальний розрахунковий опір заземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної полоси:

$$R = R_e \cdot \frac{R_r}{R_e} \eta_e + R_r \cdot \eta_e \cdot \eta = 2,77 \cdot \frac{8,66}{52,8} \cdot 0,39 + 8,66 \cdot 0,66 \cdot 0,39 = 2,41 \text{ Ом}$$

Для вірно розрахованого пристрою для заземлення повинна виконуватися умова $R \leq r_3$.

Оскільки розрахунковий опір заземлюючого пристрою менший за нормоване значення електричного опору, то такий заземлювач можна використовувати для заземлення обладнання, яке буде використовуватись.

8.4. Вимоги дотримання охорони праці по виконанню будівельно-монтажних робіт

Перед початком виконання робіт на об'єкті необхідно призначити особу, відповідальну за безпечне проведення робіт з переміщення вантажів монтажними кранами (в подальшому – відповідальна особа).

На відповідальну особу додатково окрім основних обов'язків передбачених Правилами, покладається дотримання на будівництві усіх передбачених розробленим ПВР організаційно-технологічних заходів і умов по роботі монтажних кранів (навантажувально-розвантажувальні роботи, дотримання правил складування, подача матеріалів і конструкцій в робочі зони, виконання окремих робочих операцій монтажного крану на зовнішньому від стояння крану периметрі тощо). Для безпечного виконання робіт з використанням монтажного крану призначити старшого стропальника 1 і старшого стропальника 2.

Під час залучення до виконання робіт працівників інших будівельних організацій необхідно передбачити заходи з техніки безпеки згідно вимог «Положення про взаємовідносини організацій генерального підрядника з субпідрядними організаціями».

Будь-які працівники, що вперше прибули на будівельний майданчик допускаються до виконання виробничих завдань лише після проведення з ними вхідного інструктажу з охорони праці і техніки безпеки. Усі типи інструктажів необхідно проводити відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення [26].

Робітники, спеціалісти, службовці і інженерно-технічні працівники повинні бути забезпечені спецодягом і спецвзуттям, а також необхідними засобами індивідуального захисту працюючих на будівництві.

У випадку виявлення порушень норм і правил охорони праці і техніки безпеки на будівництві працівники повинні терміново вжити заходів по їх відстороненню або терміново перервати виробничо-будівельні процеси до термінів видалення шкідливих чинників і видалення їх з об'єкту.

Номінальні значення напруги електромеханізмів 1 класу не повинні перевищувати напруги 220 В – для механізмів постійного струму і не перевищувати 380 В – для механізмів з перемінним струмом.

Дозволяється використання будівельних машин і механізмів на будівельному майданчику у режимах згідно технічних параметрів зазначених у технічному паспорті.

Під час роботи з електромеханізмами необхідно [26]:

- слідкувати за станом ізоляції електрокабелів, не допускати раптових перегинів проводу і утворення петель, запобігати потраплянню кабелів під колеса транспортних засобів;

- під'єднання споживачів електроенергії, допоміжного обладнання, перетворювачів напруги і захисних від'єднуючих пристроїв повинні здійснювати лише чергові електромонтери.

Робітники повинні пройти відповідну підготовку і інструктажі по виконанню робіт. Атестація робітників по оволодінню навиків безпечної роботи з обладнанням і пристосуваннями на робочому місці є допуском до виконання робіт. Для захисту працюючих від механічного пошкодження робітники повинні використовувати надані наколінники брезентові, рукавиці комбіновані, штани бавовняно-паперові.

Під час виконання робіт з використанням баштового крану по розвантажуванню складування та подачі матеріалів і конструкцій в межах зони будівлі команди кранівнику і вказівки робітникам подає старший стропальник 1. Під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт і подачі матеріалів і конструкцій поза межами небезпечних зон і за межами будівельного майданчика – роботи виконуються під безпосереднім керівництвом Виконроба.

Після занесення вантажу в зону фронту робіт кранівник повинен виконувати команду старшого стропальника 2.

Обов'язки кранівника баштового крану [25, 47]:

- дотримання вимог по стоянці крана під час розвантажувально-навантажувальних робіт, складування будівельних конструкцій і матеріалів, вимог внесенні вантажів в межі споруджуваного об'єкту;

- дотримання вимог розміщення вантажів в межах ПВР крану на ділянках підймання (подача вантажів) під час заведення (подачі) їх в зону виконання робіт на споруджуваній будівлі;

- дотримання вимог умов розміщення вантажів в межах передбаченої ділянки опускання під час подачі до ділянок складування;

- розміщення вантажів при їх подачі (опускання, підймання) в межах передбаченого вильоту вантажного візка;

- дотримання вимог команд старшого стропальника 1 щодо висоти підймання вантажів в межах ділянок їх можливого переміщення;

- дотримання ліній обмежень ділянок підймання вантажів відносно кранових стоянок;

- дотримання вимог розміщення вантажу на висоті до 0.5м від раніше споруджених конструкцій, або місця їх складування в межах споруджуваного поверху;

- дотримання вимог команд старшого стропальника 2 стосовно у мов призупинення переміщення вантажів при їх наближенні на передбачувану від зовнішніх стін відстань і подальше переміщення на малій швидкості;

- обов'язкове виконання команд старшого стропальника 1 і 2 кранівником баштового крану.

Вхід працівників до споруджуваної будівлі здійснюється лише через спеціально обладнані захисними козирками входи і попередньо розроблені схеми переміщення працівників. Захисні козирки повинні бути шириною не менше 2.0м [26].

Під час виконання робіт на висоті усі робітники повинні бути забезпечені страхувальниками поясами. Карабіни страхувальних поясів закріплювати за монтажні петлі панелей перекриття, а також за страху вальні канати натягнуті під монтажними петлями. Під час виконання цегляної кладки 2-го і вище ярусів карабіни страхувальних поясів повинні кріпитись за петлі риштувань або до натягнутих до них канатів. Місця кріплення карабінів страхувальних поясів під час інструктажів повинен визначити старший виконавець робіт.

Під час виконання робіт з монтажу будівельних конструкцій в межах одного поверху необхідно забезпечити відсутність будь-яких людей окрім монтажників конструкцій.

Під час подачі піддонів з цеглою використовувати захисне огороженні від падіння матеріалів. У випадку відсутності захисного огороження перенесення піддонів дозволяється лише при відсутності в зоні переміщення вантажів будь-яких людей.

На сходових клітинах по мірі їх спорудження повинні влаштовуватися захисні огороження. По мірі зведення стін ліфтових шахт необхідно перекривати дверні прорізи, які ведуть всередину до них. По мірі виконання монтажу балконних плит і плит лоджій влаштовувати тимчасові огороження їх або перекривати огороженнями виходи на них з приміщень. Знімання тимчасових огорожень балконних плит і лоджій здійснювати лише в процесі влаштування огорожень передбачених робочим проектом.

Робочі настили інвентарних риштувань і риштувань, виготовлених самостійно повинні мати огороження.

Всі отвори в перекриттях повинні бути перекриті тимчасовими настилами або повинні бути огороженими.

Перед початком виконання робіт на будівництві кранівник, старші стропальники, стропальники і робітники повинні пройти відповідний інструктаж під розпис для додержання на робочому місці усіх передбачених в ПОБ умов.

Відповідальність за стан безпеки, знання і додержання інженерно-технічними працівниками, робітниками і службовцями правил та інструкцій з техніки безпеки згідно з виконуваною ними роботою несуть керівники підприємства (підрядник) [26].

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено проєкт реконструкції спортивного комплексу із улаштуванням заходів термомодернізації у м. Красилів Хмельницької області.

В аналітичному огляді роботи наведені загальні відомості та вимоги, які застосовуються до визначення енергоефективності будівель. Описані детально критерії економії енергії та енергоефективності, які нормовані діючими нормативними документами України.

У науково-дослідній роботі здобувачем розроблені заходи щодо проведення енергоаудиту. Систематизовані та надані рекомендації щодо підвищення енергоефективності будівлі спортивного комплексу задля ефективної подальшої експлуатації.

В архітектурній частині проєкту наведена загальна характеристика будівлі спортивного комплексу із особливостями її розміщення на генеральному плані місцевості. Визначені основні архітектурно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення. Виконаний теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій із урахуванням зовнішнього та внутрішнього оздоблення.

У розрахунково-конструктивному розділі визначені нові типи навантажень, виконане конструювання монолітної залізобетонної плити перекриття у програмному комплексі «Ліра-САПР» із аналітичною перевіркою за двома групами граничних станів.

Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика та збір навантажень на фундамент, дозволив запроєктувати конструкції фундаментів мілкового закладання, розрахунок яких показаний у ПЗ до МКР.

Технологія будівельного виробництва включає: вибір методів і технологій виробництва робіт, машин, механізмів, вказівки до контролю якості робіт та вказівки з техніки безпеки; розрахунок ТЕП проєкту, календарного графіку і графіку руху робочих кадрів; матеріально-технічні ресурси.

Під час розробки організації будівельного виробництва виконаний розрахунок ТЕП календарного графіка та графіку руху робітників, наведені техніко-економічні показники. Виконаний розрахунок і проектування

календарного графіка виконання робіт по об'єкту, розрахунок монтажних параметрів і вибір вантажо-під'ємних машин, – що дозволило запроектувати будівельний генеральний план.

Представлені здобувачем заходи із охорони праці дозволяють визначити основні заходи, направлені на забезпечення безпечної роботи технологічного обладнання та процесу, виконаний розрахунок заземлення та наведені вимоги до дотримання охорони праці по виконанню будівельно-монтажних робіт.

Під час написання магістерської кваліфікаційної роботи використані 48 джерел, які включають актуальні станом на 01.10.2025 року ДБН та ДСТУ, у тому числі **три** наукові статті у наукометричній базі Scopus, сучасну навчально-методичну літературу.

Список використаних джерел

1. Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди : ДБН В.2.2-13-2003. – [Чинний з 2003-11-10]. – К. : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2004. – 102 с. – (Державні будівельні норми).
2. Мартинов В., Чирва, Т., Мартинюк О. Визначення раціонального опору теплопередачі непрозорих конструкцій енергоефективних будівель. *Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності*. 2023. №XII. С. 149–151. <https://doi.org/10.20535/ngikg2023.XII>
3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145. Режим доступу: <http://search.ligazakon.ua>.
4. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р. Дата оновлення: 18.08.2017.
5. Потенціал енергоефективності України: перспективи співпраці з ЄС» для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 101 «Екологія», 192 «Будівництво та цивільна інженерія» другого рівня вищої освіти. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка», 2021. – 109 с.
6. Енергозбереження та енергоефективність : ДБН В.1.2-11:2021. – [Чинний з 2022–09–01]. – К. : Мінрегіонбуд, 2017. - 47 с. – (Державні будівельні норми України).
7. ДСТУ EN ISO 52000-1:20XX (EN ISO 52000-1:2017, IDT; ISO 52000-1:2017, IDT) Енергоефективність будівель – Комплексна оцінка енергоефективності будівель (EPB) Частина 1. Загальна структура та методики
8. ДСТУ EN 15232-1:20XX (EN 15232-1:2017, IDT) 1) Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив функцій автоматизації контролю та управління будівлею. Модулі M10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

9. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 та №2 : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні від 2020-06-01]. – К. : Мінбуд України, 2020. – 68 с. – (Державні будівельні норми).

10. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. - [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).

11. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.

12. Martynov V., Ploskyi V., Sergeychuk O., Virchenko G., Usenko V. & Tereschuk M. (2022). Improving efficiency energy systems-photovoltaic modules and solar collectors in construction. 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 1-4.
<https://doi.org/10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916463>

13. Sergeychuk, O.V., Martynov, V.L., Andropova, O.V., Koval, L.M. (2023). Determination of conditional atmosphere temperature for energy certification of buildings. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering*, 2023, Vol. 15(2), pp. 134–140.

14. Sergeychuk O.V., Kozak Yu.V., Martynov V.L., Kozak N.F. (2025). Geometric Aspects of Heat Income Energy to Facades of Buildings. *Journal for Geometry and Graphics* 29 (2025), No. 1, 089-099,
<https://www.scopus.com/pages/publications/105017332323>

15. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

16. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

17. Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд : ДСТУ Б В.2.6-207:2015. – [Чинний з 2016-04-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2016. – 258 с. – (Національний стандарт України).

18. Сталеві конструкції. Норми проектування: ДБН В.2.6-198:2014. Зі зміною №1. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 220 с.

19. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : УкрНДІпроектстальконструкція, 2018. – 60 с. – (Державні будівельні норми України)

20. Інженерні вишукування для будівництва : ДБН А.2.1–1–2014. – [Введені в дію з 2014–03–24]. – К. : Держбуд України, 2014. – 126 с. – (Державні будівельні норми України).

21. Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.1.1-46:2017. – [Чинний з 2017–09–01]. – К. : Мінрегіонбуд, 2017. – 47 с. – (Державні будівельні норми України).

22. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість : ДСТУ 9273:2024. – [Чинний з 2024-01-09]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2024. – (Національний стандарт України).

23. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018 : – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

24. Основні вимоги до будівель та споруд. Захист від шуму : ДБН В.1.2-10–2008. – [Введені в дію з 2008-10-01]. – К. : Держбуд України, 2008. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

25. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1–5:2016. – [Введені в дію з 2017–01–01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

26. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – [Введені в дію з 2012–04–01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 112 с. – (Державні будівельні норми України).

27. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016. – [Чинний з 2017–01–06]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).

28. Природне і штучне освітлення. Зміна №2 : ДБН В.2.5-28-2006. – [Введені в дію з 2012-09-01]. – К. : Держбуд України, 2012. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).

29. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд : ДСТУ Б В.3.1-2:2016. – [Чинний з 2017-04-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – (Національний стандарт України).

30. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25–56:2014. . – [Введені в дію з 2015–07–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).

31. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) : ДБН А.2.2-1:2021. – [Введені у дію з 2022–09–01]. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 26 с.

32. Бакулін Є.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Н. О. Костира. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с.
<https://dglip.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>

33. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.

34. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.

35. Яковенко І. А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів : мет. реком. до виконання РГР для студентів спец. 6.06010101 / І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін. – К.: НАУ, 2013. – 50 с.

36. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // 36. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

37. Бабич Є.М. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд : підручник / Є.М. Бабич, В.В. Караван, В.Є.Бабич. – Рівне : «Волинські береги», 2018. – 176 с.

38. Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну. К.: Толока, 2017. 627 с.

39. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд : навч. посібник / З.Я. Бліхарський. – Львів : вид-во «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.

40. Валовий О.І. Ефективні методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд : навч. посібник / О.І. Валовий. – Кривий Ріг : «Мінерал», 2003. – 270 с.

41. Дудар, І. Н. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проєктування) : навчальний посібник / І.Н. Дудар, О.М. Лівінський, Т.В. Прилипко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.

42. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд : навчальний посібник. – К., 2004. – 304 с.

43. Ковальчук Я.О. Технологія та організація будівництва : навчальний посібник / Я.О. Ковальчук. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. – 191 с.

44. Реконструкція промислових та цивільних будівель : навч. посібник для студ. ВНЗ буд. спец. / А. М. Березюк, В. Т. Шалений, К. Б. Дікарев, О. О. Кириченко ; за ред. А. М. Березюка. – Дніпропетровськ : ЕНЕМ, 2010. – 183 с.

45. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // Theoretical and scientific foundations of engineering : collective monograph / Apostolova R., Shembel E., Aurbach D., Markovsky B., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96. Available at : DOI : 10.46299/isg.2020.MONO.TECH.II

46. Савйовський В.В. Реконструкція будівель та споруд : навчальний посібник / В.В. Савйовський. – К. : Ліра-К, 2020. – 320 с.

47. Шаповал С. В. Будівельна техніка та виробнича база будівництва: конспект лекцій для студ. усіх форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спец. 192 – Будівництво та цивільна інженерія / С. В. Шаповал, О. М. Болотських. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 140 с.

48. Угненко Є.Б. Основи організації будівництва та будівельного виробництва : конспект лекцій / Є.Б. Угненко, О.М. Тимченко, Н.В. Белікова . – Харків : УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 81 с.

49. Мартинов В.Л., Кривенко О.В., Заприводе В.І. Оптимізація форми та товщини утеплювача прибудованої енергоефективної будівлі із заданою кількістю граней / Modern trends in science and practice. Volume II : колективна монографія. – Los Angeles (USA) : GS publishing service Sherman Oaks, 2022, pp. 16–20. <https://doi.org/10.51587/9781-7364-13364-2022-006>

50. Терещук М.О., Мартинов В.Л. Полігональний спосіб територіальної кластеризації в плануванні / Current aspect of the development of science and technology : колективна монографія. – Los Angeles (USA) : GS publishing service Sherman Oaks, 2022, pp. 5–11.

51. Мартинов В.Л., Поляк Ю.Ю., Хлюпін О.А. Оптимізація орієнтації енергоефективних будівель, що обертаються / Socio-humanitarian and technical technological explorations of modern science technology : колективна монографія. – Los Angeles (USA) : GS publishing service Sherman Oaks, 2023, pp. 41–45.

ДОДАТКИ