

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра промислового, цивільного і міського будівництва

## МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

«ПРОЕКТУВАННЯ АДМІНІСТРАТИВНО-  
ОФІСНОЇ БУДІВЛІ З ОБГРУНТУВАННЯМ  
ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
СТІНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ»

**Магістрант:** гр. ПЦБ-23-1м, Качаненко Є.К.

**Керівник:** проф., д.т.н. Тімченко Р.О.

**Рецензент:** доцент, к.т.н. Крішко Д.А.

Кривий Ріг – 2024 р.

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота представлена у вигляді графічної частини та пояснювальної записки:

- \_\_\_\_\_ аркушів креслення
- \_\_\_\_\_ сторінок текстового документу.

Тема наукового дослідження „Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій”.

Об'єкт дослідження – конструктивне рішення стінового огороження у складі об'єкта житлового будівництва, що передбачає підвищення енергетичної ефективності конструкцій за допомогою застосування теплоізоляційного матеріалу.

Предмет дослідження – технічні характеристики вищевказаного конструктивного рішення.

Мета дослідження – розробка методики обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій будівель з використанням засобів оптимізаційного моделювання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Виконати огляд і порівняльний аналіз наукових праць з досліджуваної тематики.
2. Виконати обчислювальні задачі з метою аналізу залежності теплотехнічних характеристик конструкції від її виконання. Виявити резерви щодо підвищення енергетичної ефективності стінової конструкції.
3. Запропонувати методику обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій громадських будівель.

У результаті досліджень було:

1. Сформовано математичний опис стінової конструкції, відмітною особливістю якого є можливість врахування характеристик шарів стінової конструкції в частині взаємного розташування та технічних характеристик матеріалу в якості варійованих параметрів, а середньозваженої (за товщиною шарів) температури та термічного опору стінової конструкції - в якості розрахункових характеристик при проведенні обчислювальних задач.

2. Запропоновано аналітичні моделі залежності вартості теплоізоляційного матеріалу в елементарному об'ємі від технічних характеристик матеріалу, відмінною особливістю яких є лінійний характер зазначеної залежності при розгляді технічних характеристик матеріалу в розрізі двох категорій: основних (товщина і коефіцієнт теплопровідності - для базової моделі; зміна коефіцієнта теплопередачі - для модифікованої) та додаткових (склад характеристик попередньо формується особою, що розв'язує задачу, та є єдиною варіюється параметрами при проведенні розрахункової задачі).

3. Розроблено оптимізаційну модель обґрунтування характеристик теплоізоляційного матеріалу у складі стінової конструкції, що відрізняється дрібно-лінійною структурою відносно вихідних невідомих змінних - технічних характеристик матеріалу, а також використанням як цільової функції комплексного критерію, який формують на основі нормованих критеріїв зміни коефіцієнта теплопередачі стінової конструкції та терміну окупності відповідного конструктивного рішення.

4. Розроблено методику обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій, відмінною особливістю якої є використання елементів попередньо сформованих аналітичних моделей залежності вартості теплоізоляційного матеріалу у складі конструкції від його технічних характеристик як вихідні дані для побудови та реалізації оптимізаційної моделі обґрунтування характеристик матеріалу, а також для подальшого розрахунку основних технічних характеристик теплоізоляційного матеріалу на основі умови еквівалентності результатів реалізації цих аналітичних моделей.

Магістерська робота відноситься до галузі будівництва і призначена для використання при застосуванні енергоефективних технологій у сучасному будівництві.

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	
<b>Розділ 1. Архітектурно-будівельний</b> .....	
1.1 Генеральний план .....	
1.2 Конструктивні рішення .....	
1.3 Об'ємно-планувальні рішення .....	
1.4 Інженерні мережі .....	
1.4.1 Каналізація .....	
1.4.2 Опалення .....	
1.4.3 Вентиляція .....	
1.4.4 Електропостачання .....	
1.5 Теплотехнічний розрахунок утеплювача зовнішньої стіни .....	
<b>Розділ 2. Конструктивно-розрахунковий</b> .....	
2.1 Розрахунок суцільного покриття .....	
2.1.1 Вихідні дані для проектування.....	
2.1.2 Збір навантажень .....	
2.1.2.1 Розрахунок на поєднання навантажень №1 .....	
2.1.2.2 Розрахунок на поєднання навантажень №2 .....	
2.1.2.3 Розрахунок перерізу решетування.....	
2.1.2.4 Розрахунок на поєднання навантажень №1 .....	
2.1.2.5 Розрахунок обрешетин .....	
2.1.2.6 Розрахунок на поєднання навантажень №2 .....	
2.2 Розрахунок наслонних крокв .....	
2.2.1 Збирання навантажень на 1 п.м. крокв .....	
2.2.2 Розрахунок кроквяної ноги.....	
2.2.3 Розрахунок ферми.....	

2.3 Розрахунок підкроквяної конструкції.....	
2.3.1 Розрахунок опорної рами.....	
2.3.2 Розрахунок конькового вузла.....	

**Розділ 3. Основи та фундаменти.....**

3.1 Коротка характеристика об'єкта будівництва .....	
3.2 Дані інженерно-геологічних вишукувань .....	
3.3 Визначення глибини закладення фундаменту .....	
3.4 Збір навантажень на фундамент .....	
3.5 Визначення габаритів фундаментів .....	
3.6 Підбір класу бетону та арматури .....	
3.7 Розрахунок осідання фундаменту в осях 1,4,5,9/А-Г.....	
3.8 Проектування фундаменту під колони в осях 2,3,6,7/А-Г .....	
3.9 Розрахунок осідання фундаменту в осях 2,3,6,7/А-Г .....	
3.10 Проектування пальового фундаменту в осях 1,4,5,9/А-Г .....	
3.11 Розрахунок осідання пальового фундаменту .....	
3.12 Вказівки щодо гідроізоляції фундаментів і технології виконання робіт із влаштування фундаментів .....	

**Розділ 4. Технологія та організація будівництва.....**

4.1 Технологічна карта на влаштування монолітного перекриття..	
4.1.1 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати .....	
4.1.2 Визначення потреби в матеріалах, напівфабрикатах та виробах.....	
4.1.3 Технологія виробництва робіт .....	
4.1.4 Техніка безпеки при виробництві бетонних і залізобетонних робіт .....	
4.2 Сітковий графік будівництва .....	

4.3	Проектування будгенплану об'єкта .....	
4.3.1	Визначення потреби в інвентарних будівлях .....	
4.3.2	Розрахунок площі складських приміщень .....	
4.3.3	Розрахунок водопостачання будівельного майданчику...	
4.3.4	Розрахунок електропостачання будівельного майданчика .....	
4.3.5	Опис буд генплану .....	
4.3.6	Техніко-економічні показники будгенплану .....	
4.3.7	Заходи з охорони праці та пожежної безпеки .....	

## **Розділ 5. Безпека життєдіяльності та охорона праці.....**

5.1	Загальні відомості про об'єкт проектування .....	
5.2	Генплан і буд генплан .....	
5.2.1	Небезпечні зони на будівельному майданчику .....	
5.2.2	Транспортні шляхи .....	
5.2.3	Огородження будівельного майданчика .....	
5.2.4	Електропостачання, водопостачання та освітлення .....	
5.2.5	Безпека при розробці котлованів і траншей .....	
5.2.6	Складування матеріалів і конструкцій .....	
5.3	Розрахунок такелажного оснащення при транспортуванні бетону .....	
5.3.1	Висновок .....	
5.4	Протипожежні заходи .....	
5.5	Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт.....	

## **Розділ 6. Екологія.....**

6.1	Опис місця провадження планованої діяльності .....	
6.2	Оцінка впливу на довкілля .....	

6.2.1	Вплив на атмосферне повітря .....
6.2.2	Вплив на водне середовище .....
6.2.3	Вплив на ґрунти та надра.....
6.2.4	Світлове, теплове та радіаційне забруднення, вплив на клімат та мікроклімат.....
6.2.5	Вплив шуму та вібрацій.....
6.2.6	Поводження з відходами.....
6.2.7	Вплив на соціальне середовище.....
6.2.8	Вплив на навколишнє техногенне середовище.....
6.3	Екологічні умови провадження планованої діяльності.....

## **Розділ 7. Економіка .....**

7.1	Економічні розрахунки конструктивних рішень.....
7.1.1	Економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень .....
7.1.2	Локальний кошторис на будівельні роботи № 1 – порівняння варіанту №1.....
7.1.3	Договірна ціна № 1 порівняння варіанту №1.....
7.1.4	Локальний кошторис на будівельні роботи № 2 – порівняння варіанту №2.....
7.1.5	Договірна ціна № 2 порівняння варіанту №2.....
7.2	Розрахунок варіантів конструктивного рішення за приведеними витратами.....
7.3	Визначення економічного ефекту від впровадження раціональної конструкції.....

## **Розділ 8. Науково-дослідний .....**

8.1	Проблема наукового дослідження .....
8.2	Об'єкт та предмет наукового дослідження.....

8.3 Мета та задачі наукового дослідження.....	
8.4 Методи досліджень.....	
8.5 Наукова новизна одержаних результатів.....	
8.6 Апробація результатів дослідження.....	
8.7 Стан питання .....	
8.7.1 Обґрунтування характеристик енергоефективного конструктивного рішення .....	
8.8 Загальні висновки .....	
Список використаних джерел.....	
<b>Додатки</b> .....	
Додаток 1.....	
Додаток 2.....	



## Вступ

Сучасні умови розвитку будівельної галузі характеризуються збільшенням частки об'єктів будівництва (як на етапі зведення, так і на етапі реновації), по відношенню до яких реалізуються різноманітні конструктивні рішення у сфері підвищення енергетичної ефективності об'єктів з метою зменшення експлуатаційних витрат. Оскільки одним із найпоширеніших способів підвищення енергетичної ефективності конструктивних елементів будівель є утеплення стінових (огорожувальних) конструкцій із використанням теплоізоляційних матеріалів, особливої важливості набувають питання обґрунтування характеристик відповідних конструктивних рішень. Проте наявні методичні розробки та інструментальні засоби, що застосовуються для розв'язання вищеписаних проблем, не забезпечують повноцінного і спільного врахування показників енергетичної та економічної доцільності конструктивних рішень.

Тому важливість проблеми обґрунтування характеристик конструктивних рішень у сфері підвищення енергетичної ефективності стінових (огорожувальних) конструкцій для будівельної галузі та недостатній ступінь наукової розробленості зазначеної проблеми дають підстави для висновку про актуальність обраної теми дослідження.

У архітектурно-будівельному розділі 1 запропоновано планувальне рішення адміністративно-офісної будівлі, що представляє собою будівлю прямокутної форми.

Будівля двоповерхова, зі скатним дахом. Розмір у плані становить  $50,4 \times 15$  м. Приміщення розроблено з урахуванням сучасних вимог, що відбилося в плануванні та габаритах приміщень. Конструктивна схема будівлі – монолітний залізобетонний каркас із несучими колонами на зовнішньому і внутрішньому боках будівлі та ненесучі внутрішні гіпсобетонні перегородки. Жорсткість забезпечується за рахунок замкнених монолітних стінок сходових клітин і торцевих стін на бічних фасадах. Відмітка верху коника +11.340 м. Облицювання фасаду – вітражі з трьох шарів тонованого скла. По стінах виконано вентильований фасад із керамограніту з утеплювачем 100 мм базальтової вати.

У конструктивно-розрахунковому розділі 2 проведено розрахунок дерев'яних наслонних крокв, а також трикутної безрешітчастої ферми.

У розділі 3 «Основи та фундаменти» представлено інженерно-геологічний переріз ґрунтів, фізико-механічні характеристики ґрунту, виконано розрахунок основ по деформаціям та зроблено розрахунок стрічкового фундаменту.

Наступним розділом роботи є розділ 4 «Технологія та організація будівництва», який включає розробку технологічної карти на влаштування монолітного перекриття та сітковий графік виконання всіх видів, проектування будівельного генерального плану на період зведення будівлі.

У розділі 5 «Безпека життєдіяльності та охорона праці» зроблено розрахунок такелажного оснащення при транспортуванні бетону та висвітлено перелік питань безпечної експлуатації будівель. Було висвітлено перелік питань охорони праці при будівництві.

У розділі 6 «Екологія» розглянуто заходи щодо зниження негативного впливу будівництва на навколишнє середовище.

У розділі 7 «Економіка» виконано економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень зовнішньої стіни та розрахунок економічного ефекту.

У науково-дослідному розділі 8 проведено дослідження теплотехнічних характеристик стінових конструкцій.

Окрім пояснювальної записки, у магістерській роботі також представлено креслення формату А-І, загальним обсягом 12 аркушів.

# РОЗДІЛ 1

## АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

					<i>КНУ.МР.192.24.258с.05 АР</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Тімченко</i>				<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>		<i>Крішко</i>				<i>ПЦБ-23-1М</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Качаненко</i>						
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

## **1.1. Генеральний план**

Проектом передбачається організувати головний вхід до офісу з боку вул. Мусоргського у м. Кривий Ріг, у Покровському районі. Із західного боку будівлі передбачається запасний вихід.

Проектом передбачається майданчик із покриттям із тротуарної плитки (бруківка). План організації рельєфу ділянки виконано з урахуванням природного рельєфу, відведення поверхневих вод і допустимих ухилів для руху транспорту і пішоходів. Територія упорядкована. Наразі вирішено питання скидання зливових вод у зливову каналізацію вул. Мусоргського, є зовнішнє освітлення.

Основні показники за генпланом:

площа території – 4260 м<sup>2</sup>

площа забудови – 809 м<sup>2</sup>

площа автодоріг і тротуарів – 2030 м<sup>2</sup>

площа використаної території – 870 м<sup>2</sup>

площа озеленення – 1350 м<sup>2</sup>

коефіцієнт забудови – 0,19

коефіцієнт використання території – 0,59

коефіцієнт озеленення – 0,32

На прилеглий території запроектовано автостоянку для співробітників адміністрації, асфальтові доріжки по периметру будівлі і невелику зону відпочинку перед головним входом. Будівля обгороджена металевою кованою решіткою по всьому периметру.

## **1.2 Конструктивні рішення**

Будівля двоповерхова, зі скатним дахом. Розмір у плані становить 50,4 × 15 м. Приміщення розроблено з урахуванням сучасних вимог, що відбилося в плануванні та габаритах приміщень.

Конструктивна схема будівлі – монолітний залізобетонний каркас із несучими колонами на зовнішньому і внутрішньому боках будівлі та ненесучі

внутрішні гіпсобетонні перегородки. Жорсткість забезпечується за рахунок замкнутих монолітних стінок сходових клітин і торцевих стін на бічних фасадах. Відмітка верху коника +11.340 м.

Облицювання фасаду – вітражі з трьох шарів тонованого скла. По стінах виконано вентиляований фасад із керамограніту з утеплювачем 100 мм базальтової вати.

Фундамент будівлі виконано з монолітного залізобетону, в основі фундаменту цементно-піщана підготовка з гідроізоляційним килимом по ній. Навантаження несучих стін сприймають і передають на ґрунт фундаментні подушки.

Міжповерхові перекриття виконані монолітними залізобетонними товщиною 100 мм. У туалетах необхідно забезпечити гідроізоляцію перекриттів, завдавши кілька шарів гідроклоізолу по мастиці.

Перегородки між приміщеннями виконуються з гіпсобетонних блоків (400 х 400 х 100; 400 х 400 х 120). На першому поверсі між коридором і торговельними залами перегородка і двері виконані зі склопакетів. Склопакети також застосовані також для вітражів і вхідних дверей першого поверху.

Сходи із залізобетонних маршів, майданчики сходинок зі збірних залізобетонних плит заводського виготовлення, зовнішні сходи сталеві з оздобленням кам'яними плитами.

Дах запроектований двосхилий. Як матеріал покрівлі використана м'яка черепиця. Дерев'яні крокви з прогонами розташовані так, щоб на горищі можна було переміщатися людям.

### **1.3 Об'ємно-планувальні рішення**

Приміщення будівлі можна розділити на робочі, обслуговуючі та допоміжні.

До робочих належать офісні кабінети.

До обслуговуючих належать приміщення вестибюлів, туалетів.

До допоміжних належать технічні приміщення підвалу, тамбури, коридори, приміщення, призначені для розміщення інженерного обладнання будівлі,

складські приміщення.

У підвалі розташовуються складські приміщення для зберігання товарів. Вхід у складські приміщення здійснюється із західного фасаду. Вхід до коридору можливий з основних сходів, а також з вуличних бічних сходів. Висота стелі в підвалі прийнята 2,0 м.

На першому поверсі розташований центральний вхід. Через усю будівлю по поздовжній осі проходить центральний коридор. Коридор з'єднує між собою чотири офісні зали, хол, туалет, фойє, головні сходи і запасний вихід. Висота стелі на першому поверсі становить 3,0 м.

На другому поверсі розташовані офісні приміщення. Також як і на першому поверсі, центральний коридор з'єднує між собою приймальні та кабінети. Передбачено великий конференц-зал і туалет.

Третій поверх являє собою напівгорищне приміщення.

#### **1.4 Інженерні мережі**

Майданчик будівництва адміністративно-офісного комплексу розташовується в кварталі наявної забудови, що має інженерні мережі та споруди, тому водопостачання здійснюється від водопровідної мережі міста. У будівлі запроектовано систему холодного господарсько-питного водопроводу для забезпечення господарсько-питних потреб.

Водопровід будівлі складається з таких основних елементів: вводу водомірного вузла, розподільчої магістралі, стояків і підводок до приладів, водозабірної та регулювальної арматури, протипожежної системи.

Ввід, у свою чергу, складається з таких елементів:

- підземного трубопроводу до водомірного вузла;
- водомірного вузла з підключенням вводу підземного водопроводу, розташованого в цокольному поверсі будівлі з розміщенням у ньому відключальної засувки;

Внутрішні мережі холодного водопроводу прийняті зі сталевих оцинкованих труб. Запірна арматура встановлюється в основі стояків, на відгалуженнях.

### **1.4.1 Каналізація**

У будівлі запроєктована господарсько-побутова каналізація, яка служить для відведення господарсько-фекальних вод.

Трубопроводи внутрішньої та дворової каналізації проектується самопливними.

Внутрішні мережі каналізації прийняті з чавунних труб  $\varnothing 50$  і  $\varnothing 100$  мм.

Схема внутрішньої каналізації містить у собі:

- відвідні труби, що з'єднують санітарні прилади зі стояками;
- стояки, що проходять через усі поверхи будинку;
- випуски, за якими стічні води від стояків надходять по відвідній трубі в мережу міської каналізації.

Для стоку дощових вод передбачені водостічні труби з оцинкованого заліза по кутах будівлі. Навколо будівлі на вимощенні передбачено водостічний жолоб, по якому вода стікає в підземний канал, що виводиться на проїжджу частину до каналізаційного люка.

### **1.4.2 Опалення**

Опалення, як і гаряче водопостачання централізоване. Теплопостачання будівлі здійснюється від зовнішніх теплових мереж з параметрами теплоносія:  $T_{\text{пр}} = 95$  °С,  $T_{\text{обр}} = 70$  °С.

Мережі теплопостачання запроєктовані зі сталевих труб, мережі гарячого водопостачання зі сталевих водо-газопровідних оцинкованих труб. Гаряче водопостачання централізоване з циркуляцією на вводі. Вводи гарячого і циркуляційного прокладаються спільно з трубами опалення в каналі тепломережі. Антикорозійний захист трубопроводів прийнято чотирма шарами органосилікатної фарби з затверджувачем природного сушіння. Запроєктовано два самостійні стояки системи опалення. Кожен стояк системи опалення прийнято двотрубним із попутним рухом теплоносія. Ізоляція трубопроводу системи опалення складається з виробів мінеральної вати  $s = 30$  мм з подальшим покриттям руберойдом і склотканиною. Ухил трубопроводів прийнято  $i = 0,003$ .

Як нагрівальні прилади до встановлення прийнято конвектори. На підводках до нагрівальних приладів встановлено крани подвійного регулювання, видалення повітря із системи опалення здійснюється через повітровипускні крани конвекторів, встановлених у верхніх пробках нагрівального приладу. Неізольовані місця трубопроводів і нагрівальних установок забарвлюють олійною фарбою (на місці або в заводських умовах) за 2 рази. Прокладки між секціями конвекторів виконуються з пароніту товщиною 2 мм.

### **1.4.3 Вентиляція**

У будівлі запроектована канална система природної вентиляції, її перевага полягає в простоті влаштування, економічній експлуатації та безшумності. Вона здійснюється природним шляхом по цегляних каналах у внутрішніх і зовнішніх стінах будівлі.

Повітрообмін розрахований в обсязі 50 м<sup>3</sup>/год на 1 м<sup>2</sup> площі.

### **1.4.4 Електропостачання**

Енергопостачання виконується від міської підстанції із запиткою по дві секції двома кабелями – основним і запасним марки ААБ 2Л-1000, перетином 3 x 50 x 1 x 25. Електрощитова розташована в підвальному поверсі.

Напруга низькочастотної мережі 380/220 В.

Кабелі залягають у землі в залізобетонній траншеї на глибині 0,7 метра від рівня (планувальної позначки) поверхні землі даної місцевості. При перетині між собою, іншими комунікаційними магістралями та вуличними проїздами, кабелі прокладаються в азбестоцементних трубах діаметром 100 мм.

## **1.5 Теплотехнічний розрахунок утеплювача зовнішньої стіни**

Визначаємо термічний опір  $R_k$  (м • °С)/Вт з послідовно розташованими шарами (5 шарів), як суму термічних опорів окремих шарів (рис. 1.1):

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (1.1)$$



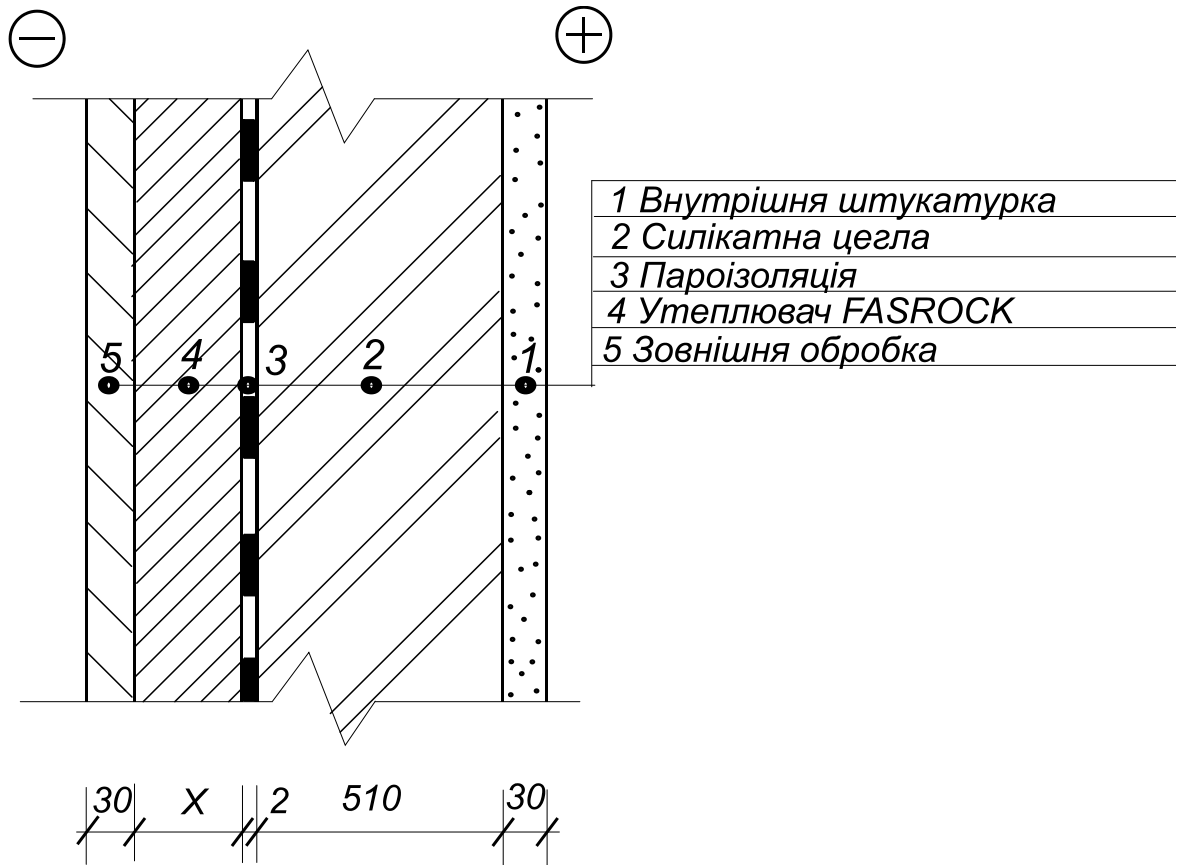


Рисунок 1.1 – Схема розрізу зовнішньої стіни

де:  $R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$ ,  $R_1, R_2, R_3, R_4$  – термічний опір окремих шарів огорожуючих конструкцій  $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$  визначається за формулою:

$$R_k = \delta / \lambda \quad (1.2)$$

Матеріал, щільність, коефіцієнт теплопровідності:

1) Зовнішня обробка:

$$\rho_1 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3; \lambda_1 = 0,76 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С};$$

2) Утеплювач FASROCK:

$$\rho_2 = 1,61 \text{ кН} / \text{м}^3; \lambda_2 = 0,039 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С};$$

3) Пароізоляція

4) Силікатна цегла:

$$\rho_3 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3; \lambda_3 = 0,76 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С};$$

5) Внутрішня штукатурка:

$$\lambda_4 = 0,70 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С};$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \left( \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{x}{0,039} + \frac{0,03}{0,76} \right) + \frac{1}{23} =$$

$$0,1149 + (0,0428 + 0,671 + x/0,039 + 0,0394) + 0,0434 = 0,9115 + x/0,039$$

$$x = (2,1 - 0,9115) \cdot 0,039 = 0,0463 \text{ м} \approx 49 \text{ мм};$$

$$R_0 = 0,9115 + \frac{0,049}{0,039} = 2,1615 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт} > R_0^{mp} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$$

Умова виконується. Конструктивно приймаємо товщину утеплювача 50 мм, згідно рекомендаціям виробника.

## РОЗДІЛ 2

# КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВИЙ

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата				
					<i>КНУ.МР.192.24.258с.05 АР</i>			
Керівник		Тімченко			<i>Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій</i>	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.		Єрмоєнко				МР		
Магістр.		Качаненко				<b>ПЦБ-23-1М</b>		
Зав.каф		Валовой						

## 2.1 Розрахунок суцільного покриття

### 2.1.1 Вихідні дані для проектування

Вихідні дані для проектування представлено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для проектування

ПОКАЗНИК	ЗНАЧЕННЯ
Район будівництва	р . Кривий Ріг
Сніговий район	III, $S_o = 1,8 \text{ кПа} = 180 \text{ кгс /м}^2$
Тип будівлі	Залізобетонне з неповним каркасом, із зовнішніми несучими стінами та внутрішніми колонами
Крок поперечних рам	7,2 м
Проліт конструкцій покриття	15 м
Тип горища	неопалюваний
Тип покрівлі	М'яка черепиця
Висота поверху	3м

Приймаємо обшивку із дощок  $32 \times 150$  мм із деревини 2 сорти. Розрахунковий опір стиску, зминання та вигину згідно табл.3. ДБН  $R_i = 130 \text{ кгс/см}^2$  модуль пружності  $E = 10^5 \text{ кгс/см}^2$ .

Попередня схема обшивки представлено на рис. 2.1:

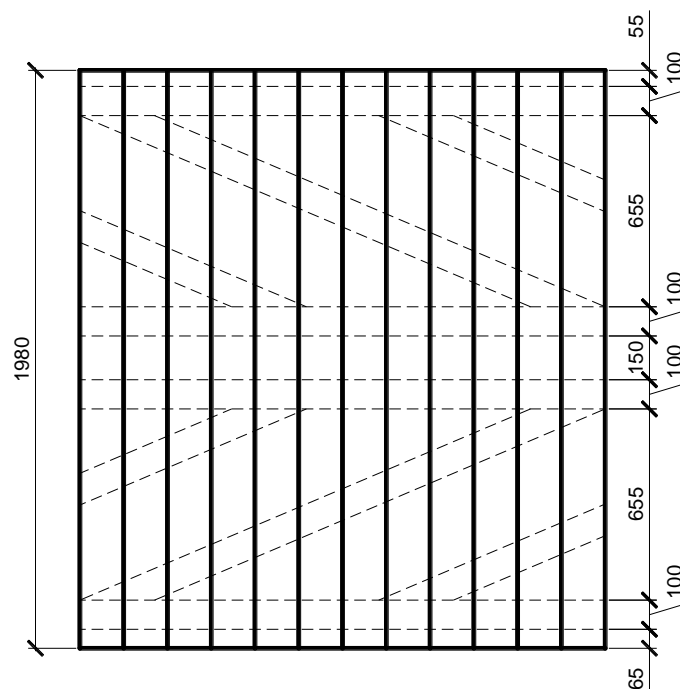


Рисунок 2.1 – Попередня схема обшивки

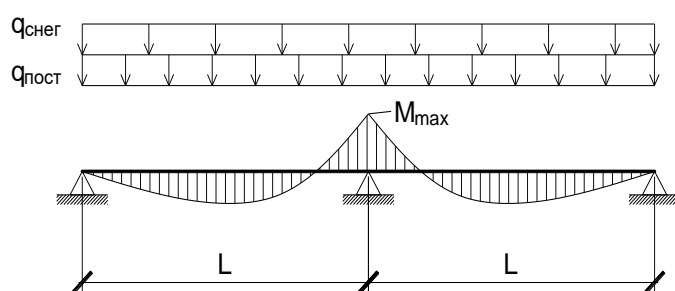
## 2.1.2 Збір навантажень

Розглядаємо як розрахункову смугу шириною 3,6 м. Збір навантажень представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Збір навантажень

<i>Вид навантаження</i>	$q_n, \text{кгс/м}$	$\gamma_n$	$q_p, \text{кгс/м}$
<i>Постійне</i>			
М'яка черепиця: $12 \text{ кг/м}^2 \times 1,8 \text{ м}$	21,60	1,3	28,08
Поперечні та діагональні ребра: $(4 \cdot 1,8 + 4 \cdot 1,67) \cdot 0,05 \cdot 0,100 \cdot 700/2$	18,45	1,1	20,30
Власна вага настилу: $0,032 \cdot 1,8 \cdot 700$	40,32	1,1	44,35
РАЗОМ:	80,37		92,73
<i>Тимчасове</i>			
Снігове: $180 \cdot 1,8 \cdot 0,921$	208,88	1,429	298,40
РАЗОМ:	289,25		391,13

### 2.1.2.1 Розрахунок на поєднання навантажень №1:



Розрахункове навантаження (рис. 2.2) дорівнює сумі постійного та тимчасового навантажень:

$$q = q_{\text{пост}} + q_{\text{тим}} = 391,13 \text{ кгс/м} ;$$

У перерахунку на одну дошку шириною 150 мм:

Рисунок 2.2 – Розрахункове навантаження

$$q = \frac{391,13 \text{ кгс/м}}{1,8 \text{ м}} \cdot 0,15 \text{ м} = 32,59 \text{ кгс/м} ;$$

Максимальний згинальний момент у балці знаходиться над опорою:

$$M_{\text{max}} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{32,59 \text{ кгс/м} \cdot 0,855^2 \text{ м}^2}{8} = 2,98 \text{ кгс} \cdot \text{м} ;$$

Момент опору перерізу:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{15 \text{ м} \cdot 2,7^2 \text{ м}^2}{6} = 18,22 \text{ м}^3;$$

Нормальне напруження в перерізі:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{2,98 \cdot 100 \text{ єдн} \cdot \text{м}}{10 \text{ м}^3} = 29,8 \text{ єдн} / \text{м}^2 < R_{\epsilon} = 130 \text{ єдн} / \text{м}^2;$$

### 2.1.2.2 Розрахунок на поєднання навантажень №2:

Розрахункове навантаження (рис.

2.3) дорівнює постійному:

$$q = q_{\text{ііпб}} = 92,73 \text{ єдн} / \text{і};$$

У перерахунку на одну дошку шириною 150 мм:

$$q = \frac{92,73 \text{ єдн} / \text{і}}{1,8 \text{ і}} \cdot 0,15 \text{ і} = 7,73 \text{ єдн} / \text{і};$$

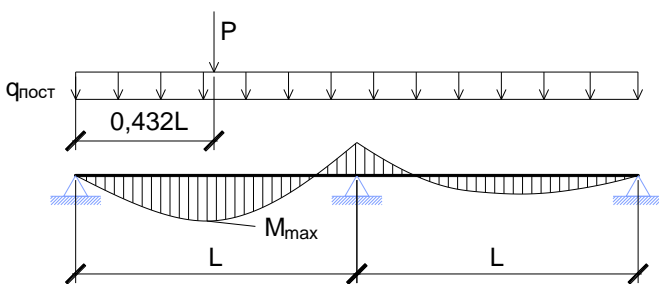


Рисунок 2.3 – Розрахункове навантаження

Також прикладається монтажне навантаження від людини з інструментом:

$$P = 100 \text{ кг} \cdot 1,2 = 120 \text{ кг}.$$

$$\dot{I}_{\text{маб}} = 0,07qL^2 + 0,207PL = 0,07 \cdot 7,73 \cdot 0,855^2 + 0,207 \cdot 120 \cdot 0,855 = 21,63 \text{ єдн} \cdot \text{і};$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{21,63 \cdot 100 \text{ єдн} \cdot \text{м}}{18,22 \text{ м}^3} = 118,72 \text{ єдн} / \text{м}^2 < R_{\epsilon} = 130 \text{ єдн} / \text{м}^2;$$

Перевіримо жорсткість дошки для першого поєднання навантажень:

Нормативне навантаження в перерахунку на одну дошку шириною 150 мм:

$$q = \frac{289,25 \text{ єдн} / \text{і}}{1,8 \text{ і}} \cdot 0,15 \text{ і} = 24,10 \text{ єдн} / \text{і};$$

Момент інерції однієї дошки:

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{15 \text{ м} \cdot 2,7^3 \text{ м}^3}{12} = 24,60 \text{ м}^4;$$

$$\frac{f}{l} = \frac{2,13 q^i \cdot l_p^3}{384 EJ} = \frac{5}{384} \frac{24,10 \cdot 0,01 \text{ м}^3 / \text{с}^2 \cdot 85,5^3 \text{ м}^4}{10^5 \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2 \cdot 24,60 \text{ с}^4} = \frac{1}{1254} < \frac{1}{150};$$

дошки вибирається у допустимого .

### 2.1.2.3 Розрахунок перерізу решетування

При кроці поперечних рам 1,8 м застосовуємо однопрогонові прогони довжиною 1,8 м з кроком 1 м. Збір навантажень на 1 м. прогону представлено в табл.2.3:

1. Постійна та снігова (міцність та прогин);
2. Постійна та монтажна (міцність);

Таблиця 2.3 – Збір навантажень на 1 м. прогону:

<i>Вид навантаження</i>	<i>q<sub>n</sub>, кгс/м</i>	<i>γ<sub>n</sub></i>	<i>q<sub>p</sub>, кгс/м</i>
<i>Постійне</i>			
М'яка черепиця: 12 кг/м <sup>2</sup> × 1 м	12	1,3	15,6
Поперечні та діагональні ребра: (2·1,8+1,68)·0,05·0,100·700/1,8	10,27	1,1	11,30
Власна вага настилу: 0,032 · 1 · 700	22,4	1,1	24,64
Власна вага прогону: 0,080 · 0,080 · 700	15,75	1,1	17,32
РАЗОМ:	60,42		68,86
<i>Тимчасове</i>			
Снігове: 180 · 1 · 0,921	116,07	1,429	165,78
РАЗОМ:	176,49		234,64

### 2.1.2.4 Розрахунок на поєднання навантажень №1:

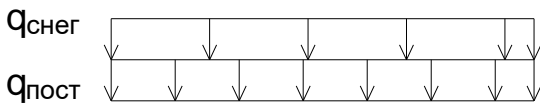
Максимальний згинальний момент виникає в середині прольоту прогону і дорівнює:

$$M = \frac{q l^2}{8} = \frac{234,64 \cdot 1,8^2}{8} = 95,03 \text{ м} \cdot \text{н} ;$$

Максимальна поперечна сила виникає у опори і дорівнює:

$$Q = \frac{ql}{2} = \frac{234,64 \cdot 1,8}{2} = 211,18 \text{ кН};$$

Необхідний момент опору перерізу з умови міцності нормального напруження (рис. 2.4):



$$W_{\text{одіа}} = \frac{M_{\text{max}}}{R_{\sigma}} = \frac{95,03 \cdot 100 \text{ кН} \cdot \text{м}}{140 \text{ кН/м}^2} = 68 \text{ м}^3;$$

Нехай ширина перерізу  $b = 10$ . Тоді

висота буде не менше:

$$h_{\text{одіа}} = \sqrt{\frac{6W_{\text{одіа}}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 68}{10}} = 6,4 \text{ м};$$

Приймаємо висоту перерізу  $h = 8$  см.

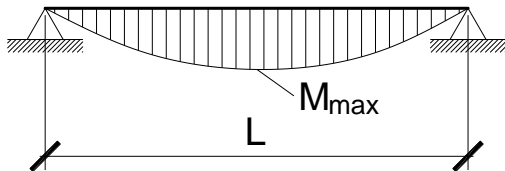
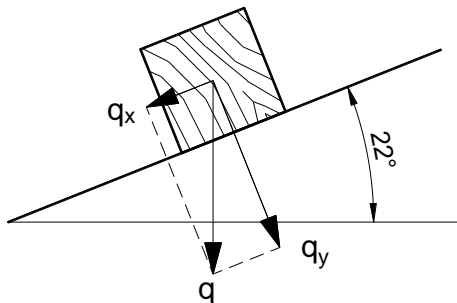


Рисунок 2.4 – Нормальне напруження

### 2.1.2.5 Розрахунок обрешетин

Обрешетину розраховуємо як елемент, схильний до косоного вигину (рис. 2.5):



Момент опору перерізу:

$$W_x = \frac{hb^2}{6} = \frac{10 \text{ м} \cdot 8^2 \text{ м}^2}{6} = 107 \text{ м}^3;$$

$$W_y = \frac{bh^2}{6} = \frac{8 \text{ м} \cdot 10^2 \text{ м}^2}{6} = 133 \text{ м}^3;$$

Рисунок 2.5 – Розрахунок обрешетин

Складові згинального моменту по головним осям:

$$M_x = \frac{q_x l^2}{8} = \frac{q \cdot \sin \alpha \cdot l^2}{8} = \frac{234,64 \text{ кН/м} \cdot 0,375 \cdot 1,8^2 \text{ м}^2}{8} = 35,64 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_y = \frac{q_y l^2}{8} = \frac{q \cdot \cos \alpha \cdot l^2}{8} = \frac{234,64 \text{ кН/м} \cdot 0,921 \cdot 1,8^2 \text{ м}^2}{8} = 87,52 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Нормальне напруження в перерізі:



$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{35,64 \cdot 100 \text{ êãñ} \cdot \text{ñì}}{107 \text{ ñì}^3} + \frac{87,52 \cdot 100 \text{ êãñ} \cdot \text{ñì}}{133 \text{ ñì}^3} =$$

$$= 99,11 \text{ êãñ} / \text{ñì}^2 < R_u = 140 \text{ êãñ} / \text{ñì}^2;$$

Міцність на сколювання:

$$\tau = \frac{1,5Q_{\max}}{F} = \frac{1,5 \cdot 211,18}{10 \cdot 8} = 3,96 \text{ êãñ} / \text{ñì}^2 < R_{\text{ñè90}} = 8 \text{ êãñ} / \text{ñì}^2;$$

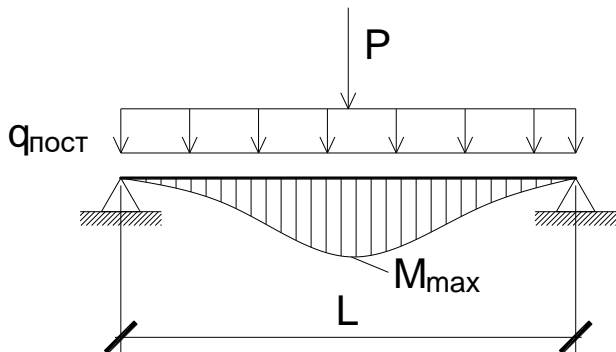
Розрахунок прогону на жорсткість:

$$J_y = \frac{bh^3}{12} = \frac{10 \text{ ñì} \cdot 8^3 \text{ ñì}^3}{12} = 427 \text{ ñì}^4;$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q^i \cdot \cos \alpha \cdot l_p^3}{EJ_y} = \frac{5}{384} \frac{176,49 \cdot 0,01 \text{ êãñ} / \text{сì} \cdot 0,921 \cdot 180^3 \text{ ñì}^4}{10^5 \cdot \text{êãñ} / \text{сì}^2 \cdot 427 \text{ сì}^4} = \frac{1}{346} < \frac{1}{200};$$

Прогин прогону вбирається у допустимого. Розрахунок виконаний правильно.

### 2.1.2.6 Розрахунок на поєднання навантажень №2



Розрахунок на поєднання навантажень №2 представлено на рис. 2.6:

$$q = q_{i \text{ ñò}} = 68,86 \text{ êãñ} / \text{ì}^2;$$

$$P = 100 \text{ êã} \cdot 1,2 = 120 \text{ êãñ};$$

Рисунок 2.6 – Поєднання навантажень №2

Максимальний згинальний момент виникає в середині прольоту прогону і дорівнює:

$$M = \frac{ql^2}{8} + \frac{Pl}{4} = \frac{68,86 \cdot 1,8^2}{8} + \frac{120 \cdot 1,8}{4} = 81,88 \text{ êãñ} \cdot \text{ì};$$

Максимальна поперечна сила виникає у опори і дорівнює:

$$Q = \frac{ql}{2} + \frac{P}{2} = \frac{68,86 \cdot 1,8}{2} + \frac{120}{2} = 121,97 \text{ êãñ};$$

Отримані силові фактори менші за фактори при завантаженні №1.

Розрахунок не потрібний.

Остаточно приймаємо перетин прогону 100 80 мм. Прогін виконується з хвойної деревини (ялинки) 2 сорти. Розмір перерізу відповідає сортаменту.

## 2.2 Розрахунок наслонних крокв

Конструктивне рішення кроквяної конструкції (рис. 2.7) приймаємо наступним: по внутрішніх стінах йдуть лежні, на які впираються два підкоси, що служать для зменшення прольоту кроквяних ніг. Підкоси врізані в кроквяні ноги під прямим кутом, щоб уникнути вигину. Вище місця врізання підкосів встановлена зтяжка для погашення розпору від крокв на зовнішню стіну.

Кроквяні ноги ставимо на монолітне перекриття. Крок крокував 1,8 м.

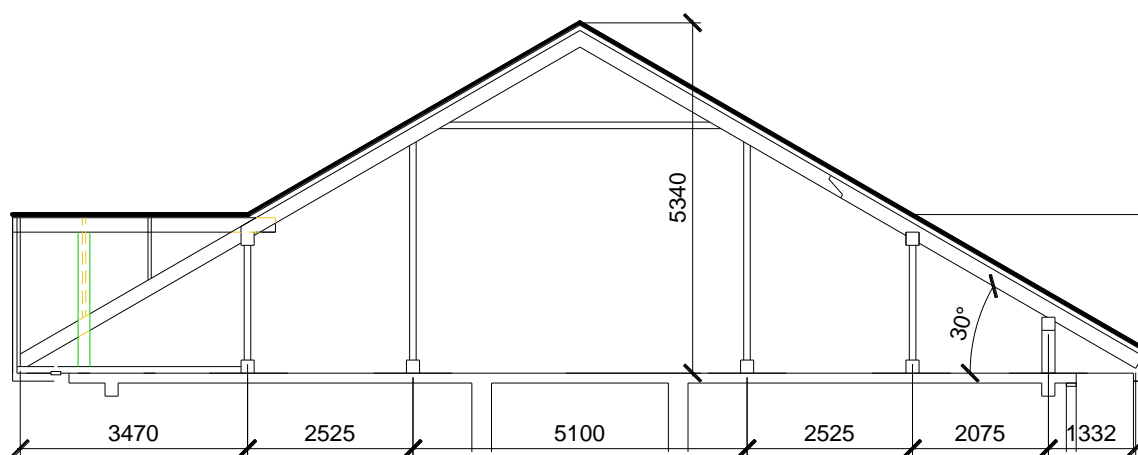


Рисунок 2.7 – Конструктивне рішення кроквяної конструкції

### 2.2.1 Збирання навантажень на 1 п.м. крокв

Збір навантажень на 1 п.м. крокв представлено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Збір навантажень на 1 п.м. крокв

<i>Вид навантаження</i>	<i><math>q_n</math>, кгс/м</i>	<i><math>\gamma_n</math></i>	<i><math>q_p</math>, кгс/м</i>
<i>Постійне</i>			
М'яка черепиця: $12 \text{ кг/м}^2 \cdot 1,8$	21,60	1,3	28,08

Поперечні та діагональні ребра: $4 \cdot (2 \cdot 1,8 + 1 \cdot 1,68) \cdot 0,05 \cdot 0,100 \cdot 700$	73,92	1,1	81,31
Власна вага настилу: $0,032 \cdot 1,8 \cdot 700$	40,32	1,1	44,35
Власна вага прогону: $0,120 \cdot 0,140 \cdot 1,8 \cdot 700$	21,17	1,1	23,28
РАЗОМ:	157,01		177,02
<i>Тимчасове</i>			
Снігове: $180 \cdot 1,8 \cdot 0,921 \cdot 0,7$	208,88	1,429	298,40
РАЗОМ:	365,89		475,42

### 2.2.2 Розрахунок кроквяної ноги

Кроквяну ногу розглядаємо як нерозрізну балку на чотирьох опорах з консоллю (рис. 2.8).

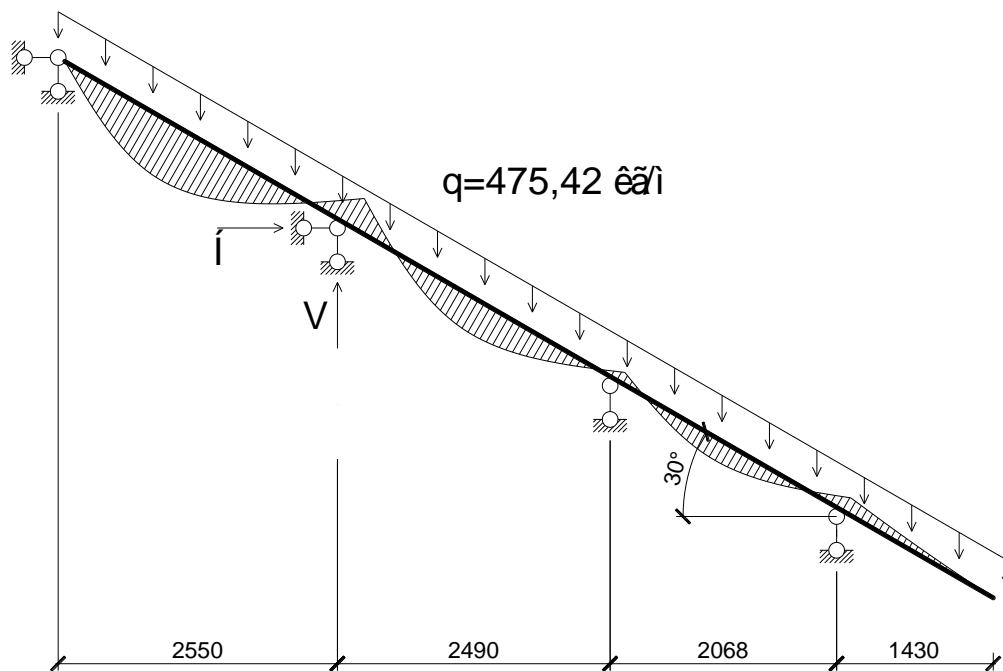


Рисунок 2.8 – Схема кроквяної ноги

$$M = \frac{ql^2}{2} = \frac{475,42 \cdot 1,430^2}{2} = 486 \text{ н} \cdot \text{м} ;$$

Приймаємо переріз кроквяної ноги із бруса 10×20 см (з запасом міцності) з урахуванням врубки на опорі 3 см:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot (20 - 3)^2}{6} = 482 \text{ см}^3 ;$$

Врахуємо силу  $Z$ , що діє вздовж кроквяної ноги і є проекцією сили  $V$ :

$$Z = V \cdot \sin 30^\circ = q \cdot \left( 1,430 + \frac{2,068}{2} \right) \cdot \sin 30^\circ = 586 \text{ Н};$$

Міцність за нормальними напруженнями:

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{Z}{F} = \frac{486 \cdot 100 \text{ Н} \cdot \text{мм}}{483 \text{ мм}^3} + \frac{586}{10 \cdot 17} = 104 \text{ Н} / \text{мм}^2 < R_u = 130 \text{ Н} / \text{мм}^2;$$

Момент інерції перерізу:

$$J_y = \frac{bh^3}{12} = \frac{10 \text{ мм} \cdot 17^3 \text{ мм}^3}{12} = 4094 \text{ мм}^4;$$

Перевірка жорсткості похилої кроквяної ноги:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q^1 \cdot \cos \alpha \cdot l^3}{EJ_y} = \frac{5}{384} \frac{365,89 \cdot 0,01 \text{ Н} / \text{см} \cdot 0,866 \cdot 255^3 \text{ мм}^4}{10^5 \cdot \text{Н} / \text{см}^2 \cdot 4094 \text{ см}^4} = \frac{1}{598} < \frac{1}{200};$$

### 2.2.3 Розрахунок ферми

Трикутна безрешітчаста ферма (рис. 2.9) сконструйована з двох похилих дощатих елементів з консолями та затяжки. Ферму розглядаємо як найпростішу стрижневую систему, навантажену рівномірно розподіленим навантаженням.

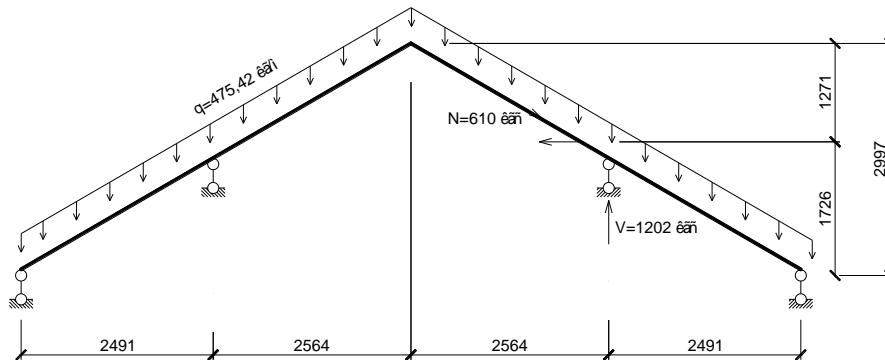


Рисунок 2.9 – Трикутна безрешітчаста ферма

Стисне зусилля у верхньому поясі ферми:

$$N = \frac{N_0}{2} = \frac{q^p l}{4 \cdot \sin \alpha} = \frac{475,42 \text{ Н} / \text{м} \cdot 2,564 \text{ м}}{4 \cdot 0,5} = 610 \text{ Н};$$

Момент у прольоті:

$$M = \frac{475,42 \cdot 2,564^2}{8} = 427 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Перетин ферми приймаємо таким же, як переріз кроквяної ноги. Напряга у фермі:

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{Z}{F} = \frac{427 \cdot 100 \text{ Н} \cdot \text{м}}{483 \text{ м}^3} + \frac{586}{10 \cdot 17} = 91 \text{ Н} / \text{м}^2 < R_u = 130 \text{ Н} / \text{м}^2;$$

Стійкість плоскої форми деформування:

$$\frac{N}{\varphi_y \cdot R_c \cdot A} + \left( \frac{\dot{I}}{\varphi_1 \cdot R_e \cdot W} \right)^n = \frac{610 \text{ Н}}{0,274 \cdot 130 \text{ Н} / \text{м}^2 \cdot 20 \text{ м} \cdot 10 \text{ м}} + \left( \frac{427 \cdot 100 \text{ Н} \cdot \text{м}}{9,3 \cdot 130 \text{ Н} / \text{м}^2 \cdot 483 \text{ м}^3} \right)^2 = 0,09 \leq 1$$

де:  $n = 2$ , т.к. елемент без закріплення розтягнутої кромки із площини деформування;

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{5,128 \text{ м}}{0,049} = 104,65 - \text{Гнучкість};$$

$$i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 0,17 \text{ м} = 0,049 \text{ м}; - \text{Радіус інерції};$$

$$\varphi = \frac{A}{\lambda^2} = \frac{3000}{104,65^2} = 0,274 - \text{Коефіцієнт поздовжнього вигину};$$

$$\varphi_1 = 140 \cdot \frac{b^2}{I_p \cdot h} \cdot k = 140 \cdot \frac{(0,10 \text{ м})^2}{I_p \cdot 0,200 \text{ м}} \cdot 1,13 = 9,3;$$

де:  $L_p = 1 \text{ м}$  - розрахункова довжина, що дорівнює відстані між брусками обрешітки.

Зусилля у затяжці визначаємо за формулою:

$$N = N \cos \alpha = 610 \text{ Н} \cdot 0,866 = 529 \text{ Н};$$

Крім того, на затягування передається горизонтальна складова зусилля, що розтягує, в консолі.

Повне зусилля, що розтягує, в опорному перерізі консолі:

$$N_0 = Z + q_c \sin \alpha = 586 \text{ Н} + 475,42 \text{ Н} / \text{м} \cdot 1,340 \text{ м} \cdot 0,5 = 904,53 \text{ Н};$$

Горизонтальна складова цього зусилля:

$$N_0 \cos \alpha = 904,53 \text{ Н} \cdot 0,866 = 783,32 \text{ Н};$$

Повне зусилля, що розтягує затягування:

$$N_i = 529 \text{ êññ} + 783,32 \text{ êññ} = 1312,32 \text{ êññ};$$

Затягування приймаємо з двох дощок перетином  $5 \times 15$  см, з'єднуємо мій з верхнім поясом болтом ( $d = 16$  мм) та чотирма цвяхами  $8 \times 300$  мм, що працюють як двозрізні нагелі.

Несуча здатність болта:

$$\dot{O}_a = 2\sqrt{k_\alpha} T_{\dot{n}} = 2\sqrt{0,95} \cdot 511 \text{ êññ} = 996 \text{ êññ};$$

де:  $k$  - коефіцієнт, що визначається за табл. 19 [10];

$T_c$  - несуча здатність нагеля на один зріз.

Визначаємо розрахункову здатність на зріз одного нагеля:

$$\dot{O}^{\dot{n}} = 50\dot{n}d = 50 \cdot 10 \cdot 0,8 = 400 \text{ êññ};$$

$$\dot{O}^{\dot{a}} = 80\dot{a}d = 80 \cdot 5 \cdot 0,8 = 320 \text{ êññ};$$

$$\dot{O}^e = (250d^2 + a^2) = (250 \cdot 0,8^2 + 5^2) = 185 \text{ êññ} < 400d^2 = 400 \cdot 0,8^2 = 256 \text{ êññ}$$

За несучу здатність приймаємо  $T_{\min}$ :

$$\dot{O}_{\min} = T^e = 185 \text{ êññ};$$

Повна розрахункова здатність з'єднання:

$$0,9 (T_{\dot{c}} + 4 T_{\dot{r}}) = 0,9 (996 \text{ кгс} + 4 \cdot 185 \text{ кгс}) = 1562,4 > 1312,32 \text{ кгс},$$

де: 0,9 - коефіцієнт, що враховує зниження несучої здатності з'єднання, виконаного на нагелях різних видів.

Розрахункова площа нетто затяжки:

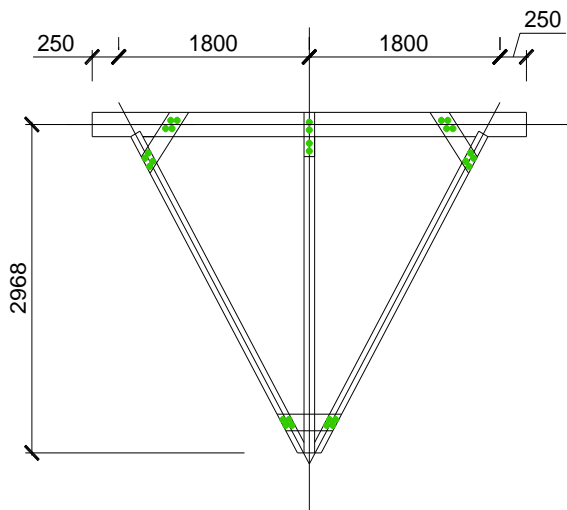
$$F_{\text{нт}} = 5 \text{ см} \cdot (15 \text{ см} - 1,6 \text{ см} - 2 \cdot 0,8 \text{ см}) = 59 \text{ см}^2$$

Напруження розтягування:

$$\sigma = \frac{1312,32 \text{ êññ}}{59 \text{ ñ}^2} = 22,24 \frac{\text{êññ}}{\text{ñ}^2} \leq R_{\delta} = 70 \frac{\text{êññ}}{\text{ñ}^2}$$

### 2.3 Розрахунок підкроквяної конструкції

Прогони укладені на опорні консольні рами (рис. 2.10). Повна довжина вильоту консолі рами  $a_1 = 205$  см. Розрахункова довжина вильоту може бути прийнята рівною повною довжиною, зменшеною на 0,01  $m$ . е.:



$$a = a_1 - 0,01 \cdot l = 205 - 0,01 \cdot 720 = 198 \text{ см.}$$

Рисунок 2.10 – Схема визначення довжини вильоту консолі рами .

Тиск від кроквяних ніг на прогін з урахуванням

власної ваги підкроквяної конструкції (приймаючи його орієнтовно рівним 2,5% навантаження):

$$P = 1,025 [ V + q (z + l_2) ] = 1,025 [ 1202 \text{ кгс} + 426 \text{ кгс / м} (2,564 \text{ м} + 1,340 \text{ м}) ] = 3373 \text{ кгс.}$$

Зі схеми (рис. 2.11) бачимо, що прогін зазнає лише навантаження на зминання, яке не потребує перевірки. Приймається без розрахунку прогін перетином 100×180.

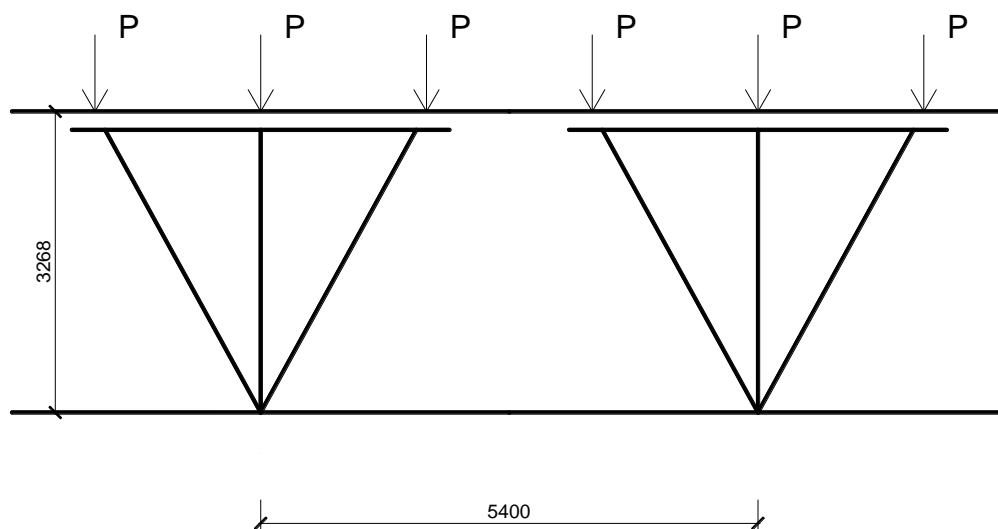


Рисунок 2.11 – Розрахункова схема підкроквяних конструкцій  
Отвори для болтів просвердлені заздалегідь лише у прогоні (рис. 2.12).

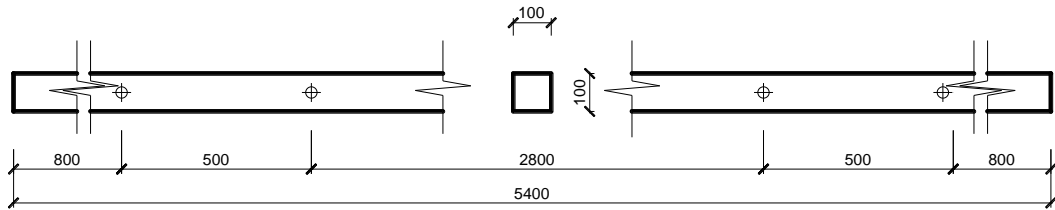


Рисунок 2.12 – Зображення прогону (вид зверху).

У підбалці рами отвори свердлять через прогін тільки після остаточного складання, вивіряння та скріплення прогону з підбалкою монтажними цвяхами.

### 2.3.1 Розрахунок опорної рами

Опорна рама (рис. 2.13) складається з підбалки, стійки та двох підкосів, скріплених в один монтажний елемент накладками на цвяхах .

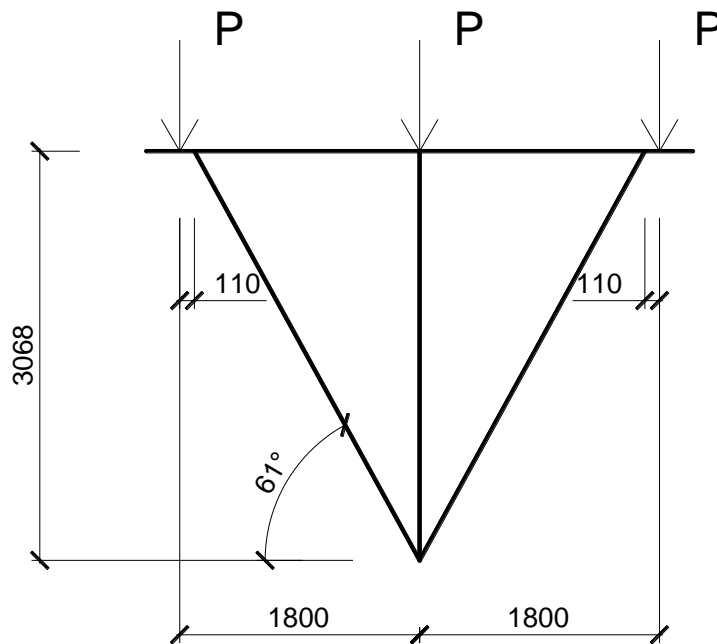


Рисунок 2.13 – Розрахункова схема рами

Підбалка спирається на підкоси і стійку, тому в розрахунковому відношенні її можна розглядати як двопролітну балку з консолями. З перетину осей підбалки та підкосу складає:

$$M_3 = P \cdot 0,110 = 3373 \cdot 0,110 = 371 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Опорний тиск у точці С одно:

$$C = P + \frac{M_c}{a_2} = 3373 \text{ кгс} + \frac{371 \text{ кгс} \cdot \text{м}}{1,800 - 0,110} = 3593 \text{ кгс};$$



Тангенс кута нахилу осі підкосу до горизонту:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{3068}{1800 - 110} = 1,815;$$

Цьому відповідають:  $\beta = 61,14^\circ$ ;  $\cos \beta = 0,483$ ;  $\sin \beta = 0,876$ .

Стисне зусилля в підкосі:

$$N = \frac{C}{\sin \beta} = \frac{3593 \text{ êãñ}}{0,876} = 4102 \text{ êãñ};$$

Вільна довжина підкосу:

$$l_0 = \frac{3068}{0,876} = 3502 \text{ ì ì};$$

Переріз підкосу приймаємо  $10 \times 15 \text{ см}$ .

Тоді:

$$\lambda = \frac{l_0}{0,29h} = \frac{350,2 \text{ ì}}{0,29 \cdot 15 \text{ ì}} = 80;$$

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{80^2} = 0,469;$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F} = \frac{4102 \text{ êãñ}}{0,469 \cdot 10 \text{ ì} \cdot 15 \text{ ì}} = 58,3 \frac{\text{êãñ}}{\text{ì}^2} \leq R_{\text{ñ}} = 150 \frac{\text{êãñ}}{\text{ì}^2};$$

Глибину врубки підкосу в підбалку приймаємо рівною:

$$h_{\text{вр}} = 3 \text{ см}.$$

Напруження зминання у врубці:

$$\sigma_{\text{ñ}} = \frac{N \cos \beta}{bh_{\text{вд}}} = \frac{4102 \text{ êãñ} \cdot 0,483}{10 \text{ ì} \cdot 5 \text{ ì}} = 39,6 \frac{\text{êãñ}}{\text{ì}^2} \leq R_{\text{ñ}\beta} = 40,7 \frac{\text{êãñ}}{\text{ì}^2}$$

$$\text{де: } R_{\text{ñ}\beta} = \frac{R_{\text{ñ}}}{1 + \left( \frac{R_{\text{ñ}}}{R_{\text{ñ}90}} - 1 \right) \sin^3 \beta} = \frac{150 \frac{\text{êãñ}}{\text{ì}^2}}{1 + \left( \frac{150 \frac{\text{êãñ}}{\text{ì}^2}}{30 \frac{\text{êãñ}}{\text{ì}^2}} - 1 \right) 0,876^3} = 40,7 \frac{\text{êãñ}}{\text{ì}^2}$$

розрахунковий опір зім'яттю у врубці під кутом  $\beta$  до напрямку волокон.

Підбалку приймаємо із бруса перетином  $10 \times 22 \text{ см}$ .

Площа та момент опору ослабленого врубкою перерізу підбалки рівні :

$$F = (h - h_{\text{вр}}) b = (22 \text{ см} - 5 \text{ см}) \cdot 10 \text{ см} = 170 \text{ см}^2$$

$$W = \frac{b(h - h_{ad})^2}{6} = \frac{10\tilde{m} (22\tilde{m} - 5\tilde{m})^2}{6} = 482\tilde{m}^3;$$

Підбійка в розрахунковому перерізі (рис. 2.14) працює на спільну дію розтягування та вигину.

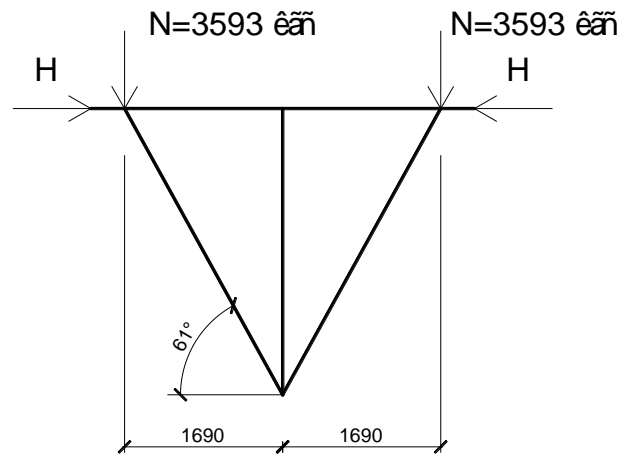


Рисунок 2.14 – Розрахунковий переріз

Зусилля розтягування в підбалці :

$$H = \frac{C}{\operatorname{tg}\beta} = \frac{3593 \text{ êãñ}}{1,815} = 1980 \text{ êãñ};$$

Це зусилля щодо осі ослабленого перерізу прикладено з ексцентриситетом:

$$e = \frac{h - h_{ad}}{2} + \frac{h_{ad}}{2} = \frac{h}{2} = \frac{20\tilde{m}}{2} = 10\tilde{m} ;$$

Зворотний згинальний момент від ексцентричного застосування розтягуючої сили в підбалці :

$$M_H = H e = 1980 \text{ кгс} \cdot 10 \text{ см} = 19800 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Розрахунковий згинальний момент:

$$M = M_c - M_H = 371 \cdot 100 \text{ кгс} \cdot \text{см} - 19800 \text{ кгс} \cdot \text{см} = 17300 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Напруження розтягнуто-згинального елемента:

$$\sigma = \frac{H}{F} + \frac{M R_\delta}{W R_\epsilon} = \frac{1980 \text{ êãñ}}{170\tilde{m}^2} + \frac{17300 \text{ êãñ} \cdot \tilde{m}}{482\tilde{m}^3} \cdot \frac{70 \frac{\text{êãñ}}{\tilde{m}^2}}{150 \frac{\text{êãñ}}{\tilde{m}^2}} = 28,4 \frac{\text{êãñ}}{\tilde{m}^2} \leq R_\delta = 70 \frac{\text{êãñ}}{\tilde{m}^2};$$

Перетин стійки приймаємо 10x15 см.

Стійка працює на стиск:

$$\lambda = \frac{l_0}{0,29h} = \frac{306,8 \text{ м}}{0,29 \cdot 15 \text{ м}} = 71;$$

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{71^2} = 0,595;$$

$$\sigma = \frac{\tilde{N}}{\varphi \cdot F} = \frac{3593 \text{ кН}}{0,595 \cdot 10 \text{ м} \cdot 15 \text{ м}} = 40,3 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \leq R_n = 130 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

### 2.3.2 Розрахунок конькового вузла

Дерев'яні елементи з'єднують за допомогою дерев'яних накладок (рис. 2.15) на металевих болтах згідно з прийнятою кількістю елементів прийнятих у нагельному з'єднанні та напрямку зусиль.

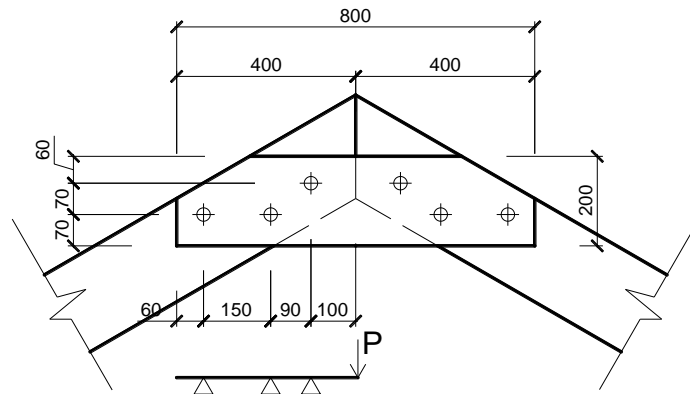


Рисунок 2.15 – Розрахункова схема конькового вузла.

Задаємося діаметром болта  $d = 2,0$  см (Болт М20)

Знаходимо геометричні розміри накладки:

Товщина накладок приймається не менше половини товщини елементів, що згуртовуються. Тоді товщина однієї накладки:

$$a_{\text{накл}} = \frac{1}{2} \cdot b = \frac{1}{2} \cdot 10,0 \text{ см} = 5 \text{ см.}$$

$$\text{Загальна товщина в місці сполучення: } 2 a_{\text{накл}} + b = 2 \cdot 5 + 10 = 20 \text{ см.}$$

Відстань між осями циліндричних нагелів уздовж волокон деревини  $S_1$  поперек волокон  $S_2$  і від кромки елемента  $S_3$  буде визначатися як:

$$S_1 \geq 7d = 7 \cdot 2 = 14 \text{ см}$$

$$S_2 \geq 3,5 d = 3,5 \cdot 2 = 7 \text{ см}$$

$$S_3 \geq 3d = 3 \cdot 2 = 6 \text{ см}$$

Визначаємо зусилля, що припадає на кожну низку болтів. Зусилля  $N_1$  і  $N_2$

знаходимо, складаючи рівняння моментів щодо опор:

Поперечна сила в ковзані:

$$P = q \cdot l = 475,42 \text{ кН/м} \cdot 2,55 \text{ м} = 1212 \text{ кН};$$

система рівнянь, що описує рівновагу простої балки:

$$N_1 + N_2 + N_3 - P = 0$$

$$P \cdot 34 - N_2 \cdot 15 - N_3 \cdot 24 = 0$$

$$P \cdot 19 + N_1 \cdot 15 - N_3 \cdot 9 = 0$$

тут:  $N_1, N_2, N_3$  - сила відповідно у першому, другому та третьому болтах, починаючи зліва.  $P$  – поперечна сила у ковзані.

Вирішуючи систему рівнянь, отримуємо:

$$N_1 = -505 \text{ кН}, N_2 = 0, N_3 = 1717 \text{ кН};$$

У нагельному з'єднанні відбувається зминання деревини гнізда в крайніх елементах ( $T_{\text{см}}^a$ ), середніх елементах ( $T_{\text{см}}^3$ ) і вигин нагеля ( $T_3$ ).

$a = 5$  см. - Товщина крайнього елемента (накладки).

$c = 10$  см. - Товщина середнього елемента (кроквяна нога).

$d = 2$  см – діаметр болта.

Визначаємо розрахункову здатність на зріз одного нагеля:

$$Q^b = 50 \cdot d = 50 \cdot 2 = 1000 \text{ кН};$$

$$Q^a = 80 \cdot a = 80 \cdot 5 = 800 \text{ кН};$$

$$Q^e = (180d^2 + 2a^2) = (180 \cdot 2^2 + 2 \cdot 5^2) = 770 \text{ кН} < 250d^2 = 250 \cdot 2^2 = 1000 \text{ кН};$$

За несучу здатність приймаємо  $T_{\text{min}}$

$$Q_{\text{min}} = T^e = 770 \text{ кН};$$

Розрахунок необхідної кількості болтів:

$$\text{У ряді, де діє сила } N_1 : n_1 \geq \frac{N_1}{T_{\text{min}} \cdot n_{\phi}} = \frac{505 \text{ кН}}{770 \text{ кН} \cdot 3} = 0,22 \Rightarrow n_1 = 1$$

$$\text{У ряді, де діє сила } N_3 : n_3 \geq \frac{N_3}{T_{\text{min}} \cdot n_{\phi}} = \frac{1717 \text{ кН}}{770 \text{ кН} \cdot 3} = 0,74 \Rightarrow n_3 = 1$$

$n_{\text{ш}} = 3$  - число розрахункових швів одного нагеля (біля болта 3 зрізу).

## РОЗДІЛ 3

# ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

					<i>КНУ.МР.192.24.258с.05 АР</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Керівник</i>		<i>Тімченко</i>				<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>		<i>Тімченко</i>				<i>ПЦБ-23-1М</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Качаненко</i>						
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

### 3.1 Коротка характеристика об'єкта будівництва

Об'єкт будівництва: Офісна будівля;

Район будівництва: м.Кривий Ріг;

Поверховість: 2 поверхи;

Матеріал зовнішніх стін: монолітний залізобетон;

### 3.2 Дані інженерно-геологічних вишукувань

Дані інженерно-геологічних вишукувань подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Дані інженерно-геологічних вишукувань

№	Найменування ґрунту	Природна вологість	Вологість на межі плинності	Вологість на межі розкочування	Щільність ґрунту	Щільність частинок ґрунту	Кут внутрішнього тертя	Зчеплення	Коефіцієнт фільтрації	Коефіцієнт внутрішнього тертя
		$W$	$W_l$	$W_p$	$\rho$ , кН/м <sup>3</sup>	$\rho_s$ , кН/м <sup>3</sup>	$\varphi_{II}$ , град			
1	Насипний ґрунт, потужність 1,60 м	0,28	0,36	0,22	16,2	26,6	45	5	$5,2 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-5}$
2	Пісок крупний, потужність 1,4 м	0,08	-	-	19,2	26,6	40	-	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-5}$
3	Супісок пилуватий, коричнево-сірий, потужність 4,8 м	0,23	0,25	0,18	18,2	26,5	21	4	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$18 \cdot 10^{-5}$
4	Суглинок пилуватий, стрічковий сірий, потужність 5,4 м	0,456	0,50	0,35	17,5	26,6	6	4	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$59 \cdot 10^{-5}$

### 3.3 Визначення глибини закладення фундаменту

Нормативна глибина промерзання ґрунту основи (п.2.27 ДБН):

$$d_{fn} = d_o \sqrt{M_t};$$

де  $d_o = 0,30$  м - величина, яку приймають за п. 2.27 ДБН для пісків гравелистих, великих і середньої крупності;

$M_t = 7,8 + 7,8 + 3,9 + 0,3 + 5 = 24,8$  - безрозмірний коефіцієнт, що чисельно дорівнює сумі абсолютних значень середньомісячних від'ємних температур за зиму в цьому районі.

$$d_{fn} = 0,30 \sqrt{24,8} = 1,50 \text{ м};$$

Розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту  $d_f$ , м, визначається за формулою:

$$d_f = k_h d_{fn};$$

$k_h = 0,7$  - коефіцієнт, що враховує вплив теплового режиму споруди, який приймають: для зовнішніх фундаментів опалювальних споруд - за табл. 1 ДБН.

$$d_f = 0,7 \cdot 1,50 = 1,05 \text{ м};$$

Призначаємо глибину закладення фундаменту

$$h = d_f + 0,5 = 1,05 + 0,5 \approx 1,6 \text{ м};$$

### 3.4 Збір навантажень на фундамент

Збір навантажень подано в табл. 3.2 - 3.3.

Таблиця 3.2 - Збір навантажень на 1 м<sup>2</sup> покриття:

	Найменування	$p^H$ , кгс/м <sup>2</sup>	$k$	$p^P$ , кгс/м <sup>2</sup>
I	<u>Тимчасове навантаження:</u> Снігове навантаження за ДБН (III сніговий район)	126		180

II	<u>Постійні навантаження:</u>			
	- М'яка черепиця Shinglas	10	1,3	13
	- ОСП-листи 12мм	7,9	1,2	9,5
	- Суцільний дощатий настил	32	1,2	38,4
	- Прогони (брус 50×100)	4	1,2	5
	- Ферми (крок )1,8 м	15	1,2	18
		68,9		83,9
	РАЗОМ:	194,9		263,9
	Для розрахунку:	195		264

Таблиця 3.2 - Збір навантажень на 1 м<sup>2</sup> перекриття

	Найменування	p <sup>н</sup> , кгс/м <sup>2</sup>	k	p <sup>р</sup> , кгс/м <sup>2</sup>
I	<u>Тимчасове навантаження:</u>			
	Корисна щодо ДБН для офісних приміщень	200	1,2	240
II	<u>Постійні навантаження:</u>			
	- Лінолеум 5мм	4	1,3	5,2
	- Самовирівнювальна підлога	1,5	1,3	1,9
	10 мм	36	1,3	46,8
	- Цементно-піщана стяжка 20 мм	500	1,1	550
	- Монолітне з/б перекриття 200 мм	20	1,2	24
			561,5	
	- Підвісна стеля			
	РАЗОМ:	761,5		867,9
	Для розрахунку:	762		870

Збір навантажень на 1 п.м. фундаменту за віссю I:

Ширина умовної смуги: 3,6 м.

- Навантаження від покриття:

$$N_1^i = 195 \cdot 3,6 = 702 \text{ кН};$$

$$N_1^o = 264 \cdot 3,6 = 950 \text{ кН};$$



- Навантаження від стіни:

$$N_1^i = 2400 \cdot 0,4 \cdot 9 = 8640 \text{ êñ / ì ;}$$

$$N_1^{\delta} = N_1^i \cdot 1,1 = 8640 \cdot 1,1 = 9504 \text{ êñ / ì ;}$$

- Навантаження від 2-х перекриттів:

$$N_2^i = 762 \cdot 3,6 \cdot 2 = 5488 \text{ êñ / ì ;}$$

$$N_2^{\delta} = 870 \cdot 3,6 \cdot 2 = 6264 \text{ êñ / ì ;}$$

- Навантаження від стрічкового фундаменту:

Приймаємо попередньо фундамент 2х-ступінчастий шириною 1500:

$$N_3^i = (1,5 \cdot 0,3 + 0,9 \cdot 0,3) \cdot 2400 / 1,5 = 1152 \text{ êñ / ì ;}$$

$$N_3^{\delta} = N_3^i \cdot 1,1 = 1152 \cdot 1,1 = 1267 \text{ êñ / ì ;}$$

- Навантаження від ґрунту на обрізах фундаменту:

$$N_4^i = 0,6 \cdot 1,6 \cdot 1920 \cdot 1 = 2650 \text{ êñ / ì ;}$$

$$N_4^{\delta} = N_4^i \cdot 1,1 = 2650 \cdot 1,1 = 2915 \text{ êñ / ì ;}$$

Усього на 1 п.м. основи:

$$\Sigma^i = 702 + 8640 + 5488 + 1152 + 2650 = 18,63 \text{ òñ / ì ;}$$

$$\Sigma^{\delta} = 950 + 9504 + 6264 + 1267 + 2915 = 20,90 \text{ òñ / ì ;}$$

*Збір навантажень на стовпчасті фундаменти під колони в осях Б/В:*

Вантажна площа  $7,2 \times 3 = 21,6 \text{ м}^2$ .

- Навантаження від покриття:

$$N_1^i = 195 \cdot 21,6 = 4212 \text{ êñ;}$$

$$N_1^{\delta} = 264 \cdot 21,6 = 5702 \text{ êñ;}$$

-Навантаження від колони:

$$N_1^i = 0,4 \cdot 1 \cdot 8,7 \cdot 2400 = 8352 \text{ êñ;}$$

$$N_1^{\delta} = N_1^i \cdot 1,1 = 8352 \cdot 1,1 = 9187 \text{ êñ;}$$

- Навантаження від 2-х перекриттів:

$$N_3^i = 762 \cdot 21,6 \cdot 2 = 32918 \text{ êñ;}$$

$$N_3^{\delta} = 870 \cdot 21,6 \cdot 2 = 37584 \text{ êñ;}$$

- Навантаження від ґрунту на обрізах фундаменту:

$$N_4^i = 0,6 \cdot 1,15 \cdot 1920 \cdot 1 = 1325 \text{ кН/м};$$

$$N_4^{\delta} = N_4^i \cdot 1,1 = 1325 \cdot 1,1 = 1457 \text{ кН/м};$$

- Навантаження від фундаменту:

Приймаємо попередньо стовпчастий 3х-ступінчастий фундамент:

$$N_4^i = (1,8 \cdot 1,8 \cdot 0,3 + 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,3 + 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,3) \cdot 2400 = 3629 \text{ кН};$$

$$N_4^{\delta} = N_4^i \cdot 1,1 = 3629 \cdot 1,1 = 3992 \text{ кН};$$

Усього на 1 кв.м. основи:

$$\Sigma^i = \frac{4212 + 8352 + 32918 + 1325 + 3629}{1,8 \cdot 1,8} = 15,57 \text{ кН/м}^2;$$

$$\Sigma^{\delta} = \frac{5702 + 9187 + 37584 + 1457 + 3992}{1,8 \cdot 1,8} = 17,88 \text{ кН/м}^2;$$

### 3.5 Визначення габаритів фундаментів

Визначимо несучу здатність ґрунту в основі будівлі.

$$R = \frac{\gamma_{\text{н1}} \cdot \gamma_{\text{н2}}}{k} \left[ \dot{I}_{\text{с}} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{\text{н}} + \dot{I}_{\text{q}} \cdot d_1 \cdot \gamma'_{\text{н}} + (\dot{I}_{\text{q}} - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{\text{н}} + \dot{I}_{\text{с}} \cdot C_{\text{н}} \right];$$

Тут:

$\gamma_{\text{н1}} = 1,4$  - коефіцієнт умов роботи (пісок крупний);

$\gamma_{\text{н2}} = 1,2$  - коефіцієнт умов роботи для будівлі з жорсткою конструктивною

схемою за відношення довжини споруди до висоти  $L/H = 50,4/11,3 = 4,46 > 4$ ;

$k = 1,1$  - характеристики міцності ґрунту, визначені за таблицями ДБНа;

$$\varphi_{\text{н}} = 40^{\circ} \Rightarrow \dot{I}_{\text{г}} = 2,46;$$

$$\dot{I}_{\text{q}} = 10,85;$$

$$\dot{I}_{\text{н}} = 11,73;$$

$$\tilde{N}_{\text{н}} = 3 \text{ кН} = 0,3 \text{ кН/м}^2;$$

$$\gamma_{\text{н}} = 1,92 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_1 = \gamma_{\text{н}} \times \gamma_{\text{дф}} = 1,92 \cdot 0,95 = 1,82 \text{ кН/м}^3;$$

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,2}{1,1} \left[ 2,46 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,82 + 10,85 \cdot 2,6 \cdot 1,82 + (10,85 - 1) \cdot 2 \cdot 1,82 + 11,73 \cdot 0,3 \right] = 149 \text{ кН/м}^2;$$

Для стрічкового фундаменту під стіни в осях 1/А-Г, 4/А-Г, 5/А-Г, 8/А-Г:

Середній тиск під подошвою фундаменту:

$$P_{сд} = \frac{N^i}{1 \times b} = \frac{18,63}{1 \times 1,5} = 12,42 \text{ тн/м}^2 < R = 149 \text{ тн/м}^2;$$

Оскільки є значне недонапруження, то розрахунок фундаменту на продавлювання не ведемо. Підберемо клас бетону фундаменту й арматуру.

### 3.6 Підбір класу бетону та арматури.

а) Розрахунок по грані першого ступеня:

Довжина консолі 30 см = 0,3 м.

Розрахунковий тиск під подошвою фундаменту:

$$P_{сд}^0 = \frac{N^0}{1 \times b} = \frac{20,90}{1 \times 1,5} = 13,93 \text{ тн/м}^2 < R = 149 \text{ тн/м}^2;$$

Розрахунковий момент на ширину підосви:

$$M = \frac{D_0 \times b \times C^2}{2} = \frac{13,93 \times 1 \times 0,3^2}{2} = 0,63 \text{ тн} \cdot \text{м};$$

$$R_s = 3750 \text{ тн/м}^2 - \text{клас бетону};$$

$$A_s^0 = \frac{M}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{0,63 \times 10^5}{0,9 \times 3750 \times 25} = 0,74 \text{ м}^2;$$

б) розрахунок по грані підколонника:

$$M = \frac{D_0 \times b \times C^2}{2} = \frac{13,93 \times 1 \times 0,6^2}{2} = 2,51 \text{ тн} \cdot \text{м};$$

$$R_s = 3750 \text{ тн/м}^2 - \text{клас бетону};$$

$$A_s^0 = \frac{M}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{2,51 \times 10^5}{0,9 \times 3750 \times 55} = 1,87 \text{ м}^2;$$

Вибір арматури:

4Ø10 А – III

$$A_s = 4 \times 0,79 = 3,16 \text{ м}^2 > 1,87 \text{ м}^2 = A_s^0;$$

Фундаментну плиту армуємо сіткою зØ 10 А400 з осередком 200 × 200 мм

### 3.7 Розрахунок осідання фундаменту в осях 1,4,5,9/А-Г

Розрахунок ведемо методом пошарового підсумовування, природні

напруження на рівні підшви фундаменту становлять

$$\sigma_{zp} = N_{ad}^i \cdot 1,6 = 2,650 \text{ òñ} \cdot 1,6 = 4,24 \frac{\text{òñ}}{\text{ì}^2} = 42,40 \text{ òñ} ;$$

Додаткові напруження від навантаження на рівні підшви фундаменту становлять  $P_0 = 139 - 42,40 = 96,60 \text{ кПа}$ ;

Найменування шару ґрунту	Віднос. глибина, м	Абсолют. Глибина, м	Коефіцієнт зміни напружень за глибиною	Доповнить. Тиск, кПа	Тиск від ваги ґрунту, кПа	0,2*Zg	Модуль деформації, кПа	Осадка шару, мм
Пісок крупний	0,000	0,000	1,000	96,600	42,400	8,480	40000	0,39
	0,267	0,200	0,973	94,024	46,294	9,259		0,38
	0,533	0,400	0,928	89,645	50,188	10,038		0,36
	0,800	0,600	0,800	77,280	54,082	10,816		0,31
	1,067	0,800	0,716	69,166	57,976	11,595		0,28
	1,333	1,000	0,568	54,901	61,870	12,374		0,22
	1,600	1,200	0,449	43,373	65,764	13,153		0,17
	1,867	1,400	0,388	37,449	69,658	13,932		0,15
	2,133	1,600	0,312	30,107	73,552	14,710		0,12
	2,400	1,800	0,257	24,826	77,446	15,489		0,10
2,667	2,000	0,219	21,155	81,340	16,268	0,08		
Супісок пилуватий	2,933	2,200	0,186	17,935	85,234	17,047	13000	0,22
	3,200	2,400	0,160	15,456	89,128	17,826		0,19
	3,467	2,600	0,135	13,073	93,022	18,604		0,16
	3,733	2,800	0,121	11,656	96,916	19,383		0,14
	4,000	3,000	0,108	10,433	100,810	20,162		0,13
	4,267	3,200	0,091	8,758	104,704	20,941		0,11
	4,533	3,400	0,084	8,082	108,598	21,720		0,10
	5,867	4,400	0,048	4,637	112,492	22,498		0,06
	7,200	5,400	0,036	3,478	116,386	23,277		0,04
	8,533	6,400	0,024	2,286	120,280	24,056		0,03
	9,867	7,400	0,016	1,546	124,174	24,835		0,02
	11,200	8,400	0,015	1,449	128,068	25,614		0,02
12,533	9,400	0,013	1,256	131,962	26,392	0,02		
Сума:								3,61

### 3.8 Проектування фундаменту під колони в осях 2,3,6,7/А-Г

Необхідну площу підшви фундаменту визначають з умови:

$$A_{\text{ò}}^{\text{ò}} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{\text{òò}} \cdot \dot{I}} = \frac{50,45 \text{ òñ}}{149 \text{ òñ} / \text{ì}^2 - 1,92 \text{ ò} / \text{ì}^3 \cdot 1,6 \text{ì}} = 0,35 \text{ì} ;$$

Де  $N = 15,57 \cdot 1,8 \cdot 1,8 = 50,45 \text{ òñ}$  - сила, що діє на одну колону.

$\gamma_{\text{òò}} = 1,92 \text{ ò} / \text{ì}^3$  - усереднена об'ємна вага ґрунту і матеріалу підшви фундаменту;

$H$  - глибина закладення фундаменту, яка попередньо дорівнює 1,6 м.

1,8×1,8 - попередні розміри фундаменту.

Бачимо, що з огляду на високу несучу здатність ґрунту видно, що за заданої площі фундаменту спостерігається низька завантаженість ґрунту, приблизно на половину від його потужності. Тоді основною умовою під час вибору фундаменту є міцність бетону за дотичними напруженнями.

Реактивний тиск ґрунту під подошвою:

$$\delta'_{\text{ао}} = \frac{N}{a_{\text{o}} \cdot b_{\text{o}}} = \frac{50,45 \text{ оґн}}{1,8\text{і} \cdot 1,8\text{і}} = 15,57 \text{ оґн/і}^2 \leq R_{\text{o}} = 149 \text{ оґн/і}^2;$$

Визначаємо висоту і конфігурацію фундаменту, виходячи з трьох умов:

1. Умова міцності на продавлювання:

$$\begin{aligned} h'_{\text{o}} &= -\frac{h_{\text{k}} + b_{\text{k}}}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N}{R_{\text{bt}} + \delta'_{\text{ао}}}} = \\ &= -\frac{0,4\text{і} + 0,4\text{і}}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{50,45 \text{ оґн}}{0,9 \cdot 86,7 \text{ оґн/і}^2 + 15,57 \text{ оґн/і}^2}} = 0,168\text{і} = 16,8\text{ґн} ; \end{aligned}$$

Тут  $R_{\text{bt}} = 8,67 \text{ еґн/ґн}^2 = 86,7 \text{ оґн/і}^2$  - розрахункова міцність на розтягнення бетону фундаменту класу В10.

Враховуючи наявність бетонної підготовки під подошвою фундаменту, приймаємо повну висоту:  $h'_{\text{o}} = 16,8\text{ґн} + 10\text{ґн} \approx 30\text{ґн}$  ;

2. Умова конструктивної висоти:

$$h''_{\text{o}} = 1,5h_{\text{е}} + 5\text{ґн} + 20\text{ґн} = 1,5 \cdot 40\text{ґн} + 5\text{ґн} + 20\text{ґн} = 85\text{ґн} ;$$

3. Умова жорсткого защемлення колони у фундаменті:

$$h'''_{\text{o}} = 24d_{\text{s}} + 25\text{ґн} = 30 \cdot 1,4\text{ґн} + 25\text{ґн} = 67\text{ґн} ;$$

Приймаємо фундамент висотою  $h_{\text{o}} = 90\text{ґн}$  , триступеневий (30см+30см+30см+30см).

$$h_{\text{o}} = 90\text{ґн} - 4\text{ґн} = 86\text{ґн} .$$

Перевіримо, чи достатня висота нижнього ступеня фундаменту. Оскільки його висоту прийнято більшою за необхідну мінімальну висоту з умови на продавлювання, то перевірку на продавлювання не проводимо. Умова міцності на зріз за межами піраміди продавлювання за відсутності поперечної арматури:

а) Розрахунок по грані першого ступеня:

Довжина консолі 30 см = 0,3 м.

Розрахунковий момент на ширину підосви:

$$\dot{I} = \frac{D_0 \times b \times C^2}{2} = \frac{15,57 \times 1,8 \times 0,3^2}{2} = 1,52 \text{ } \dot{\text{о}} \cdot \dot{\text{і}} ;$$

$$R_s = 3750 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} - \text{д} \dot{\text{а}} \dot{\text{н}} \dot{\text{н}} \dot{\text{а}} \dot{\text{д}} \dot{\text{і}} \dot{\text{а}} \dot{\text{н}} \dot{\text{і}} \dot{\text{д}} \dot{\text{і}} \dot{\text{о}} \dot{\text{е}} \dot{\text{а}} \dot{\text{е}} \dot{\text{а}} \dot{\text{і}} \dot{\text{а}} \dot{\text{д}} \dot{\text{і}} \dot{\text{а}} \dot{\text{о}} \dot{\text{о}} \dot{\text{д}} \dot{\text{і}} \dot{\text{д}} \dot{\text{а}} \dot{\text{н}} \dot{\text{о}} \dot{\text{у}} \dot{\text{а}} \dot{\text{е}} \dot{\text{а}} \dot{\text{і}} \dot{\text{е}} \dot{\text{р}} ;$$

$$\dot{A}_s^{\text{од}} = \frac{\dot{I}}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{1,52 \times 10^5}{0,9 \times 3750 \times 25} = 1,80 \text{ м}^2 ;$$

б) розрахунок по грані підколонника:

$$\dot{I} = \frac{D_0 \times b \times C^2}{2} = \frac{15,57 \times 1,8 \times 0,6^2}{2} = 6,09 \text{ } \dot{\text{о}} \cdot \dot{\text{і}} ;$$

$$R_s = 3750 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} - \text{д} \dot{\text{а}} \dot{\text{н}} \dot{\text{н}} \dot{\text{а}} \dot{\text{д}} \dot{\text{і}} \dot{\text{а}} \dot{\text{н}} \dot{\text{і}} \dot{\text{д}} \dot{\text{і}} \dot{\text{о}} \dot{\text{е}} \dot{\text{а}} \dot{\text{е}} \dot{\text{а}} \dot{\text{і}} \dot{\text{а}} \dot{\text{д}} \dot{\text{і}} \dot{\text{а}} \dot{\text{о}} \dot{\text{о}} \dot{\text{д}} \dot{\text{і}} \dot{\text{д}} \dot{\text{а}} \dot{\text{н}} \dot{\text{о}} \dot{\text{у}} \dot{\text{а}} \dot{\text{е}} \dot{\text{а}} \dot{\text{і}} \dot{\text{е}} \dot{\text{р}} ;$$

$$\dot{A}_s^{\text{од}} = \frac{\dot{I}}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{6,09 \times 10^5}{0,9 \times 3750 \times 55} = 3,28 \text{ м}^2 ;$$

Приймаємо арматурну сітку з  $\varnothing 10$  А400 з осередком 200 × 200 мм ,  
 $A_s = 3,9 \text{ м}^2$ .

### 3.9 Розрахунок осідання фундаменту в осях 2,3,6,7/А-Г

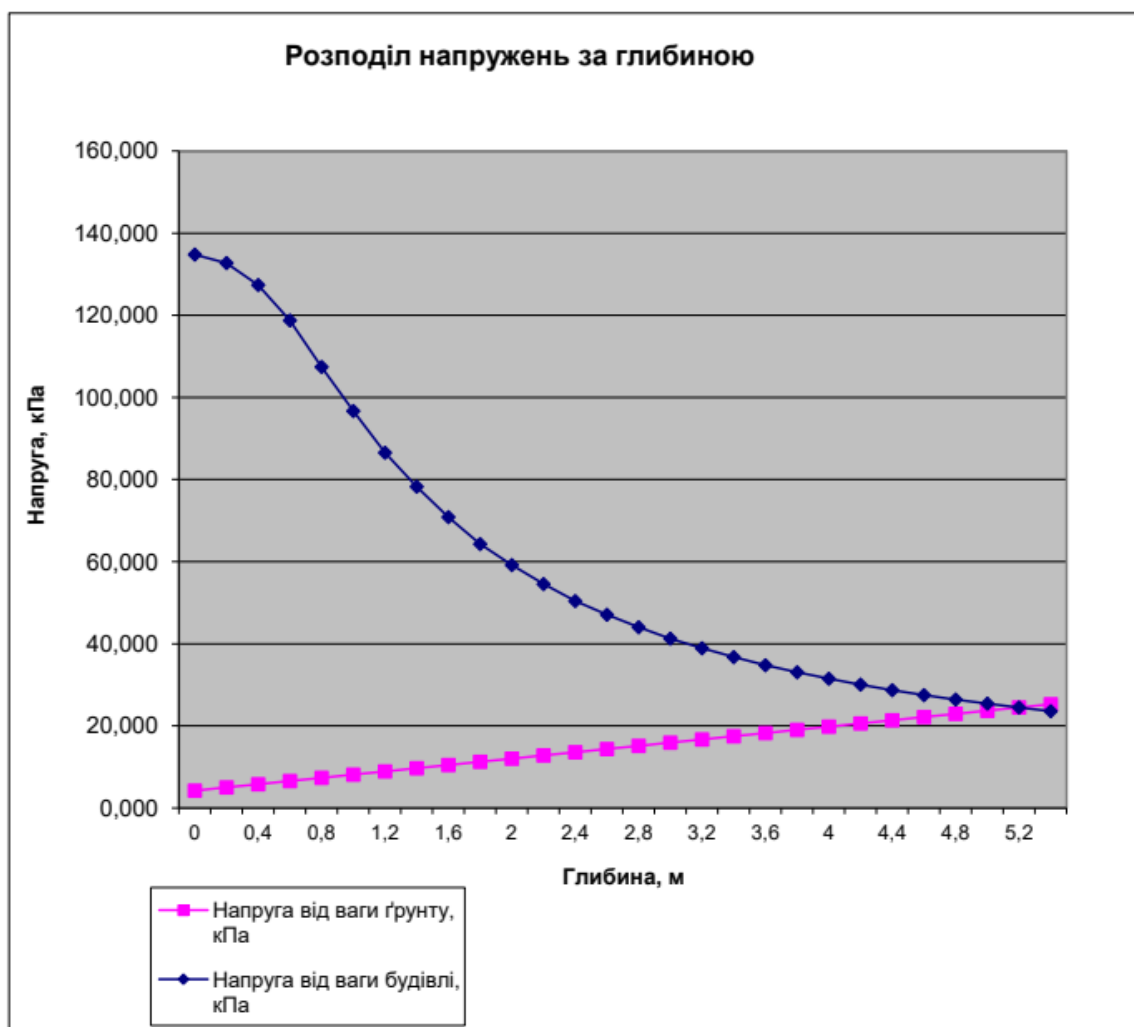
Розрахунок ведемо методом пошарового підсумовування, природні напруження на рівні підосви фундаменту становлять:

$$\sigma_{zp} = N_{\text{ао}}^i \cdot 1,6 = 1,325 \cdot 1,6 = 21,2 \text{ кПа} ;$$

Додаткові напруження від навантаження на рівні підосви фундаменту становлять  $P_0 = 156 - 21,2 = 134,8 \text{ кПа}$ ;

Найменування шару ґрунту	Віднос. глибина, м	Абсолют. Глибина, м	Коефіцієнт зміни напружень за глибиною	Доповнить. Тиск, кПа	Тиск від ваги ґрунту, кПа	0,2*Zg	Модуль деформації, кПа	Осадка шару, мм
Пісок великий	0,000	0,000	1,000	134,800	21,200	4,240	40000	0,54
	0,267	0,200	0,985	132,733	25,094	5,019		0,53
	0,533	0,400	0,945	127,386	28,988	5,798		0,51
	0,800	0,600	0,881	118,759	32,882	6,576		0,48
	1,067	0,800	0,797	107,436	36,776	7,355		0,43
Супісок пилуватий	1,333	1,000	0,717	96,697	40,670	8,134	13000	1,19
	1,600	1,200	0,642	86,542	44,564	8,913		1,07
	1,867	1,400	0,581	78,274	48,458	9,692		0,96
	2,133	1,600	0,526	70,860	52,352	10,470		0,87

2,400	1,800	0,477	64,300	56,246	11,249	0,79
2,667	2,000	0,439	59,177	60,140	12,028	0,73
2,933	2,200	0,405	54,549	64,034	12,807	0,67
3,200	2,400	0,374	50,415	67,928	13,586	0,62
3,467	2,600	0,349	47,090	71,822	14,364	0,58
3,733	2,800	0,327	44,035	75,716	15,143	0,54
4,000	3,000	0,306	41,249	79,610	15,922	0,51
4,267	3,200	0,289	38,912	83,504	16,701	0,48
4,533	3,400	0,273	36,755	87,398	17,480	0,45
4,800	3,600	0,258	34,778	91,292	18,258	0,43
5,067	3,800	0,245	33,071	95,186	19,037	0,41
5,333	4,000	0,234	31,498	99,080	19,816	0,39
5,600	4,200	0,223	30,060	102,974	20,595	0,37
5,867	4,400	0,213	28,712	106,868	21,374	0,35
6,133	4,600	0,204	27,499	110,762	22,152	0,34
6,400	4,800	0,196	26,421	114,656	22,931	0,33
6,667	5,000	0,189	25,432	118,550	23,710	0,31
6,933	5,200	0,182	24,489	122,444	24,489	0,30
7,200	5,400	0,175	23,590	126,338	25,268	0,29
Сума:						15,46



### 3.10 Проектування пального фундаменту в осях 1,4,5,9/А-Г

Запроектуємо паливий фундамент по осях 2,3,6,7/А-Г. Приймаємо палю

С60.30-6 (серія 1.011.1-10). Несуча здатність палі будь-якого виду визначається за такою формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} RA + U \sum \gamma_{cf} f_i h_i);$$

Тут  $R=135 \text{ тс/м}^2$  - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі (для піщаних ґрунтів з);  $J_L = 0,5$

$\gamma_n = 1$  - коефіцієнт умов роботи;

$A=0,09$  - площа поперечного перерізу палі;

$U=1,2\text{м}$  - периметр поперечного перерізу палі;

$\gamma_{cr} = 1, \gamma_{cf} = 1$  - коефіцієнти роботи ґрунту під нижнім кінцем палі та по бічній поверхні.

$f_i, h_i$  - розрахунковий опір по бічній поверхні і товщина і-ого шару ґрунту.

$$f_1 = 1,5 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_1 = 1 \text{ ì};$$

$$f_2 = 1,7 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_2 = 1,4 \text{ ì};$$

$$f_3 = 2,7 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_3 = 2 \text{ ì};$$

$$f_4 = 3,1 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_4 = 2 \text{ ì};$$

$$f_4 = 3,1 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_4 = 0,6 \text{ ì};$$

$$F_d = 1 \cdot [1 \cdot 135 \text{ òñ / ì}^2 \cdot 0,09 \text{ ì}^2 + 1,2(1,5 \cdot 1 + 1,7 \cdot 1,4 + 2,7 \cdot 2 + 3,1 \cdot 0,6)] \\ = 32,65 \text{ òñ};$$

Допустиме навантаження на палю:

$$F = \frac{F_d}{\gamma_g} = \frac{32,65 \text{ ò}}{1,4} = 23,32 \text{ ò};$$

Визначаємо кількість палі на 1 пог.м. ростверку:

$$n = \frac{N_{II}}{f} = \frac{20,90 \text{ ò}}{23,32 \text{ ò}} = 0,90 \approx 1;$$

Згідно з вимогами ДБН, мінімальна відстань між палями має бути не меншою:

$$S_{\min} = 3d = 3 \times 0,3 \text{ м} = 0,9 \text{ м}, \text{ максимальний крок палі } S_{\max} = 6d = 6 \times 0,3 \text{ м} = 1,8 \text{ м}.$$

приймаємо крок палі . 1 м

Висота ростверку 30 см . Сполучення палі з ростверком приймаємо шарнірним, глибина закладення палі в ростверк 0,1 м. Ширина ростверку береться



.0,9 м

Вага ростверку на 1 п.м. фундаменту:

$$G_p = 2,4 \cdot 0,3 \cdot 0,9 = 0,648 \text{ ò;}$$

Вага ґрунту на ростверку:

$$G_{гр} = 1,92 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 1,037 \text{ ò;}$$

Разом навантаження на одну палю:

$$N = 20,90 \text{ ò} + 0,648 \text{ ò} + 1,037 \text{ ò} = 22,585 \text{ ò} < F = 23,32 \text{ ò.}$$

Визначення умовної ширини пальового фундаменту:

$$\varphi_{lmt} = \frac{\sum \varphi_{li} \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{45 \cdot 0,4 + 40 \cdot 1,4 + 23 \cdot 2}{0,4 + 1,4 + 2} = 31,58 \text{ - розрахункове значення}$$

кутів внутрішнього тертя для різних шарів ґрунтів.

$$\alpha = \frac{\varphi_{lmt}}{4} = \frac{31,58}{4} = 7,90 \text{ - кут розсіювання.}$$

$$B_{\text{онб}} = 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot \sum h_i = 2 \cdot 0,139 \cdot 6 = 1,665 \text{ ì ;}$$

### 3.11 Розрахунок осідання пальового фундаменту

Розрахунок осідання ведемо методом пошарового підсумовування.

Природні напруження на рівні підшви фундаменту становлять:

$$\sigma_{zp} = (0,3 \text{ ì} \cdot 0,6 \cdot 1 \text{ ì}) \cdot 1,92 \text{ òñ / ì} = 0,384 \text{ òñ / ì} = 3,84 \text{ òñ / ì ;}$$

Додаткові напруження від навантаження на рівні підшви фундаменту становлять  $P_0 = 186,3 - 3,84 = 182,46 \text{ кПа}$ ;

Найменування шару ґрунту	Віднос. глибина, м	Абсолют. Глибина, м	Коефіцієнт зміни напружень за глибиною	Доповнить. Тиск, кПа	Тиск від ваги ґрунту, кПа	$0,2 \cdot Zg$	Модуль деформації, кПа	Осадка шару, мм
Пісок крупний	0,000	0,000	1,000	182,460	3,840	0,768	40000	0,73
	0,267	0,200	0,985	179,662	7,734	1,547		0,72
	0,533	0,400	0,928	169,323	11,628	2,326		0,68
	0,800	0,600	0,800	145,968	15,522	3,104		0,58
	1,067	0,800	0,716	130,641	19,416	3,883		0,52
	1,333	1,000	0,568	103,698	23,310	4,662		0,41
	1,600	1,200	0,449	81,925	27,204	5,441		0,33
	1,867	1,400	0,388	70,734	31,098	6,220		0,28
	2,133	1,600	0,312	56,867	34,992	6,998		0,23
	2,400	1,800	0,257	46,892	38,886	7,777		0,19

	2,667	2,000	0,219	39,959	42,780	8,556		0,16
	2,933	2,200	0,186	33,877	46,674	9,335		0,42
	3,200	2,400	0,160	29,194	50,568	10,114		0,36
	3,467	2,600	0,135	24,693	54,462	10,892		0,30
	3,733	2,800	0,121	22,017	58,356	11,671		0,27
	4,000	3,000	0,108	19,706	62,250	12,450		0,24
	4,267	3,200	0,091	16,543	66,144	13,229		0,20
	4,533	3,400	0,084	15,266	70,038	14,008		0,19
	4,800	3,600	0,077	14,049	73,932	14,786		0,17
Супісок пилюватий							13000	
							Сума:	6,99



### 3.12 Вказівки щодо гідроізоляції фундаментів і технології виконання робіт із влаштування фундаментів

Усі фундаменти зводяться з обов'язковою попередньою бетонною підготовкою з крупнопористого бетону класу В7,5 товщиною 10 см і шириною, що дорівнює ширині стрічки фундаменту або ростверку. По верхній грані ростверку укладається наплавляється гідроізоляція (руберойд 2 шари) шириною дещо більшою за ширину стрічки. Стінки котловану не підлягають зміцненню, тому що

розробка ведеться з урахуванням призми обвалення ґрунту. Глибина котловану приймається рівною глибині закладення фундаменту. По завершенні геодезичних робіт виставити опалубку по внутрішній стороні стрічки, потім встановити арматурні каркаси, виконати перев'язку. Після завершення опалубних робіт приступати до бетонування. Бетонування виконується у 2 етапи, за кількістю ступенів фундаменту. Перерва після бетонування першого ступеня - 3 дні. Щоб уникнути розтріскування бетону під час набору міцності, слід рясно поливати водою, особливо в спекотні дні. Під час виконання бетонних, опалубних, арматурних робіт дотримуватися правил техніки безпеки відповідно до нормативних вимог.

## РОЗДІЛ 4

# ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

					<i>КНУ.МР.192.24.258с.05 АР</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Керівник</i>		<i>Тімченко</i>				<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>		<i>Валовой</i>				<i>ПЦБ-23-1М</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Качаненко</i>						
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

## 4.1 Технологічна карта на влаштування монолітного перекриття

### 4.1.1 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

Складаємо калькуляцію трудових витрат і заробітної плати на влаштування монолітного перекриття (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Калькуляція трудових витрат і заробітної плати по влаштуванню монолітного перекриття

ЄНіР	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг робіт	На од. вим.		На весь обсяг		Склад ланки
				норма часу	розцінка	витрати праці	сума з/пл.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
E4-1-54	Приймання бетонної суміші (в ємкості) з очищенням кузова машини	100 м <sup>3</sup>	9,27	8,2	40-75	76,0 1	377-75	Бетонщик 2 р.-1
E1-6	Подача бетонної суміші стріловим самохідним краном	м <sup>3</sup>	927,0	0,88 0,44	4-37	815, 7 457, 9	4051-0	Машиніст 6 р.-1 Такелажник 2р.-2
E4-1-34	Влаштування опалубки	м <sup>2</sup>	1029,0	0,22	1-19	226, 4	1224-5	Тесляр 4 р.-1 Тесляр 2 р.-1
E4-1-44	Встановлення арматурних каркасів і сіток горизонтально	1 сітка	99,0	1,4	7-59	138, 6	751,41	Арматурщик 4 р.-1 Арматурщик 2 р.-3
E22-1-1	Одностороння зварка стикових з'єднань без зкосу кромки	10 п.м	7,95	4,2	25-66	33,3 9	203,99	Зварник 4 р.-1
E4-1-49	Укладання бетонної суміші в конструкції	м <sup>3</sup>	927,0	1,3	7-05	402, 3	2181-8	Бетонщик 4 р.-1 Бетонщик 2 р.-1
E4-1-54	Догляд за бетоном (поливка бетону)	100 м <sup>2</sup>	18,22	0,14	0-7	2,55	12-75	Бетонщик 2 р.-1
E4-1-34	Розбірка опалубки	м <sup>2</sup>	1029,0	0,11	0-57	113, 2	586-55	Тесляр 3 р.-1 Тесляр 2 р.-1
E4-1-44	Встановлення арматурних каркасів і сіток вертикально	1 сітка	80	2,7	14-63	216, 0	1170-4	Арматурщик 4 р.-1 Арматурщик 2 р.-1
E4-1-27	Влаштування	м <sup>2</sup>	1059,	0,22	1,19	233,	1261,21	Тесляр 4 р.-1

	опалубки перекриття		8			2		Тесляр 2 р.-1
E4-1-27	Розбірка опалубки перекриття	м <sup>2</sup>	1059, 8	0,11	0,57	116, 6	604,11	Тесляр 3 р.-1 Тесляр 2 р.-1
E4-1-26	Встановлення підтримуючих лісів	100м стійок	6,804	8,3	47,81	56,4 7	325,3	Монтажник 4 р.-1 Монтажник 3 р.-1
E4-1-27	Розбірка підтримуючих лісів	100м стійок	6,804	1,85	10,66	12,5 9	72,53	Монтажник 4 р.-1 Монтажник 3 р.-1
	<b>Всього</b>					<u>2443</u> 457, 9	12823,3	

#### 4.1.2 Визначення потреби в матеріалах, напівфабрикатах та виробих

Визначаємо потребу в матеріалах, напівфабрикатах та виробих на основі ДБНів і відомості обсягів робіт (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Визначення потреби в матеріалах, напівфабрикатах та виробих

№ п/ п	Назва робіт	Вимірні к	Кількість	Назва матеріалів	Одиниця виміру	Норма витрат	Загальна потреба
1	Влаштування перекриття ребристих на висоті від опорної площадки до бм	100м <sub>3</sub>	9,27	Цвяхи буд. з плоскою головкою 1,6×50мм	т	0,103 5	0,959
				Вапно буд. негашене комове, сорт 1	т	0,069	0,64
				Дріт металевий низьковугл. різного призначення світлий, Ø1,1мм	т	0,041	0,38
				Електроди, Ø6мм, марка E42A	т	0,067	0,621
				Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-	М <sup>3</sup>	4,1	38,01

				150мм, товщина 40-75мм, 3 сорт			
				Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 150мм і >, 2 сорт	М <sup>3</sup>	0,65	6,03
				Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 25мм, 3 сорт	М <sup>3</sup>	0,88	8,16
				Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 44мм і >, 3 сорт	М <sup>3</sup>	3,39	31,43
				Щити опалубки, ширина 300-750мм, товщина 25мм	М <sup>2</sup>	144,2	1336,7 3
				Суміші бетонні готові важкі, класу бетону В15 [М200], крупність заповнювача >10 до 20мм	М <sup>3</sup>	102	945,54
				Арматура	т	12,69	117,64
2	Кладка стін з легко бетонних каменів без облицювання при висоті поверху > 4м	м <sup>3</sup>	50,9	Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М25	М <sup>3</sup>	0,11	5,6
				Камені легкобетонні	М <sup>3</sup>	0,92	46,83
3	Влаштування перегородок з гіпсових плит товщиною до	100м <sup>3</sup>	15,2 1	Цвяхи дротові круглі формовочні 1,6×100мм	т	0,000 4	0,006

	100мм в 1 шар при висоті поверху > 4м			Гипсові в'язучі Г-3	т	0,57	8,67
				Поковки з квадратних заготовок, маса 1,8кг	т	0,008	0,12
				Прокат для армування з/б конструкцій круглий і періодичного профілю, клас А-1, Ø10мм	т	0,013	0,2
				Толь з крупнозернистої посипаної, марка ТВК-350	М <sup>2</sup>	6	91,26
				Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 40-75мм, 3сорт	М <sup>3</sup>	0,1	1,52
				Пісок природний, рядовий	М <sup>3</sup>	0,6	9,13
				Плити гіпсові для перегородок пазові	М <sup>2</sup>	91	1384,11
4	Кладка зовнішніх стін з утепленням теплоізоляційним и плитами загальною товщиною 380мм при висоті поверху > 4м	М <sup>3</sup>	226,6	Гипсові в'язучі Г-3	т	0,01	2,27
				Пісок природний, рядовий	М <sup>3</sup>	0,07	15,86
				Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М25	М <sup>3</sup>	0,25	56,65
				Розчини готові кладочні важкі вапняні, марка 10	М <sup>3</sup>	0,012	2,72
				Плити	М <sup>2</sup>	2,71	614,09



				теплоізоляційні			
				Цегла керамічна	1000шт т	0,403	91,32
5	Кладка зовнішніх стін з утепленням теплоізоляційним и плитами загальною товщиною 510мм при висоті поверху > 4м	м <sup>3</sup>	186,1	Гипсові в'язучі Г-3	т	0,008	1,49
Пісок природній, рядовий				М <sup>3</sup>	0,005	0,93	
Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М25				М <sup>3</sup>	0,25	46,53	
Розчини готові кладочні важкі вапняні, марка 10				М <sup>3</sup>	0,01	1,86	
Плити теплоізоляційні				М <sup>2</sup>	2,02	375,92	
Цегла керамічна				1000шт т	0,4	74,44	
6	Армування кладки стін	т	0,244	Дріт арматурний з низько вуглецевої сталі Вр-1, Ø3мм	т	1	0,244
Надбавки до цін заготовок за збірку і зварку каркасів і сіток плоских Ø3мм				т	1	0,244	
7	Кладка перегородок неармованих товщиною в ½ цегли при висоті поверху > 4м	100м <sup>2</sup>	0,054	Поковки з квадратних заготовок, маса 1,8кг	т	0,0023	0,00012
Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М50				М <sup>3</sup>	2,3	0,12	
Цегла керамічна				1000шт т	5	0,27	

Сумуємо однойменні матеріали і зводимо до наступної табл. 4.3

Таблиця 4.3 – Відомість потреби матеріалів

№ п/п	Назва матеріалів	Одиниця виміру	Кількість
1	Цвяхи будівельні з плоскою голівкою 1,6×50мм	т	0,959
2	Цвяхи дротові круглі формовочні 1,6×100мм	т	0,006
3	Вапно будівельне негашене комове, сорт 1	т	0,64
4	Дріт металевий низько вуглецевий різного призначення світла, Ø1,1мм	т	0,38
5	Електроди Ø6мм, марка Е42А	т	0,621
6	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 40-75мм, 3сорт	М <sup>3</sup>	39,53
7	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 150мм і >, 3сорт	М <sup>3</sup>	6,03
8	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 25мм і, 3сорт	М <sup>3</sup>	8,16
9	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 25мм і, 3сорт	М <sup>3</sup>	31,43
10	Щити опалубки, ширина 300-750мм, товщина 25мм	М <sup>2</sup>	1336,73
11	Суміші бетонні готові важкі класу В15, [М200], крупність заповнювача >10 до 20мм	М <sup>3</sup>	945,54
12	Арматура	т	117,64
13	Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М25	М <sup>3</sup>	108,78
14	Камені легкобетонні	М <sup>3</sup>	46,83
15	Гипсові в'язучі	т	12,43

16	Поковки з квадратних заготовок, маса 1,8кг	т	0,12
17	Прокат для армування з/б конструкцій круглий і періодичного профілю, клас А-1, Ø10мм	т	0,2
18	Толь з крупнозернистою посипною, марка ТВК-350	М <sup>2</sup>	91,26
19	Пісок природній, рядовий	М <sup>3</sup>	25,92
20	Розчини готові кладочні важкі вапняні, марка 10	М <sup>3</sup>	4,58
21	Плити теплоізоляційні	М <sup>2</sup>	990,0 1
22	Цегла керамічна	100 0шт	166,0 3
23	Дріт арматурний з низько вуглецевої сталі Вр-1 Ø3мм	т	0,244
24	Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка 50	М <sup>3</sup>	0,12
25	Плити гіпсові для перегородок пазові	М <sup>3</sup>	1384, 11

#### 4.1.3 Технологія виробництва робіт

Бетонування каркасу будівлі виконується за допомогою крану на гусеничному ході МКГ-16 та бетононасоса С-296. Бетонна суміш транспортується на робоче місце бетононасосом, а опалубка і арматура – краном, що переміщується з однією сторони будівлі.

До встановлення опалубки закінчують геодезичну розбивку вісей і закріплення відміток конструкцій, які зводяться. Роботу спеціалізованих ланок теслярів-опалубщиків виконують по етапам: укрупнююча збірка і ремонт опалубочних елементів; монтаж опалубки в готові для прийому бетону конструкції; чергування за спостереженням за опалубкою, яка заповнюється бетонною масою, підкріплення опалубки в потрібних містах; демонтаж конструкцій опалубки.

До встановлення опалубки фіксують вісі і відмітки. Там, де нема змоги

натягнути осьові дроти, положення вісей і відміток фіксують на окремих реперах чи наносять риси безпосередньо в місцях установки опалубки.

Організація праці арматурщиків залежить від виду виконуємих робіт. Вони можуть бути наступними: монтаж арматури з готових каркасів, блоків, сіток; укрупнюючи збірка арматурних конструкцій, габарити яких не допускають їх перевезення з заводу; збірка і монтаж арматурно-опалубочних блоків; в'язка і зварка арматури з окремих стрижнів; монтаж кондукторних приладів і встановлення анкерних болтів.

При встановленні і монтажі арматури колон робочі місця влаштовують через кожні 2 м і на висоті ставлять тимчасову огорожу. Арматуру в опалубку прогонів і балок робітники вкладають з площадок, змонтованих на ригелях, закріплених на стійках. Останні підтримують днища балок і прогонів.

За вкладання бетонної суміші і догляд за готовими конструкціями відповідають ланки бетонників. В зміст робіт, які виконуються ними входять: очищення готової і заармованої опалубки від забруднення, поливка опалубки водою і змазування її спеціальними покриттями в місцях торкання з бетоном, очищення арматури, всього інвентарю і механізмів від залишків бетонної суміші при кожній перерві в подачі бетону тривалістю більше 30 хв., а також перед обіднею перервою і в кінці зміни; переміщення і встановлення для роботи всього ланцюга механізмів прийому і доставки бетону до місця укладання; захист поверхні свіжоукладеного бетону від сонця і від дощу. Для цього застосовують мати з комишу, толь, піщану присипку, а також нанесення бітумних, емалевих і лакових плівок.

При встановленні сіток за допомогою крану дотримуються такої послідовності робіт. Спочатку один з арматурщиків розкладає бетонні прокладки по опалубці плити для створення захисного шару бетону. Рулон сітки, поданий краном до місця укладання приймають два арматурника, розструповують і розкочують його по опалубці плити перекриття. Потім сітку рихтують і укладають точно в проектне положення, арматурники ломами при піднімають сітку і встановлюють прокладки під стики стрижнів. Після укладання нижнього ряду сіток в такому ж порядку укладають верхній ряд. Проектне положення

верхніх сіток забезпечують встановленням підставок з круглої сталі.

Роботу по укладанню бетонною суміші в опалубку колони виконують бетонники. Один бетонник слідкує за виграшкою бетонної суміші з кузова самоскида в бункер. В разі необхідності він очищує кузов самоскида від бетону і віброрешітку від крупних фракцій заповнювача. Другий бетонник, відкриваючи і закриваючи затвір бункера, регулює потрапляння бетонної суміші з нього в прийомний бункер бетононасосу.

До розпалубки приступають після набрання бетоном не менше 80% проектної міцності. Спочатку розбирають опалубку колон, потім – опалубку перекриття. При розпалубці колон першими знімають підкоси, за ними хомути і в останню чергу – накривні і закладні щити. Розопалубка перекриття виконується в такій же послідовності.

#### **4.1.4 Техніка безпеки при виробництві бетонних і залізобетонних робіт**

Заходи безпеки при бетонних роботах включають в себе: безпечність опалубочних робіт, арматурних робіт, робіт, робіт при прийманні та подачі бетону, а також при вкладанні та ущільненні.

Забезпечення безпечних умов праці, профілактика професіональних захворювань і виробничого травматизму – головні задачі технології будівельного виробництва, у тому числі технології бетонних та залізобетонних робіт. Проектування виробництва будівельних робіт повинно проводитися з врахуванням заходів з техніки безпеки відповідно нормативу.

Так, при виконанні опалубочних робіт виникають небезпечні ситуації, які пов'язані з роботою на висоті з тимчасових настилів. Тому встановлюють опалубку на висоті більш 5 м потрібно доручати робочим-верхолазам з застосуванням запобіжних поясів. Встановлена опалубка перекриття повинна мати огорожу по всьому периметру. Ліси, настили, опалубку забороняється перегружати матеріалом, напівфабрикатами і обладнанням вище проектної норми.

При розбірці опалубки слід приймати заходи, які попереджують випадкове падіння елементів опалубки, обвал підтримуючих лісів і конструкцій. Забороняється складувати на підмостях чи робочій підлозі елементи опалубки, що

розбираються чи матеріали від розбирання, а також зкидувати з висоти.

Розопалубку перекриття потрібно починати з розбирання опалубки колон і підпорних місць прогонів і балок. Далі продовжують розбирати елементи опалубки плит перекриття і опалубку бічних поверхонь прогонів і балок.

Арматурні роботи з точки зору безпеки також мають характерні особливості. Під час підймання на опалубку необхідно зберегти форму арматури і не допустити випадання елементів з захватних пристосувань кранів. Зварювання арматури створює зону підвищеної небезпеки. Необхідно передбачити захист робітників від світу, який сліпить очі, а опалубку – від можливого запалу. Корпуси зварювальних апаратів, зварюємі деталі арматури слід надійно заземлювати. Зварювальні роботи на відкритому повітрі під час грози, дощу і снігопаду проводити забороняється. Зварювальні агрегати повинні бути захищені від дощу навісами.

Для встановлення арматури колон, стін і інших вертикальних конструкцій висотою більше 3 м через кожні 2 м по висоті влаштовують підмості з настилом шириною не менше 1 м і огорожею висотою не менше 0,8 м. Зберігати запаси арматури на підмостях забороняється. При очищенні арматури від окалини чи іржі робітники повинні користуватися брезентовими рукавицями і захисними окулярами. Зварювальники допускаються до роботи при наявності в них брезентового одягу, рукавиць і маски із захисним склом.

До підйому краном бетону в бункерах перевіряють їх виправність, в тому числі надійність замків, які не допускають випадкового вигруження бетонної суміші. У відповідності до нормативу при розвантаженні бетону з бункеру відстань від бункеру до поверхні, на яку вигружають бетон, не повинна перевищувати 1 м. Розчинонасос встановлюємо так, щоб навколо нього залишалися проходи 1,3 метри завширшки. До початку роботи всю систему бетоноводу випробовуємо гідравлічним тиском, що перевищує в 1,5 рази робоче. На робочому місці встановлюють огорожу, необхідний інвентар, запобіжні і захисні пристрої, передбачені технікою безпеки. Щодня перед початком укладання бетону перевіряється стан тари, засобів підмоцнення, опалубки. Знайдені несправності негайно усуваються.

Для ущільнення бетонної суміші використовують електровібратори з надійним заземленням. Вібрація чинить негативний вплив на організм людини, тому рукоятки вібраторів обладнують амортизаторами.

#### **4.2 Сітковий графік будівництва**

В якості календарного плану будівництва в дипломному проекті розроблений сітковий графік будівництва, що відбиває технологічні й організаційні взаємозв'язки процесу будівництва і потокові методи проведення робіт. Сітковий графік являє собою модель з розрахованими тимчасовими параметрами.

Довжина критичного шляху сіткового графіка – 274 дня.

Вихідними даними для побудови сіткового графіка будівництва є:

1. Технічна документація (проект, робочі креслення).
2. Типові технологічні карти.
3. Проект проведення робіт.
4. Картка-визначник робіт сіткового графіка.

В основі побудови сіткового графіка лежать поняття “робота” і “подія”. Робота – виробничий процес, що вимагає витрат часу і матеріальних ресурсів і, що приводить до досягнення конкретних результатів. Чекування – процес, що вимагає тільки витрат часу і не потребує ніяких матеріальних ресурсів. Є технологічною або організаційною перервою між роботами, виконуваними друг за другом. Залежність – введена для відображення технологічного й організаційного взаємозв'язку робіт і не вимагає ні часу, ні ресурсів. Подія – факт закінчення однієї або декількох робіт, необхідний і достатній для початку наступних робіт (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Картка-визначник для сіткового графіку

№ п/п	Найменування роботи	Нормативний джерело	од.	Об'єм роботи	Трудомісткість, чол-дн / маш-см			Змінність роботи	Тривалість роботи, дн	Склад бригади	Число робітників за зміну	Основні будівельні машини	
					нормативна		проектна					найменування, марка	Кіл-ть
					на од. змін.	на обсяг роботи	на обсяг роботи						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	<b>1. Земляні роботи</b>												
1	Зрізання чагарника та дрібнолісся в ґрунтах природного залягання кущорізами на тракторі 108 к.с., чагарник і дрібнолісся : густі	Е 1-02112-1	1 га	0,22	-	-	-	1	1	машиніст бр-1	-	бульдозер Д271А	1
2	Валка дерев м'яких порід з кореня. Діаметр стволів : до 20 см	Е 1-02099-2	100	0,2	6,52	1,30	1	1	1	машиніст бр-1 робітник 2р-1	1	бульдозер Д271А	1
3	Планування площ бульдозерами потужністю 410 к.с.	Е 1-01088-1	1000 кв.м.	2,2	-	-	-	1	1	машиніст бр-1	-	бульдозер Д271А	1



4	Розробка ґрунту в траншеях екскаватором "зворотна лопата" з ковшем місткістю 1 куб.м., група ґрунтів :2	Е 1-01009-2	1000 куб.м.	0,56	-	-	-	2	8	машиніст бр-1	-	Екскаватор Е652Б	1
					35,40	19,82	16						
5	Засипка траншей та котлованів із переміщенням ґрунту до 5 м бульдозерами потужністю 180 к.с., 1 група ґрунтів	Е 1-01035-1	1000 куб.м.	0,09	-	-	-	1	1	машиніст бр-1	-	бульдозер Д271А	1
					1,98	0,18	1						
	<b>2.Фундаменти</b>												
6	Пристрій підстави під фундаменти : піщаного	Е 1-01002-1	1 куб.м.	28	-	-	-	2	4	машиніст бр-1	-	бульдозер Д271А	1
					0,29	8,12	8						
7	Влаштування стін підвалів та	Е 6-01024-7	100 куб.м.	1,4	167,49	234,49	192	2	6	машиніст бр-4 тесляр 4р-	16	Кран КС - 4572 Автомобіль	4

	підпірних стін залізобетонних висотою : до 6м, товщиною до 500мм				38,95	54,53	48			4 бетонщик 4р-4 арматурни к 3р-4 робітник 2р-4		бортовий 5т Бетононасо с Автобетоно змішувач	
8	Гідроізоляція збоку обмазувальна бітумна в 2 шари за вирівняною поверхні будової кладки, цегли , бетону	Е 8-01003-7	100 кв.м.	10,08	1,48	14,92	12	2	1	робітник 2р-6	6	Бітумний котел	1
					0,20	2,02	2						
9	Гідроізоляція стін, фундаментів : горизонтальна. обклеювальна в 2 шари	Е 8-01003-3	100 кв.м.	0,12	20,08	2,41	2	2	1	робітник 2р-1	1	Бітумний котел	1
					0,67	0,08	2						
	<b>3. Монолітне бетонування</b>												
10	Пристрій залізобетонних стін та перегородок висотою : до 3м, товщиною 500мм	Е 6-01031-5	100 куб.м.	2,04	245,32	500,45	448	2	14	машиніст 6р-4 тесляр 4р-4 бетонщик 4р-4 арматурни к 3р-4	16	Кран КС - 4572 Автомобіль бортовий 5т Бетононасо с Автобетоно змішувач	4
					56,16	114,57	112						

										робітник 2р-4			
11	Пристрій перекрыттів	Е 6-01041-1	100 куб.м.	3	116,84	350,52	320	2	10	машиніст 6р-4 тесляр 4р- 4 бетонщик 4р-4 арматурни к 3р-4 робітник 2р-4	16	Кран КС - 4572 Автомобіль бортовий 5т Бетононасо с Автобетоно змішувач	4
					31,17	93,51	80						
	<b>4. Сходи</b>												
12	Установка сходових майданчикі в при найбільшом у масі монтажних елементів у будівлі до 5 т з опиранням : на стіну	Е 7-01047-1	100 шт	0,04	208,25	8,33	8	2	1	Монтажни к 4р-4	4	Кран КС - 4572	1
					54,55	2,18	2						
	<b>5. Покрівля</b>												
14	Установка кровок	Е 10-02036- 1	1 куб.м.	92	2,97	273,24	256	2	8	Монтажни к 4р-12	16	Кран КС - 4572	2



<b>7. Вікна</b>													
20	Монтаж віконних блоків з алюмінієвих багатокамерних профілів з герметичними склопакетами	Е 9-04009-4	100 кв.м.	6,05	28,94	175,09	168	2	14	Машиніст бр-1 Монтажники к 4р-4 Робочий 2р-2	6	Кран КС - 4572	1
					4,89	29,58	28						
21	Пристрій герметизації коробок віконних та дверних у житлових та громадських будинках	Е 10-01028-3	100 м	6,05	24,55	148,53	144	2	12	Монтажники к 4р-4 Робочий 2р-2	6		-
					-	-	-						
<b>8. Двері</b>													
22	Встановлення блоків у зовнішніх та внутрішніх дверних отворах : у кам'яних стінах площею отвору до 3 кв.м.	Е 10-01039-1	100 кв.м	0,73	68,97	50,35	48	2	4	Монтажники к 4р-4 Робочий 2р-2	6		-
					13,34	9,74	-						

23	Монтаж: конструкції дверей	Е 9-06001-1	1 т.	0,2	89,49	17,90	16	2	4	Монтажни к 4р-2	2		-
					1,22	0,24	-						
	<b>9. Підлоги</b>												
24	Пристрій гідроізоляці ї обклеюваль ний рулонними матеріалами : на мастиці бітуміноль перший шар	Е 11-01004- 2	100 кв.м.	7,56	4,43	33,49	32	2	2	Робочий 2р-8	8	Бітумний котел	1
					0,56	4,23	4						
25	Пристрій стяжок : цементних товщиною 20 мм	Е 11-01011- 1	100 кв.м.	22,68	5,42	122,93	112	2	7	Бетонщик 4р-4 Робочий 2р-4	8	Бетонозміш увач БП-2Г Кран КС - 4572	2
					1,27	28,80	28						
26	Пристрій покриттів : шліфування бетонних або металоцеме нтних покриттів	Е 11-01011- 1	100 кв.м.	22,68	6,40	145,15	112	2	7	Бетонщик 4р-4 Робочий 2р-4	8	Віброрейка Машина для затирання підлоги	2
					1,27	28,80	28						
27	Пристрій покриттів : керамограні	Е 11-01051- 1	100 кв.м.	4,54	30,05	136,43	112	2	7	Каменяр 4р-6 Робочий	8		-

	тних плиток: розміром 40 на 40 см				-	-	-			2р-			
28	Пристрій покриттів : лінолеуму на клеї : КН-2	Е 11-01051-1	100 кв.м.	10,58	12,57	132,99	112	2	7	Робочий 2р-8	8		-
					-	-	-						
29	Пристрій плінтусів полівінілхлоридних : на клеї КН-2	Е 11-01040-1	100 м	11,32	1,52	17,21	12	2	3	Робочий 2р-2	2		1
					0,03	0,34	6						
	<b>10. Внутрішня оздоблення</b>												
30	Покращена штукатурка цементно-вапняним розчином по каменю : стін	Е 15-02001-1	100 кв.м.	19,22	7,21	138,58	112	2	7	Штукатур -маляр 4р-8	8	Автомобіль бортовий 5т Штукатурний агрегат АПС-2500	2
					2,78	53,43	28						
31	Штукатурка поверхонь віконних та дверних укосів по бетону та каменю : плоских	Е 15-02031-1	100 кв.м.	0,6	48,95	29,37	24	2	4	Штукатур -маляр 4р-3	3		-
					-	-	-						

32	Забарвленн я полівінілаце татними водоємультсі йними складами покращена : по штукатурці стель	E 15-04005- 4	100 кв.м.	20,09	0,87	17,48	16	2	2	Штукатур -маляр 4р-4	4	Краскопуль т SL-140	2
					0,35	7,03	8						
33	Забарвленн я полівінілаце татними водоємультсі йними складами покращена : по штукатурці стін	E 15-04005- 3	100 кв.м.	24,06	0,98	23,58	16	2	2	Штукатур -маляр 4р-4	4	Краскопуль т SL-140	2
					0,17	4,09	8						
34	Гладка облицюван ня стін, стовпів , пілястр та укосів (без карнизних плиток) на клеї із сухих сумішей : по цеглі та бетону	E 15-01019- 5	100 кв.м.	3,58	12,73	45,57	32	2	4	Штукатур -маляр 4р-4	4		-
					-	-	-						
35	Покращене фарбування масляними	E 15-04025- 4	100 кв.м.	1,75	9,32	16,31	8	2	2	Штукатур -маляр 4р-2	2		-





38	Пристрій покриття товщиною 4 см з гарячих асфальтобетонних сумішей щільних дрібнозернистого типу АБВ	Е 27-06020-1	1000 кв.м.	0,846	38,30	32,40	32	2	4	Робочий 2р-4	4	Бітумний котел Кран КС - 4572	2
					19,12	16,18	16						
	<b>13. Прокладання комунікацій</b>												
39	Уривок траншей під зовнішні комунікації	Е2-1-13	100 куб.м.	7,15	-	-	-	2	1	Машиніст 6р-1	-	Екскаватор Е652Б	1
					0,32	2,29	2						
40	Зовнішні мережі водопроводу	Кошторисний розрахунок №9	100 м	0,25	14,38	3,60	6	2	1	Робочий 2р-3	3		-
					-	-	-						
41	Мережі теплопостачання	Кошторисний розрахунок №10	100 м	0,4	48,15	19,26	12	2	2	Робочий 2р-3	3		-
					-	-	-						
42	Зовнішні мережі каналізації	Кошторисний розрахунок №11	100 м	0,35	35,63	12,47	12	2	2	Робочий 2р-3	3		-
					-	-	-						

43	Пристрій зовнішніх кабельних мереж	Кошторисний розрахунок №16	100 м	0,35	35,63	12,47	12	2	2	Монтажники 4р-3	3		-	
					-	-	-							
44	Засипання траншей	Е2-1-34	100 куб.м.	6,22	-	-	-	1	1	Машиніст 6р-1	-		Екскаватор Е652Б	1
					0,05	0,31	1							
	<b>14. Різні роботи</b>													
45	Тимчасові дороги	Е1-324	100 кв.м.	84,6	-	-	-	2	6		-		Бульдозер Д271А Кран КС - 2572	2
					0,30	25,38	24							
46	Тимчасові будівлі та споруди	Зведений кошторисний розрахунок , п.13	руб.	3519 80	5 500,00	64,00	60	2	5	Тесляр 4р-4 Робочий 2р-1	6			-
					-	-	-							
47	Санітарно-технічні роботи	Кошторисний розрахунок №№1-5												
	1 етап		руб	1760 76	6 000,00	29,35	24	2	3		4			-
					-	-	-							
	2 етап		руб	1980 85	6 000,00	33,01	32	2	4	Монтажники 4р-4	4			-
					-	-	-							
	3 етап		руб	6602 8	6 000,00	11,00	16	2	2		4			-
					-	-	-							
48	Електромотажні роботи	Кошторисний розрахунок №№1-5												
	1 етап		руб	9696	5 500,00	17,63	16	2	2	Монтажники	4			-

				0	-	-	-			к 4р-4			
	2 етап		руб	1090 80	5 500,00	19,83	16	2	2		4		-
	3 етап		руб	3636 0	5 500,00	6,61	8	2	1		4		-
49	Благоустрій та озеленення	Е 47-01046- 6	100 кв.м.	12,7	5,99	76,07	24	1	3	Робочий 2р-8	8		2
	<b>РАЗОМ</b>					<b>3 199,02</b>	<b>2 841,00</b>		<b>214</b>				
						<b>615,76</b>	<b>545,00</b>						
50	Задача об'єкта	1% від підсумку				31,99	28	2	3	Робочий 2р-1	6		
	<b>РАЗОМ ОСНОВНИ Х РОБОТ</b>					<b>3 231,01</b>	<b>2 869</b>		<b>217</b>				
						<b>615,76</b>	<b>545,00</b>						
51	Супутні роботи	15% від основних робіт				484,65	430,41	2	35	Робочий 2р-8	8		
	<b>РАЗОМ З СУПУТНИ МИ РОБОТАМ И</b>					<b>3 715,67</b>	<b>3300</b>		<b>252</b>				
						<b>615,76</b>	<b>545,00</b>						

## 4.3 Проектування будгенплану об'єкта

### 4.3.1 Визначення потреби в інвентарних будівлях

Потребу в інвентарних будинках на будівельному майданчику визначаємо виходячи із кількості працюючих на виробництві. Кількість працюючих на будівельному майданчику із врахуванням структури, прийнятого для житлово-цивільного будівництва:

- робітники складають 85% від кількості працюючих;
- ІТП – 8%;
- службовці – 5%;
- МОП і охорона – 2%;

Кількість працюючих визначається за формулою:

$$N_{заг} = (N_{роб.} + N_{ИТП} + N_{служб.} + N_{МОП})k,$$

де  $N_{заг}$  – загальна кількість працюючих на будівельному майданчику, чол.;

$N_{роб.}$  – кількість робітників, що береться за календарним планом, чол.;

$N_{ИТП}$  – кількість інженерно-технічних працівників (ІТР), чол.;

$N_{служб.}$  – кількість службовців, чол.;

$N_{МОП}$  – кількість молодшого обслуговуючого персоналу (МОП), чол.;

$k$  – коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби, виконання суспільних обов'язків,  $k = 1,05-1,06$ .

$$N_{заг} = (29 + 3 + 2 + 1)1,05 = 37 \text{ чол.}$$

Розрахунок площі інвентарних будинків санітарно-побутового призначення здійснюємо, виходячи із кількості працюючих, які зайняті на будівельному майданчику у найбільш чисельну зміну і визначається по календарному графіку:

$$N_{max} = 29 \text{ чол.}$$

Таблиця 4.5 – Відомість розрахунку інвентарних тимчасових будівель санітарно-побутового та адміністративного призначення

№ п / п	Найменування будівлі	Розрахунок чисельність, що обслуговується, чол	Норма на 1 чол, м <sup>2</sup>	Розрахунок площа, м <sup>2</sup>	Шифр типового проекту будівлі	Розміри в плані, м	Кількість будівель	Прийнята за проектом площа, м <sup>2</sup>	Тип будівлі (конструктивна характеристика)
	<b>Адміністративні</b>								
1	Кантора	2	4	8	УТС 420-01-3	2,7×9,0	1	22	пересувне
2	Куточок відпочинку	24	0,75	18	ППБТ-КУ	3,0×9,0	1	25	контейнер
3	Диспетчерська	1	7	7	УТС 420-01	2,3×5,5	1	11,5	контейнер
4	Приміщення для їди	24	0,25	6	ПС-24	12,1×6,3	1	54	пересувне
	<b>Побутові</b>								
5	Гардеробні	29	0,5	14	УТС 420-04-21	2,7×6,0	2	14,4	контейнер
6	Душева з переддушевою (чоловіча)	20	0,82	16	ПД-1	3,1×8,5	1	24,3	пересувне
7	Душова з переддушевою (жіноча)	9	0,82	8	ПД-1	3,1×8,5	1	24,3	пересувне
9	Сушарка	29	0,2	6	УТС 420-01-13	2,7×9,0	1	22	пересувне
10	Туалет (чоловічий)	20	0,14	3	УТС 420-04-23	2,7×6,0	1	14,3	контейнер
11	Туалет (жіночий)	9	0,07	1	УТС 420-04-23	2,7×6,0	1	14,3	контейнер

### 4.3.2 Розрахунок площі складських приміщень

Розрахунок здійснюється у табличній формі табл.

Для зберігання 8...10 видів матеріалів чи конструкцій розраховується площа відкритих та закритих складів.

Потрібна площа складів для зберігання матеріалів, виробів та обладнання визначається розрахунком на підставі:

- нормативів площі складів;
- нормативів запасів основних матеріалів та виробів;
- середньодобової витрати матеріалів;
- нерівномірності споживання матеріалів та виробів із врахуванням коефіцієнту 1,3.

Для організації складського господарства на будівельному майданчику передбачаємо:

- відкриті майданчики для зберігання цегли, залізобетонних конструкцій та інших матеріалів і конструкцій, на які не впливають коливання температури і вологість;
- приміщення для зберігання столярних виробів, рулонних матеріалів, азбоцементних листів та ін.;
- закриті склади двох типів: опалювальні (для збереження лакофарбових матеріалів, хімікатів і т.п.) і неопалювальних (для зберігання войлоку, мінеральної вати, гіпсокартонних листів, скла, покрівельної сталі, електротехнічних матеріалів, фанери і т.п.).

Площа складів розраховується за кількістю матеріалів:

$$Q_{зан} = Q_{заг} / T \alpha n k ,$$

де  $Q_{зан}$  - запас матеріалів на складі;

$Q_{заг}$  - загальна кількість матеріалів, необхідних для будівництва;

$\alpha$  - коефіцієнт нерівномірності постачання матеріалів на склади (для авто- та залізничного транспорту  $\alpha = 1,1$ );

$T$  - тривалість розрахункового періоду (береться з календарного плану), днів;

$n$  - норма запасів матеріалів, днів.

Приймаються наступні норми запасу матеріалів:

- місцеві – 2...5 днів (цегла, бутовий камінь, щебінь, пісок, шлак, збірні з/б конструкції, блоки, панелі, утеплювач, перегородки);
- привізні – 10...15 днів (цемент, вапно, скло, рулонні матеріали, віконні блоки, двері, металеві конструкції).

$k$  - коефіцієнт нерівномірності витрат матеріалів,  $k = 1,3$ .

Корисна площа складу  $F$  без проходів визначається за формулою:

$$F = Q_{зан} / q,$$

де  $q$  - кількість матеріалів, що вкладається на 1 м<sup>2</sup> складу.

Загальна площа складу:

$$S = F / \beta,$$

де  $\beta$  - коефіцієнт на проходи .



Таблиця 4.6 – Відомість площ відкритих складів

№ п / п	Найменування матеріалів та виробів	Од. змін	Кількість матеріалів необхідна для будівництва	Добова витрата	Прийнятний запас на од. змін	Нормативний запас, дн	Норма складу на од. вим., м <sup>2</sup>	Розрахункова площа, м <sup>2</sup>	Прийняті розміри складу, м <sup>2</sup>	Прийнята площа, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Кроквяні конструкції	м <sup>3</sup>	92	12	24	2	2	48	2 × 15 (2)	60
2	Цемент	м <sup>3</sup>	150	6,25	12,5	2	2	25	5×5	25
3	Пісок та щебінь	м <sup>3</sup>	450	18,75	37	2	4	148	10×15	150
6	Арматура	т	47,5	2,21	4,42	2	2,5	11,05	5×3	15
									<b>Разом</b>	<b>238</b>

### 4.3.3 Розрахунок водопостачання будівельного майданчику

При проектуванні тимчасового водопостачання необхідно визначити потребу, вибрати джерело, запроектувати схему, розрахувати діаметри трубопроводів і прив'язати трасу і споруди на будгенплані. В першу чергу розраховується найбільша секундна витрата води на виробничі, господарсько-життєві й протипожежні потреби:

а) господарські витрати води за годину,  $m^3$ :

$$Q_{госп} = \frac{N \cdot D \cdot K_1}{n \cdot 1000} = \frac{29 \cdot 60 \cdot 2,7}{16 \cdot 1000} = 0,3 \text{ м}^3,$$

де  $N = 29$  чол. – максимальна кількість працюючих у зміні;

$D = 60$  літрів – питоми витрати води на одного працюючого в зміні;

$K_1 = 2,7$  – коефіцієнт нерівномірності водопостачання за годину;

$n = 16$  год. – число годин у зміні.

Виробничі витрати води за годину:

$$Q_{вироб.} = \frac{\rho_{пр} \cdot D \cdot K_2}{n \cdot 1000} = \frac{(15,4 + 25,3 + 8,6 + 116,5 + 58,3) \cdot 1760 \cdot 1,6}{16 \cdot 1000} = 39,4 \text{ м}^3$$

де  $\rho_{пр}$  – обсяг роботи, що виконується в зміні;

$D$  – питома витрата води на одиницю обсягу роботи, л;

$K_2 = 1,6$  – коефіцієнт нерівномірності водопостачання.

Витрати води за годину на охолодження ДВЗ:

$$Q_{дв} = \frac{1,2 \cdot W_t \cdot N}{1000} = \frac{1,2 \cdot 85 \cdot 180}{1000} = 18,4 \text{ м}^3$$

де  $W_t$  – питоми витрати води на 1 к.с. потужності двигунів внутрішнього згорання;

$N$  – потужність двигуна .

Сумарні витрати води на виробничі і господарські потреби:

$$\Sigma Q = Q_{госп} + Q_{вир} + Q_{дв} = 0,3 + 39,4 + 18,4 = 58,7 \text{ м}^3$$

Розрахункові секундні витрати води:

$$q_{розр} = \frac{\Sigma Q \cdot 1000}{3600} + q_{пож} = \frac{58,7 \cdot 1000}{3600} + 10 = 26,3 \text{ л / с}$$

де  $q_{пож} = 10$  л/с – витрати води на протипожежні потреби.

Діаметр водопровідної лінії:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{пож} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 26,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 150 \text{ мм}$$

де  $V$  – швидкість руху води, м/с.

#### 4.3.4 Розрахунок електропостачання будівельного майданчика

Потреба в загальній електричній потужності з врахуванням втрат і одночасної роботи всіх споживачів:

$$P_{заг} = 1,1 \left( \frac{K_1 \cdot \sum P_c}{\cos \varphi} + K_2 \cdot \sum P_m + K_3 \cdot \sum P_{он} + K_4 \cdot \sum P_{ОВ} \right) =$$

$$= 1,1 \left( \frac{0,4 \cdot 65,3}{0,75} + 55,4 + 0,9 \cdot 4,8 + 4,82 \right) = 96,3 \text{ кВт},$$

де:

$\cos \varphi = 0,75$  – коефіцієнт потужності;

$K_1=0,4, K_2=1,0, K_3=0,9, K_4=1,0$  – коефіцієнт попиту;

$\sum P_c = 65,3$  кВт – витрати електроенергії для живлення електродвигунів

$\sum P_m = 55,4$  кВт – потужність на технічні потреби;

$\sum P_{он} = 4,8$  кВт – витрати електроенергії на освітлення майданчика;

$\sum P_{ОВ} = 4,82$  кВт – для освітлення приміщень;

Розрахунок проводимо у відповідності до таблиці 5.14.

Таблиця 4.7 – Розрахунок електропостачання

№ п/п	Найменування споживачів	Од. виміру	Обсяг або кількість	Потужність на одиницю, кВт	Загальні витрати ел.енергії
Силова електростанція					120,7
1	Кран КБ-503А.1	шт.	1	65,3	65,3
2	Зварювальний апарат СТЕ-24	шт.	2	27,7	55,4
Внутрішнє освітлення					4,82
3	Контора і побутові приміщення	м <sup>2</sup>	114,3	0,015	1,7145
4	Душові	м <sup>2</sup>	24,3	0,003	0,0729

5	Навіси	м <sup>2</sup>	73,5	0,003	0,22
6	Закриті склади	м <sup>2</sup>	187,5	0,015	2,81
Зовнішнє освітлення					4,8
7	Територія майданчика	100 м <sup>2</sup>	137,70	0,005	0,6
8	Відкриті складські майданчики	100 м <sup>2</sup>	3	0,05	0,2
9	Освітлення робочого місця прожектором	шт.	4	1	4

За отриманими даними приймаємо трансформаторну станцію КТП 100-10 потужністю 100 кВт .

Б) Розрахунок і організація освітленості будівельного майданчика.

Проектування освітленості будівельного майданчика полягає у визначенні необхідної освітленості, підборі і розташування джерел світла, розрахунку необхідної для їх споживання потужності.

Розрахунок кількості прожекторів  $n$  для будівельного майданчика розраховуємо через питому потужність:

$$n = pES/P_{\lambda} = 0,26 \cdot 5 \cdot 13770 / 500 = 36 .$$

де  $p$  - питома потужність,

$p = 0,25 \dots 0,40 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{лк}$  - при освітленні прожекторами ПЗС-35,

$E$  - освітленість, лк;

$S$  - площа, що підлягає освітленню, м<sup>2</sup>;

$P_{\lambda}$  - потужність лампи прожектора, Вт.  $P_{\lambda} = 500$  і  $1000$  Вт для ПЗС-35,

Приймаємо 36 прожекторів ПЗС-35.



### 4.3.5 Опис буд генплану

Будівельний генеральний план розроблений на стадію монтажних робіт. На БГП наносимо контури будівлі з зазначенням монтажної зони (7м від будівлі) та небезпечної зони роботи крана. Небезпечна зона – це простір, який знаходиться у межах можливого переміщення вантажу, підвішеного на гаку крана. Межу цієї зони визначають відстанню по горизонталі від точки улаштування крана.  $R_{нз} = R_{max} + 0.5l_{max} + l_{без}$

Для стрілових кранів небезпечну зону визначають довжиною стріли крана за плюсом половини довжини найбільшого вантажу та розсіювання вантажу при падінні. Небезпечні зони відмічають на будгенплані лінією з відповідним написом.

Для внутрішньо майданчикових доріг використовуємо тимчасові дороги, які зводяться в підготовчий період. Внутрішньо майданчикові дороги можуть бути односторонніми (шириною 3,5м) та двосторонніми (шириною 6м). Радіус закруглення доріг на поворотах 24м. Відстань між дорогами та складом повинна бути більшою за 0,5м, а між дорогою та огороженням – не менше 1,5м. Схема доріг має кільцевий вигляд. Дороги зовні будівлі влаштовані з дорожніх бетонних плит, а в середині будівлі – з щебеню невеликої фракції. В місця роботи кранів та в інших небезпечних зонах встановлюються знаки, які попереджують про небезпеку та лімітують швидкість. Залізобетонні конструкції, окрім стінових панелей, розміщують в середині будуємого об'єкту біля місць їх встановлення. Склади піска, гравію, щебеню розміщуємо вздовж доріг. Навіс розміщують вздовж доріг, але не в зоні роботи кранів. Стінові панелі розміщують вздовж доріг по периметру будівлі.

При розміщенні на БГП тимчасових будівель з точки зору безпечних та санітарних умов повинні враховуватись небезпечні зони роботи крана, тобто всі будівлі повинні знаходитись поза небезпечної зони. Тимчасові будівлі повинні розміщуватись біля в'їзду на будівельний майданчик, скомпоновані вони у вигляді побутового містечка. Відстань між заблокованими групами будівель повинна бути не менше за 1,5м. Загальна довжина заблокованих будівель не повинна перевищувати 30м. Відстань від дороги не менше 1,5м.

Тимчасові електро шляхи зображенні схематично: вказані трансформаторна підстанція, розподільні шафи. Радіус обслуговування однієї розподільчої шафи 25м. Повітряні шляхи електропередач влаштовані вздовж доріг, опори ЛЕП застосовуються для ліхтарів зовнішнього освітлення.

В будівництві використовують струм 380В (для роботи електродвигунів) та 220В (для освітлення). Кабельні мережі прокладають на глибині 0,8м.

Тимчасове водо забезпечення влаштовують по кільцевій схемі. Пожежні гідранти встановлюються на відстані не більше 100м. Фонтанчики для питних потреб встановлюються на відстані до 75м від робочих місць та в побутовому містечку.

#### **4.3.6 Техніко-економічні показники будгенплану**

1. Коефіцієнт забудови:

Загальна площа майданчику  $S_{\text{заг}}=7433 \text{ м}^2$ .

Площа доріг  $S_{\text{дор}}=560 \text{ м}^2$ .

Площа побутового містечка  $S_{\text{поб}}=2850 \text{ м}^2$ .

Площа будівлі  $S_{\text{буд}}=1486,76 \text{ м}^2$ .

$$K_{\text{заб}} = \frac{S_{\text{дор}} + S_{\text{поб}} + S_{\text{буд}}}{S_{\text{заг}}} = \frac{560 + 2850 + 1486,76}{7433} = 0,65.$$

2. Довжина тимчасових автомобільних доріг та доріг для руху кранів:

а) дороги з залізобетонних дорожніх плит зовні будівлі:  $L=180 \text{ м}$ ;

б) дороги щебеневі насипні всередині будівлі:  $L=150 \text{ м}$ .

3. Довжина тимчасових мереж енергопостачання: 157 м.

4. Довжина тимчасових мереж водопостачання: 222 м.

#### **4.3.7 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки**

На будгенплані позначені зони дії вантажопідйомних кранів, повітряних ліній електропередачі, зберігання вибухонебезпечних і горючих матеріалів, а також шкідливих речовин і інші небезпечні зони, умови роботи в яких вимагають особливого забезпечення безпеки працюючих.

Санітарно-побутові приміщення і майданчики для відпочинку робітників,

а також автомобільні і пішохідні дороги розташовані за межами небезпечних зон.

Організація будівельного майданчика забезпечує безпеку праці робітників на усіх етапах виробництва робіт.

При розміщенні на будгенплані тимчасових споруд, обгороджувальних, складів і риштувань враховані вимоги по габаритах наближення будов до засобів транспорту, що рухаються зблизька.

Пожежна безпека на будгенплані забезпечується відповідно до вимог Правил пожежної безпеки при виробництві будівельно-монтажних робіт і Правил пожежної безпеки при виробництві зварювальних і інших вогневих робіт на об'єктах народного господарства згідно з вимогами ГОСТ 12.1.004-76.

Захисні пристрої застосовують для ізоляції систем приводу машин і агрегатів, обгороджування електросистем; захищаються також робочі зони, розташовані на висоті.

Конструктивні рішення захисних пристроїв різноманітні. Вони залежать від виду будівельної машини, розташування людини в робочій зоні, специфіки небезпеки і шкідливості. Захисні пристрої ділять на основні три групи: стаціонарні (незнімні), рухливі (знімні) і переносні. В якості матеріалу обгороджувальних використовують метали, пластмаси, дерево.

Безпечні умови виробництва механізованих будівельних робіт забезпечуються за умови виконання правил технічної експлуатації машин і організації робіт на будівельному майданчику, а також відповідності конструкцій машин вимогам безпеки.

Безпека ведення монтажних робіт при використанні баштових кранів багато в чому залежить від умов праці машиніста. Радикально поліпшити умови праці на баштових кранах можливо шляхом розробки такої системи управління краном, яка дозволила б усунути чинники, що несприятливо впливають на працездатність машиніста, а також вирішити ряд завдань по забезпеченню безпеки будівельників при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Важливим чинником безпечного ведення монтажних робіт є правильна організація робочих місць, включаючи систему заходів по оснащенню робочого



місця необхідними технічними засобами : люльками, монтажними столиками, вишками, сходами, перехідними містками, а також засобами індивідуального і колективного захисту. Організація робочого місця повинна забезпечувати безпеку праці, а також безпечний і зручний доступ до робочих місць.

## РОЗДІЛ 5

# БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

					<b>КНУ.МР.192.24.258с.05 БЖД ОП</b>			
<b>Зм</b>	<b>Кіль</b>	<b>Прізвище</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<i>Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій</i>	<b>Стадія</b>	<b>Аркуш</b>	<b>Аркушів</b>
Керівник		Тімченко				МР		
Консул.		Шоповалов						
Магістр.		Качаненко						
Зав.каф		Валовой						
						<b>ПЦБ-23-1М</b>		

## **5.1 Загальні відомості про об'єкт проектування**

Двоповерхову адміністративно-офісну будівлю виконано каркасного типу. Офісна будівля цегляна, відноситься до другого ступеня вогнестійкості.

Для забезпечення безпечних та комфортних умов офісних працівників в проекті передбачені поліпшені об'ємно-планувальні рішення. В усіх приміщеннях передбачено природне та штучне освітлення. Будівля запроектована з опаленням. Для вентиляції передбачені вентиляційні короби та шахти. До будівлі підведені мережі питного та пожежного водопостачання, каналізація, електромережі виконані у відповідності до вимог електробезпеки. Біля будівлі встановлений контурний заземлювач, для заземлення електрооснащення та молніезахисту.

Оздоблення фасадів та приміщень виконане із застосуванням сучасних будівельних матеріалів.

Існуюче розміщення будівлі на ділянці зроблене з урахуванням забезпечення нормативних протипожежних розривів до найближчих будівель і споруд.

Трасування під'їздів і проїздів вирішене з урахуванням забезпечення безперешкодного під'їзду протипожежної техніки до будівлі і пожежних гідрантів відповідно до нормативних вимог.

## **5.2 Генплан і буд генплан**

Обґрунтування та аналіз особливостей запроектованої двоповерхової адміністративно-офісної будівлі з точки зору виконання робіт підвищеної небезпеки:

### **5.2.1 Небезпечні зони на будівельному майданчику.**

При організації будівельного майданчика, розміщенні ділянок робіт, робочих місць, проїздів будівельних машин, транспортних засобів, проходів для людей (за ДБН А.3.2-2-2009) слід встановити небезпечні для людей зони, в межах яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів слід віднести:

- смуга шириною до 2 м по периметру від неогорожених перепадів по висоті на 1.3 м і більше;
- місця переміщення машин та устаткування або їх робочих органів та відкритих рухомих або обертових частин;
- місця, над якими відбувається переміщення вантажів вантажопідйомними кранами;
- місця, де рівні шуму, вібрації або забруднення повітря перевищують гігієнічні норми.

До зон потенційно діючих небезпечних виробничих факторів слід віднести:

- монтажні зони, ділянки території поблизу споруджуваного будинку чи споруди;
- поверхи (яруси) будівель і споруд в одній захватці, над якими відбувається монтаж (демонтаж) конструкцій або обладнання.

Зони постійно діючих небезпечних виробничих факторів, щоб уникнути доступу сторонніх осіб захищаються. Виробництво будівельно-монтажних робіт у цих зонах (за ДБН А.3.2-2-2009) не допускається.

Зони потенційно діючих небезпечних виробничих факторів виділяються сигнальними огорожами.

При виконанні будівельно-монтажних робіт у зазначених небезпечних зонах здійснюються організаційно-технічні заходи, які забезпечують безпеку працюючих.

Кордон небезпечної зони, в межах якої можливо виникнення постійно діючих небезпечних виробничих факторів:

- поблизу місць переміщення вантажів (від горизонтальної проекції траєкторії максимальних габаритів переміщуваного вантажу) - 15м.
- поблизу споруджуваного будинку чи споруди (від зовнішнього периметра) – 10м.

Межі небезпечної зони роботи кранів (за ДБН А.3.2-2-2009) визначаються площею між підкрановими шляхами, збільшеної в кожен бік на  $(R + S_H)$ , тобто

– довжина  $L = l + 2(R + S_H)$ ,

– ширина  $B = b + 2(R + S_H)$ ,

де  $l$  – довжина підкранової колії, м;  $b$  – ширина колії, м;  $R$  – максимальний виліт гака, м;  $S_H$  – відліт вантажу при його падінні з висоти.

Для крана Samsung PX321S з висотою підйому вантажу 20 м, робочим вильотом 4-20 м, вантажопідйомністю 5,6-12,т:

$$L = 12.5 + 2(50 + 15) = 142,5\text{м};$$

$$B = 7.5 + 2(50 + 15) = 137.5\text{м}.$$

Межі монтажної зони, де виявляється потенційна дія небезпечних виробничих факторів, пов'язаних з падінням предметів, визначаються зовнішніми контурами об'єкта що будується, збільшеними на  $S_H$ : для запроектованої будівлі при розмірах будівельного майданчика 105 x 55м межа монтажної зони дорівнює 120 x 70 м. Межі небезпечної зони зменшені за рахунок установки на баштовому крані обмежувачів повороту башти.

Межі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів визначаються відстанню в межах 5 м, якщо інші підвищені вимоги відсутні у паспорті та інструкції заводу-виготовлювача.

Межа небезпечної зони роботи вертикального підйомника охоплює простір можливого падіння вантажу, що піднімається. Небезпечну зону слід приймати для будинків висотою до 20 м – не менше 5 м від конструкції підйомника, а для будинків більшої висоти  $0,25 h$ , де  $h$  – висота будівлі, м.

У даному проекті межа небезпечної зони –  $0,25 \times 85 = 21,25$  м.

Межа небезпечної зони в місцях проходження тимчасових електричних мереж визначається простором, в межах якого робітник може торкнутися проводів монтуєними довгомірними деталями. Небезпечна зона в цьому випадку визначається максимальною довжиною деталі плюс 1 м.

## 5.2.2 Транспортні шляхи

Для під'їзних шляхів максимально використовуються наявні дороги і при об'єктні майданчики.

Проектом також передбачено що, до початку робіт на будівельному

майданчику повинні бути споруджені під'їзні шляхи та внутрішньо майданчикові дороги, забезпечуючи вільний і безпечний доступ транспортних засобів до всіх споруджуваних об'єктів, складських приміщень, до адміністративних і санітарно-побутових приміщень, пункту харчування, медпункту.

Дороги влаштовуються з урахуванням мінімальних наближень до складів (0.6 - 1 м), підкрановим шляхам (6.5 - 12.8 м у залежності від вильоту гака крана), захисній огорожі буд майданчика (не менше 1.5 м), бровкам котлованів і траншей (поза їх небезпечних зон).

Ширина проїзної частини тимчасових доріг для даного проекту при двосмуговій організації руху - 6 м.

Радіус закруглень дорожнього полотна на поворотах в залежності від довжини транспортних засобів (для панелевозів - 12 м).

Дороги повинні бути оснащені дорожніми знаками безпеки, покажчиками місць розвантаження і навантаження; позначенням умовними знаками і написами місць в'їздів і виїздів. У в'їзді на будівельний майданчик повинна бути розміщена схема руху транспортних засобів.

Тимчасові дороги прийняті наступного типу: з твердим покриттям зі збірних інвентарних плит.

Швидкість руху транспортних засобів поблизу місць виконання робіт не повинна перевищувати на прямих ділянках - 10, на поворотах - 5 км / ч.

### **5.2.3 Огородження будівельного майданчика**

Територія будівельного майданчика повинна бути виділена на місцевості огорожами, так як об'єкт, що будується, розташований у межах міста:

– захисно-охоронними, призначеними для запобігання доступу сторонніх осіб на ділянці з небезпечними і шкідливими виробничими факторами та забезпечення збереження матеріальних цінностей;

– захисними, призначеними тільки для запобігання доступу сторонніх осіб на ділянці з небезпечними виробничими чинниками;

– сигнальними, призначеними для попередження про межі територій та

ділянок з небезпечними і шкідливими виробничими чинниками.

За конструктивним виконанням огороження підрозділяються на панельні, панельно-стійкові і стійкові (рис. 5.1). Панелі огорож – прямокутні стандартної довжини 1,2, 1,6 і 2 м. Відстань між суміжними елементами огороження заповнення полотна панелей 80 ... 100 мм. Відстані між стійками сигнальних огорож не більше 6 м.

Використовуються збірно-розбірні огорожі з типовими елементами, з'єднаннями і деталями кріплень. Висота панелей для захисно-охоронних (з козирком і без козирка) огорожень території будівельних майданчиків – 2 м, для захисних (без козирка) огорожень території будівництва – 1,6 м, те ж з козирком - 2 м, для захисних огорожень ділянок виробництва робіт – 1,2 м.

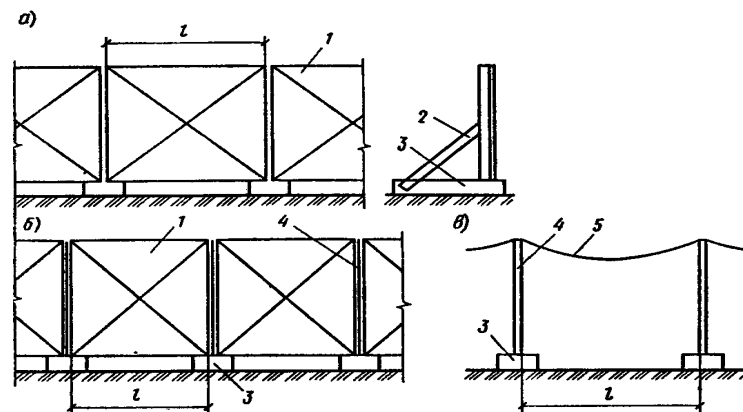


Рисунок 5.1 – Огородження будівельних майданчиків:

*a* – панельне; *б* – панельно-стійкові; *в* – стійкові;

1 – панель огороження; 2 – підкоси панелі; 3 – опора (лежінь);

4 – стійка; 5 – пеньковий або капроновий канат або дріт

Висота стійок сигнальних огорож 0,8 м. Тротуари загородження, розташовані на ділянках примикання будівельного майданчика до вулиць і проїздів, обладнуються поручнями, що встановлюються з боку руху транспорту.

#### 5.2.4 Електропостачання, водопостачання та освітлення.

Для пожежних потреб встановлюються 2 пожежних гідранта (як показано на будгенплані) з дотримання вимог пожежної безпеки: відстань між гідрантами не більше 100 м, відстань від дороги 2 м, відстань від будівлі 5 м.

В якості водопостачання на період будівництва використовується тимчасова лінія.

Визначаємо необхідну кількість води для протипожежних, технологічних та побутових потреб. Вона залежить від площі території будівельного майданчика.

Для даного об'єкту  $Q_{пож} = 10$  л/сек. (площа забудови до 10 Га).

Далі визначаємо  $Q_{обц} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож}$

$$Q_{пр} = \sum q_i * n * K_n / 8 * 3600$$

де  $q_i$  – питома витрата води на одиницю об'єму робіт або окремого споживача, літрів;  $n$  – обсяг робіт або кількість машин;  $K_n$  – коефіцієнт нерівномірності споживання води – 1,5 - 2,0.

$$\text{Поливання бетону } Q_{пр} = 450 * 118 * 1,5 / 8 * 2 * 3600 = 1,38 \text{ л / сек}$$

$$\text{Мийка автомашин } Q_{пр} = 400 * 10 * 1,5 / 8 * 2 * 3600 = 0,1 \text{ л / сек}$$

$$\text{Штукатурка } Q_{пр} = 8 * 102 * 1,5 / 8 * 2 * 3600 = 0,02 \text{ л / сек}$$

$$Q_{хоз.} = R * q_{хоз.} * K_n / 8 * 3600$$

де  $K_n$  – коефіцієнт нерівномірності споживання – 2,7;  $q_{хоз.}$  – витрата води на одного працюючого орієнтовно приймаємо в кількості 20-25л.; 36 л. – на прийом одного душа одним працівником.

$$Q_{хоз.} = 1968 * 36 * 2,7 / 8 * 3600 = 0,23 \text{ л / сек}$$

$Q_{пож.}$  – мінімальна витрата води для протипожежних цілей визначається з розрахунку одночасної дії двох струменів з гідрантів по 5л/сек на кожен струмінь, тобто 10 л / сек.

$$Q_{хоз.} = 1,38 + 0,1 + 0,02 + 0,23 = 1,73 \text{ л / сек}$$

Отже, остаточно приймаємо потребу у воді на виробничі та господарсько-побутові потреби  $Q_{заг} = 10$  л / сек

Для тимчасового водопостачання прокладаються азбоцементні труби. Так як тривалість будівництва досить велика, труби прокладаються нижче глибини промерзання. У системі водопостачання передбачається розміщення колодязів з пожежними гідрантами, що забезпечують можливість прокладки від них рукавів до місць загоряння на відстань до 100 м. Діаметр водопроводу визначається за формулою:



$$D = (4 * Q_{заг} / \pi * v)^{1/2} = (4 * 10/1000 * 3,1415926 * 1)^{1/2} = 0,112 \text{ м,}$$

де  $v = 1\text{м/сек}$  – при малій швидкості руху води.

Приймаємо діаметр трубопроводу 127 мм.

Для забезпечення будівельного майданчика електроенергією, влаштовується тимчасова лінія електропостачання. При улаштуванні лінії повинне дотримуватися правило – висота лінії над землею повинна бути не менше 6м.

Для забезпечення видимості на будівельному майданчику при виконанні робіт у темний час доби передбачено прожекторне освітлення прожекторами: ПЗС-35, ПЗС-45 на щоглах, висота яких встановлюється з умови сліпучої дії. Місця розташування щогл вказані на буд генплані.

Кількість прожекторів визначено розрахунком залежно від площі захватки і висоти розташування.

Розрахунок проводимо за формулою:

$$n = P * E * S / P_{л},$$

де  $P$  – питома потужність прожектора;  $E$  – показник освітленості;  $S$  – освітлювана площа;  $P_{л}$  – потужність лампи.

$$S_{пл} = 17000 \text{ м}^2,$$

$$\text{Лампа ПЗС-35: } P = 0.3 \text{ В/м}^2$$

$$P_{л} = 1000 \text{ Вт}$$

$$E = 2$$

$$n = 0.3 * 2 * 1700/1000 = 12 \text{ шт}$$

За 2 лампи на опорі (6 опор)

Розміщення опор див. на буд генплані. Висота опори 25 метрів.

Освітлення будівельного майданчика має відповідати таким нормам (згідно з ДСТУ Б А.3.2-15:2011):

- загальне – 2 лкс;
- робоче – 50 лкс (для монтажних робіт);
- охоронне – 0,2 лкс;
- аварійне – 0,5 лкс.

### **5.2.5 Безпека при розробці котлованів і траншей**

Безпека праці при розробці котлованів і траншей забезпечується:

– влаштуванням укосів згідно з табл.4 ДБН А.3.2-2-2009 при глибині виїмки до 5м в однорідних ґрунтах або розрахунку у неоднорідних (з нашаруваннях) ґрунтах при глибині виїмки понад 5м або нижче рівня ґрунтових вод;

– влаштуванням вертикальних укосів без кріплень по ДБН А.3.2-2-2009 п. 9.9 на глибину понад 1,8 м в нескельних, незамерзаючих ґрунтах непорушеної структури вище рівня ґрунтових вод і за відсутності поблизу підземних споруд;

– влаштуванням механічних кріплень траншей глибиною до 5м з інвентарних та типових деталей;

– влаштуванням дерев'яних і сталевих кріплень з розрахунку при глибині виїмки понад 5м і в складних гідрогеологічних умовах (перезволоження, нашарування ґрунтів) з урахуванням вказівок ДБН В.2.6-161:2017 «Дерев'яні конструкції.» і ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції»;

– розміщенням виймаємого ґрунта, конструкцій що монтуються і будівельно-дорожніх машин на безпечних відстанях від підшви виїмки по табл. 3 ДБН А.3.2-2-2009;

– влаштуванням водовідводу поверхневих дощових і ґрунтових вод;

– влаштуванням огорожень, покажчиків і світлової сигналізації в небезпечній зоні біля виїмки:

– механізацією робіт з планування дна і укосів котлованів і траншей;

– організацією нагляду за безпекою ведення робіт і станом стійкості бортів виїмок.

Згідно зі ДБН А.3.2-2-2009, переміщення, установка і робота машин поблизу виїмок з незакріпленими укосами дозволяються тільки за межами призми обвалення на відстані, встановленої проектом виконання робіт. При відсутності рішень у ПВР найменша допустима відстань по горизонталі від основи укосу виїмки до найближчих опор машин регламентовано ДБН А.3.2-2-2009 (табл. 5.1, рис. 5.2).

Таблиця 5.1 – Найменша допустима відстань до підшви траншеї

Глибина виїмки, м	Найменша допустима відстань, м, для ґрунту (не насипного)			
	піщаного	супіщаного	суглинного	глинистого
1	1,3	1,25	1	1.5
2	3	2,4	2	1.75
3	4	3,0	3.25	3
4	5	4.4	4	3,5
5		5,3	4,75	

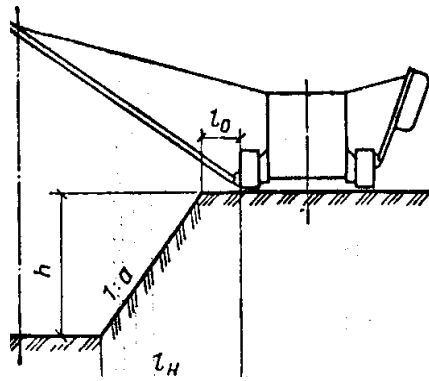


Рисунок 5.2 – Схема безпечної установки крана - трубоукладача біля брівки траншеї:  $a$  - коефіцієнт закладення укусу;  $l_0$  – відстань до брівки виїмки

### 5.2.6 Складування матеріалів і конструкцій

Складування матеріалів, конструкцій і обладнання повинно забезпечувати безпеку ведення вантажно-розвантажувальних робіт, виключати мимовільне зміщення, осідання, осипання, розколювання, зминання і розкочування складованих матеріалів.

На будівельному майданчику для тимчасового зберігання матеріалів і конструкцій влаштовують відкриті, напівзакриті і закриті склади. Майданчики для складування повинні мати ухил в  $2 \dots 5^\circ$  для відведення дощових і поверхневих вод. Підсіпку щебенем або піском шаром  $5 \dots 10$  см. У зоні дії вантажопідіймальних механізмів майданчики складування повинні виділятися захисним огорожуванням.

Відкриті при об'єкті склади влаштовують близько будівель та споруд, з

розбивкою на зони дії монтажних кранів, вказівкою місць зберігання збірних елементів, приймання розчину і бетону, розміщення монтажної оснастки і засобів підмоцвання.

При складуванні збірних елементів і інших штучних виробів зручність і безпека робіт забезпечуються:

- укладанням деталей в штабелі з урахуванням їх стійкості і зручності видачі деталей. Підкладки у прокладки розташовують в одній вертикальній площині;

- формуванням штабелів з однорідних деталей з урахуванням їх допустимої висоти за умовою міцності і жорсткості;

- розміткою меж штабелів і проходів між ними з урахуванням мінімальної ширини проходу для робітників не менш 1 м;

- розміщенням у штабелів покажчиків зі схемами безпечного строкування і технічною характеристикою складованих виробів, а також із зазначенням марок виробів;

- розміщенням штабелів з більш важкими виробами ближче до крану, а з більш легкими – у глибині складу.

При складуванні у відвалах піску, гравію, щебеню та інших сипучих матеріалів безпека робіт забезпечується:

- формуванням відвалу з кутом природного укосу, який зберігається після кожного прийому та відпуску матеріалу;

- розміщенням відвалів з сипучими матеріалами у брівок котлованів і траншей на безпечній відстані, обґрунтованому розрахунком на стійкість навантаженого укосу виїмки.

При зберіганні небезпечних і шкідливих речовин і матеріалів, а також балонів зі стисненим і скрапленим газом безпека забезпечується:

- складуванням в окремих закритих, вентильованих приміщеннях;

- розміщенням складів на території будівельного майданчика з урахуванням рози вітрів та ізоляцією їх від пунктів прийому їжі та водою;

- роздільним зберіганням речовин, що входять в різні групи;

- необхідною вогнестійкістю складських приміщень;

- забезпеченням безпечних розривів між складськими приміщеннями та сусідніми будівлями і спорудами згідно з вказівками ДБН Б.2.2-12:2019;
- оснащенням ефективними засобами пожежогасіння.

### 5.3 Розрахунок такелажного оснащення при транспортуванні бетону

Згідно визначенню технологією будівництва, для транспортування бетону використовується бункер. Схема строповки бункеру вагою  $Q_6 = 30$  кН наведена на рис. 5.3.

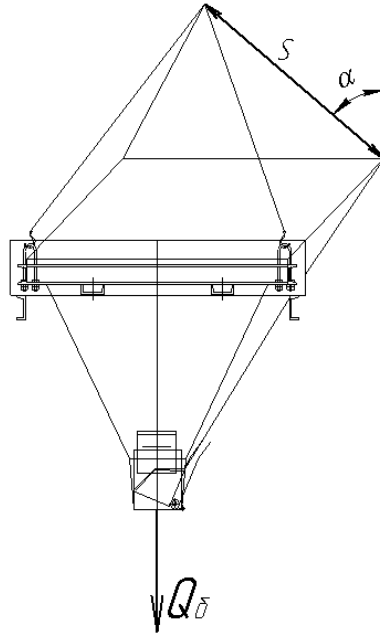


Рисунок 5.3 – Схема строповки бункера

1. Визначаємо зусилля, що виникають від ваги бункеру в гілках стропу:

$$S = \frac{Q_6 \cdot k_1 \cdot k_2}{4 \cdot \cos \alpha}; \quad (5.1)$$

де:  $k_1=1,2$  (коефіцієнт динамічних навантажень на строп від дії сил інерції);

$k_2=1,1$  (коефіцієнт неврахованих навантажень);

$\alpha$  – кут нахилу стропу до вертикалі (не повинен перевищувати  $45^\circ$ )

$$S = \frac{Q_6 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{4 \cdot \cos 45^\circ} = \frac{30 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{4 \cdot 0,71} = 14,1 \text{ кН}, \quad (5.2)$$

2. Визначаємо розривні зусилля в гілках стропу:

$$R = S \cdot k_3 = 14,1 \cdot 6 = 84,85 \text{ кН}, \quad (5.3)$$

де:  $k_3=6$  (коефіцієнт, що враховує умови експлуатації стропу).

Згідно з ДСТУ Б В.2.8-10-98 підбираємо сталевий канат типу ЛКР 6х19 = 114 діаметром 13,5 мм, та розривним зусиллям 87,7 кН з тимчасовим опором розриву сталі 1700 МПа. Оскільки  $87,7 > 84,85$  кН умови міцності канатів стропу виконуються.

Виходячи з вище вказаних відомостей, запроектована двоповерхова адміністративно-офісна будівля належить до III категорії будівель.

#### **5.4 Протипожежні заходи.**

– Нормативне обґрунтування:

Для проектованої двоповерхової адміністративно-офісної будівлю за нормами ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення.» приймається I ступінь вогнестійкості (табл. 10.3 при граничній найбільшій умовній висоті 2 поверхи). Згідно отриманого значення, визначаємо за нормами ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека» межа вогнестійкості будівельних конструкцій проектованої будівлі.

При I ступеня вогнестійкості будинку:

- Несучі елементи будівлі – не менше 120 хв.;
- Зовнішні стіни – не менше 30 хв.;
- Міжповерхові перекриття – не менше 60 хв.;
- Марші й сходові площадки – не менше 60 хв.

Межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначають за стандартом РЕВ, де вказується, що крім вогневого випробування в ряді випадків межі вогнестійкості конструкцій можуть бути визначені і розрахунковим шляхом

Згідно з принципами розрахунку конструкцій будівель і споруд на вогнестійкість, розробленим А.І. Яковлевим, розрахунок проводиться за втратою несучої здатності і по прогріванню необігріваємих поверхонь конструкцій до неприпустимої температури. Момент часу впливу пожежі, після закінчення якого температура на поверхні конструкції, досягає неприпустимого

рівня або несуча здатність знизиться до величини діючих на конструкцію робочих навантажень, або прогин конструкції досягне неприпустимого рівня, характеризує розрахункову вогнестійкість конструкції.

Розрахунок вогнестійкості конструкцій за прогріванню їх необігріваним поверхонь до неприпустимою температури полягає у вирішенні суто теплофізичної завдання – визначенні зміни температури поверхні конструкції,  $T(x = \delta, \tau)$  під часу впливу пожежі  $\tau$ . Межа вогнестійкості конструкції в цьому випадку визначається з умови: при  $T(x = \delta, \tau) = T_{кр}$ ,  $\tau = P_{ф}$ .

Розрахунок температури  $T_{x,y}$  арматурного стрижня в залізобетонних елементах, що обігріваються з усіх боків, виконують за формулою:

$$T_{x,y} = T_e - (T_e - T_y) * (T_e - T_x) / (T_e - T_n),$$

де  $T_x$  – температура, що обчислюється за формулою:

$$T_x = 1250 - (1250 - T_n) * \left[ \operatorname{erf} \frac{k + (x + k_1 d) / \sqrt{a_{np}}}{2\sqrt{\tau}} + \operatorname{erf} \frac{k + b_x - (x + k_1 d) / \sqrt{a_{np}}}{2\sqrt{\tau}} - 1 \right],$$

де  $b_x$  – розмір перерізу по осі  $OX$ , м.;  $x$  – відстань від найближчої обігрівається межі перетину до краю стержня по осі  $OX$ , м.

Визначаємо час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони багатопролітної жорстко опертого перекриття в умовах вогневого впливу.

*Вихідні дані:*

– Матеріал плити – важкий бетон на вапняковому щебені,  $\rho_0 = 2330 \text{ кг/м}^3$ , вологість  $u_n = 1,4\%$ . Товщина захисного шару бетону до низу робочої арматури  $\delta = 0,015 \text{ м}$ .

– Теплофізичні характеристики бетону –  $\lambda_T = 1,2 - 0,00035T$ ,  $c_T = 0,71 + 0,00084T$ .

– Початкова температура плити  $T_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Режим теплового впливу при пожежі – стандартний.

– Арматура в розтягнутій зоні – стрижні  $\varnothing 8A400$ ; критична температура прогріву арматури  $T_{кр} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$ .

*Рішення:*

Визначаємо щільність сухого бетону:

$$\rho_0 = 100 * \rho_u / (100 + u_n) = 100 * 2330 / (100 + 1,5) = 2296 \text{ кг/м}^3.$$

Визначаємо розрахункові середні значення теплофізичних характеристик:

$$\lambda_T = 1,2 - 0,00035T = 1,2 - 0,00035 * 450 = 1,0425 \text{ Вт}/(\text{м} * ^\circ\text{С});$$

$$c_T = 0,71 + 0,00084T = 0,71 + 0,00084 * 450 = 1,09 \text{ Дж}/(\text{кг} * ^\circ\text{С});$$

$$a_{np} = 3,6 * \lambda_{T,cp} / [(c_{T,cp} + 0,05 * u_n) * \rho_0] =$$

$$= 3,6 * 1,04 / [(1,09 + 0,05 * 1,5) * 2296] = 0,00140 \text{ м}^2/\text{год}.$$

Визначаємо значення коефіцієнтів  $k$  і  $k_1 - k = 0,62$ ,  $k_1 = 0,5$ .

Визначаємо вихідне час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони плити:

$$500 = 1250 - (1250 - 20) * \left[ \operatorname{erf} \frac{0,62 + (0,015 + 0,5 * 0,014) / \sqrt{0,0014}}{2\sqrt{\tau}} \right],$$

$$\text{звідки } \operatorname{erf} * (0,619 / \sqrt{\tau}) = 0,61; \sqrt{\tau} = 1,015, \tau = 1 \text{ годину}$$

Отримане час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони плити  $\tau = 1$  година задовольняє пропонованим вимогам ДБН В.1.2-7:2021 щодо межі вогнестійкості будівельних конструкцій проектованої будівлі для міжповерхових перекриттів.

– Конструктивно - планувальні рішення.

У проектуемій будівлі передбачені конструктивні, об'ємно-планувальні та інженерно-технічні рішення, що забезпечують у разі пожежі:

– Можливість евакуації людей незалежно від їх віку та фізичного стану назовні на прилеглу до будинку територію (далі - назовні) до настання загрози їх життю і здоров'ю внаслідок впливу небезпечних факторів пожежі;

– Можливість порятунку людей;

– Можливість доступу особового складу пожежних підрозділів і подавання засобів пожежогасіння до осередку пожежі, а також проведення заходів з порятунку людей та матеріальних цінностей;

– Обмеження прямого і непрямого матеріального збитку, включаючи вміст будівлі і сам будинок, при економічно обґрунтованому співвідношенні величини збитків і витрат на протипожежні заходи, пожежну охорону та її технічне оснащення.

Для успішної евакуації працівників з палаючої будівлі передбачено:

– Незадимлювана сходи з входом в сходову клітку з поверху через



зовнішню повітряну зону по відкритих переходах, при цьому забезпечується Незадимлюваність переходу через повітряну зону.Сходи влаштовується з підпором повітря до сходової клітки у разі пожежі;

- Вихід з техподполья відразу на прилеглу територію;
- Відкриття дверей загального користування передбачено по ходу евакуації;
- Показчики шляхів евакуації.

Для порятунку людей з палаючої будівлі передбачено:

- Можливість зняття людей з відкритих переходів в зоні сходово-ліфтового вузла.

Для доступу особового складу пожежних підрозділів і подавання засобів пожежогасіння до осередку пожежі передбачено:

- Пристрій двох внутрішніх сходів на всю висоту будівлі (звичайної і незадимлюваної);
- Відкриття дверей в квартири у вунурь приміщення;
- Зазор між сходовими маршами у плані - 100мм для протягання пожежних рукавів;

Для обмеження прямого і непрямого матеріального збитку передбачено:

- Поділ будівлі по висоті на 5 зон за допомогою протипожежних перешкод у сходових клітинах;
- Використання в якості матеріалів для ізготавлення несучих і огорожувальних конструкцій матеріали, які мають достатню вогнестійкість і пройшли сертифікацію в органах державної пожежної охорони відповідно до діючих норм;
- Забезпечення утримання будівлі та працездатності засобів її протипожежного захисту у відповідності до вимог проектної та технічної документації на них в експлуатації силами державної пожежної охорони;
- Забезпечення контролю за виконанням правил пожежної безпеки, затверджених в установленому порядку, в тому числі ППБ 01 силами державної пожежної охорони;
- Не допускати змін конструктивних, об'ємно-планувальних та

інженерно-технічних рішень без проекту, розробленого відповідно до діючих норм і затвердженого в установленому порядку за допомогою контролю представниками генпроектувальника, замовника та органами державної пожежної охорони;

– При проведенні ремонтних робіт не допускати застосування конструкцій і матеріалів, що не відповідають вимогам діючих стандартів.

### **5.5 Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт**

Монтаж будівельних конструкцій відноситься до робіт з підвищеною небезпекою. Робітники, які виконують монтажні роботи, повинні пройти медичний огляд, спеціальну підготовку, здати іспит і отримати посвідчення на право виконання робіт. Вантажопідіймальні машини та такелажні пристрої до початку роботи і в процесі експлуатації повинні проходити технічне опосвідчення відповідно до вимог Держтехнагляду.

Огляд вантажопідіймальних машин і механізмів проводять щомісяця. Траверси оглядають не рідше одного разу на 6 міс, кльовші - через 1 міс, стропи - кожні 10 днів. Зовнішній огляд сталевих канатів слід виробляти щодня, керуючись нормами вибракування зношених канатів. Такелажні пристосування під час опосвідчення випробовують навантаженням, на 25% перевищує розрахункову вантажопідйомність. Дату випробувань і вантажопідйомність вказують на бирках, що прикріплюються до захватним пристосуванням. Крани слід установлювати відповідно до проекту виробництва робіт, при цьому необхідно забезпечити безпечні відстані кранів від ліній електропередачі, укосів котлованів, габаритів будівель і споруд.

Риштування і помости повинні мати огороження на рівні робочого місця висотою не менше 1 м. На монтажних роботах використовують типові інвентарні риштування і помости. Ліси й підйомні колиски повинні мати паспорти підприємства-виробника.

Монтаж конструкцій проводять відповідно до ППР. У ньому повинні бути передбачені основні заходи щодо виконання вимог безпеки. Стропування конструкцій виробляють стропами або спеціальними вантажозахоплювальними

пристроями за схемами, передбаченим технологічною картою, з використанням напівавтоматичних пристроїв для расстроповки із землі. При вільному монтажі підняті елементи необхідно утримувати від розгойдування відтяжками. Конструкції, що не володіють достатньою жорсткістю, треба підсилювати відповідно до проекту. Розстропування монтованих елементів проводять тільки після надійного їх закріплення. До остаточного закріплення повинна бути забезпечена їх стійкість за допомогою тимчасових зв'язків, розчалок, кондукторів і т.п.

Заборонено суміщати монтажні роботи на одній захватці по вертикалі з іншими роботами в нижніх поверхах при висоті будівлі менше п'яти поверхів. Поєднувати ці роботи можна тільки у виняткових випадках.

Монтажники повинні знаходитися поза контуром встановлюваних конструкцій з боку, протилежного їх подачі. Складальні операції на висоті здійснюють зі спеціальних риштування або колисок. Монтажники-верхолази повинні мати спеціальний одяг, неслизьку взуття і запобіжні пояси. Для переходу від однієї конструкції до іншої повинні бути передбачені сходи, перехідні містки і трапи.

Майданчик, на якому проводять монтаж, є небезпечною зоною, і перебувати на ній заборонено. Межу небезпечної зони визначають окружністю, окресленої радіусом, рівним вильоту гака стріли крана, плюс 7-10 м від контуру вантажу, що піднімається (на відстань 7 м може відлетіти вантаж при підйомі його на висоту до 20 м і на 10 м - при підйомі на висоту до 100 м).

Керувати підйомом конструкцій повинен тільки одна людина - бригадир монтажної бригади або ланковою. Команду "Стоп!" може подати кожен робітник, який помітив небезпеку.

Монтажні роботи заборонено проводити при вітрі силою 6 балів (10-12 м / с) і більше на висоті, у відкритих місцях, при ожеледиці, сильному снігопаді і дощі. При використанні баштових кранів останні повинні бути ретельно закріплені. Перед початком монтажних робіт систематично оглядають приємним канати і стропи. Канати, що мають обірвані дроту на один крок сукання в кількості більше 10% при хрестовій і 5% при однобокого сукання,

повинні бути вилучені з ужитку. Всі захватні пристосування до початку використання відчують і постачають бирками із зазначенням допустимої вантажопідйомності.

Результати випробувань реєструють у спеціальних журналах. Перед підйомом елементів монтажник зобов'язаний уважно оглянути стан монтажних петель, захватних пристосувань, правильність стропування. Чи не дозволяється відривати краном вантажі, примерзлі до землі, засипані ґрунтом, захаращені іншими елементами. При монтажі конструкцій підходити до них і починати установку в проектне положення можна тільки після того, як елемент опущений на відстань не більше 30 см від місця установки. Під час перерв у роботі забороняється залишати вантаж висячим на гаку крана.

Найбільш небезпечними є роботи на висоті. Верхолазними вважають роботи, які виконують на висоті більше 5 м від поверхні ґрунту або робочого настилу. Працюючі на висоті монтажники повинні користуватися касками, запобіжними поясами, нековзною взуттям. Карабіни запобіжних поясів пристібають до стійким елементам або спеціально натягнутим канатів. Всі монтажні роботи на висоті виконують з риштування, розрахованих на навантаження від людей, інструментів і допоміжних матеріалів.

# РОЗДІЛ 6

# ЕКОЛОГІЯ

					<i>КНУ.МР.192.24.258с.05 Е</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Тімченко</i>				<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>		<i>Паливода</i>				<i>ПЦБ-23-1М</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Качаненко</i>						
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

## **6.1 Опис місця провадження планованої діяльності**

Дана земельна ділянка відповідає містобудівній документації та знаходиться за межами санітарних зон промислових підприємств, охоронних зон ліній електропередач, очисних споруд та залізничної колій, прибережних захисних смуг водних об'єктів, та не відноситься до історико-культурних територій та об'єктів природно-заповідного фонду України Дніпропетровської області.

Земельна ділянка для будівництва вільна від забудови, тому роботи по демонтажу не передбачаються. Під час проведення підготовчих робіт передбачається: здійснення попереднього планування майданчика будівництва; огороження та організації тимчасових мереж; улаштування тимчасових доріг та майданчиків; організація тимчасового містечка будівельників, а в основний будівельний період – проведення земляних робіт, улаштування конструкцій нульового циклу будівель та споруд, монтаж будівельних конструкцій, загально-будівельні роботи, монтаж обладнання, спеціальні та пусконаладжувальні роботи.

Родючий шар ґрунту перед початком будівельних робіт знімається для збереження, після закінчення будівельних робіт повертається та використовується для благоустрою території.

Водопостачання і водовідведення комплексу централізоване.

Для відведення дощових вод з покрівель будівель та споруд передбачається влаштування системи зовнішніх водостоків. Максимально розрахунковий об'єм дощових та зливових вод становить 700 л/сек, що дозволяє приєднання дощової каналізації підприємства до проектної міської дощової каналізаційної мережі по вул. Пришвіна. Дощові води з території комплексу попередньо будуть проходити очищення на локальних очисних спорудах.

Гаряче водопостачання здійснюється від поквартирного котла. Для забезпечення поливального крану гарячою водою в приміщенні мусорокамери встановлюється електроводонагрівач «Thermex»  $V = 10$  л і встановленою потужністю  $N = 1.5$  кВт.

Нормативні рівні шуму в приміщеннях будинку забезпечені архітектурно-

планувальними рішеннями. Проектом передбачена установка вікон з подвійними склопакетами. Зовнішні двері укомплектовані дверними закриттями і ущільнювачами в притворах. У допоміжних приміщеннях будинку устаткування, що виділяє шум, відсутнє.

Вентиляція приміщень запроектована припливно-витяжна з механічним і природним спонуканням. Видалення повітря здійснюється через проєктовані вентканали.

Заходами по енергозбереженню передбачено утеплення зовнішніх конструкцій будинку мінплитами STROPROCK, що являються також звукоізоляційними.

Відповідно до даних інженерно-геологічних досліджень, виконаних ЗАТ "Проектбудвишукування" в березні-квітні 2019 р., геологічна будова ділянки представлена наступними елементами:

- насипні ґрунти: ґрунт, щебінь;
- піски кварцеві сірі пилуваті, в покрівлі жовто-бурі глинисті, неогенові, маловологі, середньої щільності, з уламками окварцованного вапняку (10 - 15 см).

В період досліджень (березень 2019 р.) розкритий один безнапірний водоносний горизонт, сталий рівень якого зафіксований на глибині 8,5 м (абс. відм. 63.58 м).

Амплітуда сезонних коливань складає 0,62 м. Вода – середовище, згідно ДСТУ Б В.2.6-145:2010, за змістом сульфатів неагресивна до бетону марок W4, W8 на портландцементе; неагресивна до бетонів марок W4, W6, W8 на портландцементе з вмістом в клінкері C3 S не більше 65%, C3A не більше 7%, C3A+C4 AF не більше 22%, неагресивна до бетонів марок W4, W6, W8 на сульфатостійких цементах за нормативом.

За змістом хлоридів неагресивна до залізобетонних конструкцій при постійному зануренні і середньоагресивна – при періодичному змочуванні. Природною підставою існуючих фундаментів служать ґрунти -піски кварцеві, сірі пилуваті, в покрівлі жовто-бурі глинисті маловологі, з уламками окварцованного вапняку (10 - 15 см), з глибини 8,5 м.

## **6.2 Оцінка впливу на довкілля**

Відповідно до змін у законодавстві, а також Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» встановлюються оновлені правові та організаційні засади оцінки впливу на довкілля, спрямованої на запобігання шкоді довкіллю, забезпечення екологічної безпеки, охорони довкілля, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, у процесі прийняття рішень про провадження господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля, з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів.

### **6.2.1 Вплив на атмосферне повітря**

У період виконання будівельних робіт, джерелами надходження забруднюючих речовин до атмосферного повітря можуть бути процеси зварювання, фарбування, складування сипучих матеріалів та здійснення підготовчих земляних робіт, влаштування нового дорожнього покриття, а також робота двигунів внутрішнього згоряння будівельної техніки та автотранспорту.

В атмосферне повітря будуть надходити діоксид азоту, сажа, діоксид сірки, оксид вуглецю, бенз(а)пірен, вуглеводні, метан, свинець, тверді суспендовані частинки, вуглеводні насинені, фенол, етилен, етиловий спирт, ксилол, залізо та його сполуки, марганець та його сполуки, пил неорганічний. Дане забруднення має короткочасний і локальний характер та припиняється після довершення будівельних робіт.

Від неорганізованих джерел викидів (стоянок автомобілів та переміщення автотранспорту по території комплексу) в атмосферне повітря будуть надходити: оксид вуглецю, діоксид азоту, НМЛОС, метан, діоксид сірки, оксиди азоту, аміак та свинець.

На машинах і механізмах встановлюються каталітичні фільтри, сприяючі нейтралізації і очищенню відпрацьованих газів.

Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі санітарно-захисної зони по усіх інгредієнтах не перевищує гранично допустимих концентрацій. При розміщені відкритих автостоянок, нормативні санітарні розриви відповідно до ДСП-173-2016 «Державні санітарні правила



планування та забудови, населених пунктів» дотримуються.

Розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі під час експлуатації обладнання з урахуванням вкладу існуючого стану атмосфери показав, що концентрації забруднюючих речовин, які будуть викидатися в атмосферне повітря, нижче гранично допустимих концентрацій і будуть мати опосередкований вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення. тобто загальний кумулятивний вплив є допустимим.

### **6.2.2 Вплив на водне середовище**

Водопостачання і водовідведення забезпечується приєднанням до міських централізованих мереж.

Водопостачання на господарсько-побутові та питні потреби працівників. задіяних у будівництві даного об'єкту, здійснюватиметься за рахунок існуючої мережі водопроводу. Для господарсько-побутових потреб будівельників та робітників передбачено встановлення біотуалетів. Технічний огляд, очищення та промивання кузовів, бетоновозів та інших будівельних машин, а також заправка техніки відбуватиметься у спеціально призначених місцях за межами будівельного майданчика.

Планованою діяльністю передбачається комплекс організаційно-технічних заходів щодо запобігання забрудненню ґрунтів і підземних вод дощовими стоками з території будівництва за допомогою влаштування твердого покриття тротуарів і проїздів, що при прийнятих нахилах забезпечує нормальне стікання атмосферних вод, дощової каналізації з подальшим підключенням її до проектної міської дощової каналізації і попереднім очищенням зливових стоків на локальних очисних спорудах.

### **6.2.3 Вплив на ґрунти та надра**

Ділянка планованої діяльності не піддається шкідливій (руйнівній) дії небезпечних геологічних процесів. Категорія складності інженерно-геологічних умов ділянки друга. Неприятливі фізико-механічні властивості ґрунтів – просідаючі ґрунти. Рівень ґрунтових вод на глибині 2,7-6.9 метра, амплітуда

сезонних коливань рівня фунтових вод – 0,62 м

Вплив на ґрунти під час проведення будівельно-монтажних робіт носить тимчасовий характер і полягатиме у виконанні земляних робіт. Даний вплив буде у нормативних межах. Вплив на ґрунти поза межами ділянки будівництва відсутній. В процесі проведення будівельно-монтажних робіт можливе забруднення ґрунту в результаті проливу паливно-мастильних матеріалів від будівельних машин, а також відходами будівництва і сміттям.

Для запобігання забрудненню ґрунту і води необхідний пристрій механізованої і автоматизованої заправки механізмів і організація збору відпрацьованих масел, а при зміні сезону – відправка їх на регенерацію.

На пунктах технічного обслуговування машин встановлюються ємкості для збору відпрацьованих нафтопродуктів.

З метою захисту ґрунтів від забруднення, в процесі функціонування об'єкту, передбачено наступні заходи: вертикальне планування ділянки майданчика будівництва, з урахуванням існуючого рельєфу і вертикального планування прилеглих вулиць; розміщення контейнерів для відходів на спеціальних майданчиках з твердим непроникним покриттям; влаштування підходів і проїздів до будинків з твердого покриття, для запобігання попаданню в ґрунт і підземні води забруднюючих речовин.

При виконанні планувальних робіт ґрунтовий шар повинен заздалегідь зніматися і складуватися для подальшого використання. Допускається не знімати родючий шар: при товщині його менше 10 см, при розробці траншей шириною зверху 1 м і менш. Зняття і нанесення родючого шару слід проводити, коли ґрунт знаходиться в немерзлому стані. Не допускається не передбачена проектною документацією вирубка дерев і чагарника, засипка ґрунтом стовбурів і корневих шийок деревно-чагарникової рослинності.

#### **6.2.4 Світлове, теплове та радіаційне забруднення, вплив на клімат та мікроклімат**

Джерела потенційного світлового, теплового та радіаційного забруднення під час здійснення будівельних робіт та при експлуатації об'єкту відсутні,

заходи по захисту навколишнього середовища від зазначених чинників впливу не передбачаються.

Кліматичні умови не погіршують розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, змін мікроклімату також не очікується, оскільки під час експлуатації об'єкту значні виділення теплоти, інертних газів та вологи відсутні.

### **6.2.5 Вплив шуму та вібрацій**

Для пониження шуму на будівельному майданчику виключається одночасна робота декількох машин з високим рівнем шуму.

Джерелом шуму на будівельному майданчику є будівельна техніка: апарат електрозварювання СТЕ-22 – 60 дБА, кран пневмоколісний КС-5363 – 50 дБА, екскаватор ЕО-2621 – 70 дБА, бульдозер Т-180КС – 70 дБА, розпушувач ДП-18 з тягачем Т-180 – 70 дБА, ущільнювач Д-16В – 70 дБА, компресор пересувної ПКС-5 – 80 дБА, автогрейдер – 70 дБА. каток самохідний ДУ-50 – 60 дБА. автомобіль-самоскид ЗИЛ-130 – 60 дБА. Сумарний розрахунковий рівень звукової потужності від усіх джерел становить 80 дБА.

Рівень звуку в розрахунковій точці в південному напрямку на відстані 20 м на території житлової забудови становить 44,8 дБА.

Згідно з п. 5.4, ДСН 3.3.6.037-2019 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», максимальний рівень шуму, що коливається у часі і переривається, не повинен перевищувати 110 дБА. Санітарні норми звукового тиску для застосованої техніки – виконуються.

Джерелами вібрації є машини і механізми, що побудовані на технологіях з ударними та вібраційними навантаженнями: знесення дорожнього полотна або кам'яних споруд. Менший рівень вібрації створюють компресори, відбійні молотки, гусенична техніка.

Під час будівельних робіт санітарні норми щодо допустимого вібраційного впливу для населення виконуються на межі будівельного майданчика.

Під час підготовчих і будівельних робіт використання будівельної

техніки з високим рівнем шуму, вібрації і морально застарілої техніки не передбачається.

Проведення будівельних робіт передбачено тільки в денний час. Швидкість руху будівельної техніки прийнято до 10 км/год. Ширина зони акустичного дискомфорту змінюється в межах 15-200 м. Дане забруднення матиме тимчасовий характер.

Основними джерелами шуму в процесі планованої діяльності є вентилятори припливно-витяжної вентиляції (не більше 60 дБ), насосне обладнання (60 дБ).

Сумарний рівень звукової потужності від усіх джерел – 74,4 дБА. Очікуваний сумарний рівень від усіх джерел шуму на межі житлової забудови та на межі розрахункової санітарно-захисної зони в контрольній точці у Південному напрямку на відстані 40 м не перевищує нормативного значення і становить 39,2 дБА.

Допустимий рівень звукового тиску на території житлової забудови становить 45 дБА. З урахуванням поправки +10 дБА на час доби, буде становити 55 дБА, що не перевищує санітарних норм та не завдає шкідливого впливу в районі найближчої житлової забудови.

### **6.2.6 Поводження з відходами**

При виконанні будівельних робіт передбачається утворення наступних видів відходів: матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені: брухт чорних металів; відходи, одержані у процесах зварювання металів; відходи лако-фарбувальних матеріалів (3 клас небезпеки), надлишковий ґрунт; відходи деревини кускові; відходи комунальні (міські) змішані, у тому числі сміття з урн (4 клас небезпеки).

Тимчасове зберігання кожного виду відходу планується здійснювати на спеціальній контейнерній площадці з твердим покриттям в спеціальних контейнерах на території житлової забудови, що забезпечить локалізацію розміщення відходів та виключить можливість розповсюдження в навколишньому середовищі шкідливих речовин. Вивіз відходів на утилізацію

або на полігон твердих побутових відходів здійснюватиметься згідно з укладеними договорами з спеціалізованими підприємствами.

За умови дотримання чинних вимог тимчасового зберігання відходів та подальшої їх утилізації або вивозу спеціалізованою організацією, значного негативного впливу на стан навколишнього природного середовища не очікується.

### **6.2.7 Вплив на соціальне середовище**

Здійснення планованої діяльності матиме позитивний вплив на соціальне середовище за рахунок організації нових робочих місць, покращення благоустрою та інфраструктури, додаткових надходжень до місцевого бюджету, розвитку економіки міста.

Оцінка ризику впливу планованої діяльності на здоров'я населення проводилась за розрахунками розвитку канцерогенного та неканцерогенного ефекту. Аналіз отриманих розрахунків показав, що ризики розвитку шкідливих ефектів від діяльності проєктованого об'єкту оцінюються як прийнятні.

### **6.2.8 Вплив на навколишнє техногенне середовище**

Об'єкти, що відносяться до культурно-історичної спадщини та пам'яток архітектури, їх охоронні зони і території, промислові та житлово-цивільні об'єкти на території майданчика будівництва відсутні.

Гарантією виключення виникнення аварій і можливого нанесення шкоди здоров'ю населення та порушення умов життєдіяльності є надійність об'єктів навколишнього техногенного середовища.

## **6.3 Екологічні умови провадження планованої діяльності**

Будівлі і споруди створюють великий вплив на оточуюче середовище. Їх поява викликає значні зміни в повітряному і водному середовищах, в стані ґрунтів ділянки будівництва. Міняється рослинний покрів – на зміну знищуваному природному приходять штучні посадки. Міняється режим випаровування вологи. Середня температура в районі забудови постійно вище,

ніж зовні неї.

Непродумані технології, організація і саме виробництво робіт визначають великі витрати енергії і матеріалів, високий ступінь забруднення навколишнього середовища. Процес будівництва є відносно нетривалим. Взаємодія будівлі або споруди з навколишнім середовищем, його характер і наслідки визначається в період тривалої експлуатації. Звідси витікає важливість цього періоду у визначенні економічності об'єкту, тобто яким чином відобразиться на стані навколишнього середовища не тільки поява, але і його тривале функціонування.

Екологічний підхід повинен характеризувати проектування, будівництво, і експлуатацію будівлі. При проектуванні, у свою чергу, він повинен бути витриманий при рішенні як об'ємно - планувальному, так і конструктивному; при виборі матеріалів для будівництва, при визначенні технології зведення і т.д.

Зусилля всіх керівних органів, як центральних, так і на місцях, повинні бути направлені на те, щоб дбайливе відношення до природи стало предметом постійної турботи колективів, керівників і фахівців всіх галузей господарства, нормою повсякденного життя людей.

Практичне здійснення задач з охорони довкілля може бути успішним тільки за умови об'єднання зусиль фахівців всіх галузей народного господарства, заснованих на чіткому розумінні екологічних проблем і знаннях, які були отримані в процесі навчання в школі і вищому навчальному закладі. Таким чином, слід говорити про необхідність вивчення і виявлення екологічних аспектів в будь-якій діяльності людини, у тому числі і про інженерну екологію, в рамках якої повинні розглядатися екологічні аспекти діяльності галузей промисловості і будівництва. Від фахівців – будівників залежить характер дії на оточуюче середовище цивільних і промислових будівель і їх комплексів - промислових об'єктів, міст і селищ. Інструкцією про склад, порядок розробки, узгодження проектно - кошторисної документації на будівництво підприємств, будівель і споруд (ДБН А.2.2-3-2014) вже передбачена розробка заходів по раціональному використуванню природних ресурсів. Природоохоронні вимоги введені і в ряд інших нормативних документів (ДБН В.1.1-25-2009, ДБН

А.3.1-5:2016 і ін.).

Комплекс прийнятих проектних рішень під час провадження планованої діяльності щодо запобігання можливих вибухів і пожеж, а також забезпечення адекватного на них реагування, дозволить звести до мінімуму ймовірність виникнення і тривалість аварій, а також складність їх наслідків, а також і урахуванням усієї інформації вважає допустимим провадження планованої діяльності з огляду на нижченаведене, а саме на те, то на підставі наведених оцінок ймовірних впливів на складові навколишнього природного середовища (атмосферне повітря, водне середовище та земельні ресурси, ґрунти, кліматичні фактори, рівні шумового, радіаційного, вібраційного та теплового забруднень) сукупний вплив планованої діяльності при штатному режимі експлуатації є екологічно допустимим.

Екологічні умови провадження планованої діяльності:

1. До заходів щодо охорони навколишнього природного середовища відносяться всі види діяльності людини, направлені на зниження або повне усунення негативної дії антропогенних чинників, збереження, вдосконалення і раціональне використання природних ресурсів:

- містобудівні заходи, направлені на екологічно раціональне розміщення підприємств, населених місць і транспортної сітки;
- архітектурно-будівельні заходи, що визначають вибір екологічних об'ємно - планувальних і конструктивних рішень;
- вибір екологічно чистих матеріалів при проектуванні і будівництві;
- застосування маловідходних і безвідходних технологічних процесів і виробництв при переробці будівельних матеріалів;
- будівництво і експлуатація очисних і знешкоджуючих споруд і пристроїв;
- рекультивація земель;
- заходи по боротьбі з ерозією і забрудненням ґрунтів;
- заходи по охороні вод і надр і раціональному використуванню мінеральних ресурсів;
- заходи щодо охорони і відтворювання флори і фауни і т.д.

2. Для планованої діяльності встановлюються такі умови використання території та природних ресурсів під час виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності, а саме:

2.1. Під час виконання підготовчих і будівельних робіт забезпечити:

- влаштування тимчасового огороження будівельного майданчика;
- забезпечення встановлення дорожніх знаків на території об'єкту;
- облаштування тимчасових автодоріг для будівельної техніки, для зменшення пилоутворення в межах об'єкта будівництва;
- заборону здійснення будівельних робіт поза межами відведеної земельної ділянки;
- дотримання гранично допустимої висоти будівництва;
- здійснення тимчасового освітлення будівельного майданчика та ділянок робіт;
- встановлення лічильників води;
- встановлення мобільних санітарно-технічних споруд із герметичними ємностями для збору рідких відходів (біотуалети) з розрахунку на чисельність осіб, залучених до виконання робіт;
- виконання необхідних технічних рішень і заходів для раціонального використання, охорони та недопущення забруднення земель в місцях зберігання будматеріалів і обладнання, транспортних засобів;
- встановити контейнери для зберігання відходів;
- недопущення влаштування звалищ будівельного сміття, своєчасно вивозити його в спеціально відведені місця;
- недопущення змішування відходів, забезпечення повного їх збирання, належного зберігання та недопущення знищення відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія; відходи по мірі накопичення збирати у тару, призначену для кожного класу відходів з дотриманням правил безпеки для подальшого перевезення на об'єкти утилізації, місця знешкодження або захоронення;
- вивезення та передачу відходів спеціалізованим підприємствам для подальшої їх утилізації, переробки, видалення або захоронення. Вивезення



відходів повинно здійснюватися в спеціально відведені місця в закритих контейнерах або спецтранспортом, що запобігає розпорошенню відходів під час транспортування;

- організацію регулярної перевірки технічного стану автотехніки (заборона на використання будівельної техніки із підтіканням паливо-мастильних матеріалів та перевищенням нормативно встановлених показників CO і CH у відпрацьованих газах);

- недопущення при роботі будівельних машин підвищених рівнів вібрації, використання захисних кожухів, ізоляційних покриттів;

- будівельні матеріали, що будуть використовуватись при проведенні будівельних робіт, повинні відповідати нормативним рівням радіаційних параметрів;

- обов'язкове проведення радіаційного контролю після будівництва нового об'єкта;

- недопущення забруднення нафтопродуктами ґрунтів на території забудови. У разі виявлення такого забруднення необхідно вжити заходів щодо його ліквідації;

- здійснення благоустрою території об'єкту планованої діяльності та прилеглої території після закінчення будівельних робіт.

2.2. Під час провадження планованої діяльності встановлюються такі екологічні умови:

- забезпечити виконання необхідних технічних рішень і заходів для раціонального використання, охорони та недопущення забруднення земель;

- забезпечити дотримання санітарно-захисної зони;

- здійснювати інструментально-лабораторний контроль параметрів викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел викидів;

- отримати дозвіл на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами викидів відповідно до чинного законодавства;

- суворо дотримуватися умов дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

– вживати заходів щодо запобігання перевищення нормативного рівня шуму та інших фізичних впливів, що створюються роботою технологічного обладнання та автомобільного транспорту на межі нормативної санітарно-захисної зони;

– під час провадження планованої діяльності рівень шуму на межі нормативної санітарно-захисної зони не повинен перевищувати нормативних значень;

– з метою попередження додаткового шумового навантаження забезпечити здійснення планованої діяльності у денний час;

– забезпечити дотримання нормативних вимог щодо вібрації;

– поводження з відходами здійснювати відповідно до вимог Закону України «Про відходи»;

– забезпечити збір та тимчасове зберігання відходів на спеціально обладнаних майданчиках, недопущення змішування відходів, а також своєчасне вивезення та передачу відходів спеціалізованим організаціям у сфері поводження з відходами, у тому числі з небезпечними;

– виконувати заплановані заходи з охорони та раціонального використання водних ресурсів;

– дотримуватись Правил користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України, затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 27.06.2008 № 190;

– скидання стічних вод до системи централізованого водовідведення здійснювати згідно з технічними умовами;

– заправку, мийку, технічне обслуговування, ремонт обладнання, техніки тощо (у разі необхідності) проводити у спеціально передбачених та організованих місцях;

– забезпечити збереження та належний догляд за зеленими насадженнями відповідно до ст.ст. 27, 28 Закону України «Про рослинний світ», ст. 28 Закону України «Про благоустрій населених пунктів». Наказу Міністерства

будівництва архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.04.2006 № 105 «Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України», постанови Кабінету Міністрів України від 01.08.2006 №1045 «Про затвердження Порядку видалення дерев, кущів, газонів і квітників у населених пунктах»;

– дотримуватись вимог ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення»;

– виконувати вимоги пожежної безпеки, ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

– забезпечити здійснення додаткової оцінки впливу на довкілля у разі зміни планованої діяльності, яка підлягає оцінці впливу на довкілля відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 13.12.2017 р. № 1010.

3. Для планованої діяльності встановлюються такі умови щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та усунення їх наслідків. а саме:

– припинення будь-яких робіт при виникненні нештатних ситуацій (аварія, несправність тощо) до приведення технологічного процесу до нормальних умов;

– розробити та погодити в установленому порядку план організаційних заходів щодо локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій;

– дотримуватися вимог пожежної безпеки та охорони праці;

– розробити спеціальні заходи щодо охорони довкілля на випадок виникнення аварійних ситуацій техногенного та природного походження. вживати заходів з ліквідації причин та наслідків забруднення;

– передбачити ряд організаційно-технічних заходів з метою недопущення виникнення аварійних ситуацій, можливості забезпечення їх оперативної локалізації та ліквідації, забезпечення мінімізації можливого негативного впливу на довкілля.

4. Для планованої діяльності встановлюються такі умови щодо зменшення транскордонного впливу планованої діяльності, а саме:

– підстави для здійснення оцінки транскордонного впливу планованої

діяльності відсутні.

5. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із здійснення таких компенсаційних заходів:

- своєчасно і в повному обсязі сплачувати екологічний податок;
- сплачувати нараховані компенсаційні збитки при аварійних ситуаціях.

6. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із запобігання, уникнення, зменшення (пом'якшення), усунення, обмеження впливу планованої діяльності на довкілля, а саме:

– забезпечити дотримання допустимих нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі санітарно-захисної зони відповідно до вимог Закону України «Про охорону атмосферного повітря»;

– забезпечити дотримання вимог Земельного кодексу України щодо забезпечення раціонального використання та охорони земель;

– вживати заходів щодо недопущення впродовж доби перевищень рівнів шуму, встановлених санітарними нормами;

– забезпечити проведення операцій із поводження з відходами різних класів небезпеки відповідно до вимог Закону України "Про відходи".

7. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із здійснення після проектного моніторингу, а саме:

– здійснювати моніторингові спостереження за викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел один раз на рік;

– здійснювати інструментально-лабораторний контроль викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел один раз на рік;

– здійснювати моніторинг радіаційного фону на території планованої діяльності один раз на рік;

– здійснювати моніторинг шумового впливу на межі санітарно-захисної зони та найближчої житлової забудови один раз на рік.

– забезпечити обов'язковий облік відходів, відповідно до чинного законодавства України.

Результати моніторингу та інформацію щодо виконання умов висновку щорічно до 25 січня надавати до уповноваженого територіального органу у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Якщо під час провадження даної господарської діяльності буде виявлено значний негативний вплив на життя і здоров'я населення чи довкілля та якщо такий вплив не був оцінений під час здійснення оцінки впливу на довкілля та/або істотно змінює результати оцінки впливу цієї діяльності на довкілля, рішення про провадження такої діяльності за рішенням суду підлягає скасуванню, а діяльність – припиненню.

8. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із здійснення додаткової оцінки впливу на довкілля на іншій стадії проектування, а саме:

– здійснення додаткової оцінки впливу не передбачається.

Висновок і оцінки впливу на довкілля є обов'язковим для виконання, Екологічні умови, передбачені у ньому висновку є обов'язковими. Висновок і оцінки впливу на довкілля втрачає силу через п'ять років у разі якщо не було прийнято рішення про провадження планованої діяльності. Оцінки впливу на довкілля, здійснено відповідно до статей 3, 6, 7, 9 і 14 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», щодо будівництва багатопверхового житлового будинку.

# РОЗДІЛ 7

## ЕКОНОМІКА

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.24.258с.05 ЕК			
Керівник	Тімченко				Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.	Кадол					МР		
Магістр.	Качаненко					ПЦБ-23-1М		
Зав.каф	Валовой							

## 7.1 Економічні розрахунки конструктивних рішень

### 7.1.1 Економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень

При виконанні проекту «Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій» виконаємо порівняння за приведеними витратами за весь нормативний строк служби конструкцій влаштування стінового огороження.

Порівнюємо наступні конструктивні рішення стінових конструкцій:

#### 1 варіант:

керамічна цегла - 120 мм (об'єм – 49,35 м<sup>3</sup>);

утеплювач (мінераловатні плити) - 100 мм (об'єм – 41,13 м<sup>3</sup>);

керамічна цегла - 380 мм (об'єм – 156,3 м<sup>3</sup>);

#### 2 варіант:

керамічна цегла - 120 мм (об'єм - 49,35 м<sup>3</sup>);

утеплювач - Isover - 100 мм (об'єм - 41,13 м<sup>3</sup>);

газобетон - 300 мм (об'єм – 123,4 м<sup>3</sup>).

Визначення більш ефективного варіанту проведемо за допомогою програмного комплексу «Будівельні – технології Кошторис -8», та відповідно нормативної бази, затвердженої настановою Міністерства регіонального розвитку з визначення вартості будівництва (Наказ від 01.11.2021 р № 281 зі змінами №1 та №2).

## 7.1.2 Локальний кошторис на будівельні роботи № 1 - порівняння варіанту №1

Додаток 1  
до Настанови (пункт 3.11)

Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій  
(найменування об'єкта будівництва)

### Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-001

на Варіант 1- стінове огороження  
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:  
креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість	3 047,322	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	3,38666	тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата	292,950	тис. грн.
Середній розряд робіт	4,1	розряд

Складений в поточних цінах станом на 3 грудня 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	
										заробітної плати



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	на ОДИНИЦЮ	ВСЬОГО
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Розділ № 1 Варіант 1</b>											
1	КБ8-18-3	Мурування зовнішніх цегляних стін з утепленням мінераловатними плитами при висоті поверху до 4 м та одночасним муруванням лицевою цеглою	1 м3 мурування без урахування товщини плит	205,65	2 162,37	151,05	444 691	234 930	31 063	14,0100	2 881,16
					1 142,38	62,46			12 845	0,6936	142,64
2	П171-524	Мінераловатні плити	м3	41,13	900,00		37 017				
3	С1422-10958	Цегла керамічна одинарна порожниста ефективна, марка М150	1000шт	164,5	11 287,29		1 856 759				
4	С1422-10982	Цегла керамічна лицьова одинарна повнотіла з гладкою лицьовою поверхнею, розміри 250х120х65 мм, марка М150	1000шт	34,275	16 709,87		572 731				

	<b>Разом прямих витрат по розділу № 1</b>		2 911 198	234 930	31 063 <u>12 845</u>	2 881,16 <u>142,64</u>
	Разом прямі витрати по розділу	грн.	2 911 198			
	в тому числі:					
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	2 645 205			
	вартість ЕММ	грн.	31 063			
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		12 845		
	заробітна плата робітників	грн.		234 930		
	всього заробітна плата	грн.		247 775		
	Загальновиробничі витрати	грн.	136 124			
	трудомісткість в загальновиробничих витратах	люд-г				362,86
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.		45 175		
	<b>Всього по розділу</b>	грн.	3 047 322			
	Кошторисна трудомісткість	люд-г				3 386,66
	Кошторисна заробітна плата	грн.		292 950		
	<b>Разом прямих витрат по кошторису</b>		2 911 198	234 930	31 063 <u>12 845</u>	2 881,16 <u>142,64</u>
	Разом прямі витрати	грн.	2 911 198			
	в тому числі:					
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	2 645 205			
	вартість ЕММ	грн.	31 063			
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		12 845		
	заробітна плата робітників	грн.		234 930		

	всього заробітна плата	грн.	247 775	
	Загальновиробничі витрати	грн.	136 124	
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г		362,86
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.	45 175	
	<b>Всього по кошторису</b>	грн.	3 047 322	
	Кошторисна трудоємність	люд-г		3 386,66
	Кошторисна заробітна плата	грн.	292 950	

Склав

Качаненко Є.К.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

### 7.1.3 Договірна ціна № 1 порівняння варіанту №1

Додаток 30  
до Настанови (пункт 5.2)

Замовник: ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"  
(назва організації)

Підрядник: ПАТ "Монтажбудівест"  
(назва організації)

#### ДОГОВІРНА ЦІНА № 1

на будівництво Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій

(найменування об'єкта будівництва, черги, пускового комплексу, будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

що здійснюється в \_\_\_\_\_ 2025 \_\_\_\_\_ році

Вид договірної ціни: "тверда"

Договір № №3 від 3.11.24 від 03.12.2024

Визначена згідно з Настановою, Наказ від 1.11.2021 №281

Складена в поточних цінах станом на 3 грудня 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування	Найменування витрат	Вартість, тис.грн.		
			Всього	у тому числі:	
				будівельних робіт	інших витрат
1	2	3	4	5	6
1	Розрахунок №1-1	<b>Розділ I. Будівельні роботи</b>			
		Прямі витрати	2 911,198	2 911,198	
		у тому числі			
		Заробітна плата будівельників, монтажників	234,930	234,930	
		Вартість матеріальних ресурсів	2 645,205	2 645,205	
		Вартість експлуатації будівельних машин	31,063	31,063	
2	Розрахунок №1-2	Загальновиробничі витрати	136,124	136,124	

3		Всього прями і загальновиробничі витрати	3 047,322	3 047,322	
4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проєктом (робочим проєктом)	45,710	45,710	
		<b>Разом</b>	3 093,032	3 093,032	
5	Розрахунок №3 (Додаток 8, Настанова п.26)	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	19,486	19,486	
6	Розрахунок №4 (Додаток 8, Настанова п.27)	Кошти на виконання будівельних робіт у літній період	8,351	8,351	
		<b>Разом</b>	3 120,869	3 120,869	
7	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова )	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	65,592	65,592	
8	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова )	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)	18,326		18,326
		<b>Разом по розділу I</b>	3 204,787	3 186,461	18,326
9		Податок на додану вартість	640,957		640,957
		<b>Всього по розділу I</b>	3 845,744	3 186,461	659,283
10		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	6,857	6,857	
11		Податок на додану вартість	1,371		1,371
12		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	8,228	6,857	1,371
13		<b>Розділ II. Устаткування</b> Витрати з придбання та доставки устаткування, що монтується	-		

14		Витрати з придбання та доставки устаткування, що не монтується, меблів, інвентарю	-		
		<b>Разом по розділу II</b>	-		
15		Податок на додану вартість	-		
		<b>Всього по розділу II</b>	-		
		<b>Всього договірна ціна (р.I+р.II)</b>	3 845,744		

## 7.1.4 Локальний кошторис на будівельні роботи № 2 - порівняння варіанту №2

Додаток 1  
до Настанови (пункт 3.11)

Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій  
(найменування об'єкта будівництва)

### Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-002

на Варіант 2- стінове огороження  
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:	Кошторисна вартість	1 482,971	тис. грн.
креслення(специфікації)№	Кошторисна трудомісткість	1,82831	тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	158,217	тис. грн.
	Середній розряд робіт	4,1	розряд

Складений в поточних цінах станом на 3 грудня 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	
										заробітної плати

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	на одиницю	всього
<b>Розділ № 1 Варіант 2</b>											
1	КБ8-18-1	Мурування зовнішніх цегляних стін 120 мм із утеплювачем Isover та муруванням із газобетонних блоків 300 мм при висоті поверху до 4 м	1 м3 мурування	172,75	1 451,62 730,60	106,62 44,09	250 767	126 211	18 419 7 617	8,9600 0,4896	1 547,84 84,58
2	П171-1024	Блоки газобетонні	м3	123,4	3 260,00		402 284				
3	П171-524	Утеплювач Isover	м3	41,13	850,00		34 961				
4	С1422-10958	Цегла керамічна одинарна порожниста ефективна, розміри 250x120x65 мм, марка М150	1000шт	63,9175	11 287,29		721 455				
<b>Разом прямих витрат по розділу № 1</b>							1 409 467	126 211	18 419		1 547,84
									<u>7 617</u>		<u>84,58</u>
Разом прямі витрати по розділу						грн.	1 409 467				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів і комплектів						грн.	1 264 837				



	вартість ЕММ	грн.	18 419		
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		7 617	
	заробітна плата робітників	грн.		126 211	
	всього заробітна плата	грн.		133 828	
	Загальновиробничі витрати	грн.	73 504		
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г			195,89
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.		24 389	
	<b>Всього по розділу</b>	грн.	1 482 971		
	Кошторисна трудоємність	люд-г			1 828,31
	Кошторисна заробітна плата	грн.		158 217	
	<b>Разом прямих витрат по кошторису</b>		1 409 467	126 211	18 419
					7 617
	Разом прямі витрати	грн.	1 409 467		
	в тому числі:				
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	1 264 837		
	вартість ЕММ	грн.	18 419		
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		7 617	
	заробітна плата робітників	грн.		126 211	
	всього заробітна плата	грн.		133 828	
	Загальновиробничі витрати	грн.	73 504		
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г			195,89
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.		24 389	

	<b>Всього по кошторису</b>	грн.	1 482 971	
	Кошторисна трудомісткість	люд-г		1 828,31
	Кошторисна заробітна плата	грн.	158 217	

Склав

Качаненко Є.К.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

## 7.1.5 Договірна ціна № 2 порівняння варіанту №2

Додаток 30  
до Настанови (пункт 5.2)

Замовник: ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"  
(назва організації)

Підрядник: ПАТ "Монтажбудівест"  
(назва організації)

### ДОГОВІРНА ЦІНА № 2

на будівництво Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій

(найменування об'єкта будівництва, черги, пускового комплексу, будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

що здійснюється в \_\_\_\_\_ 2025 \_\_\_\_\_ році

Вид договірної ціни: "тверда"

Договір № №3 від 3.11.24 від 03.12.2024

Визначена згідно з Настановою, Наказ від 1.11.2021 №281

Складена в поточних цінах станом на 3 грудня 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування	Найменування витрат	Вартість, тис.грн.		
			Всього	у тому числі:	
				будівельних робіт	інших витрат
1	2	3	4	5	6
1	Розрахунок №1-1	<b>Розділ I. Будівельні роботи</b>			
		Прямі витрати	1 409,467	1 409,467	
		у тому числі			
		Заробітна плата будівельників, монтажників	126,211	126,211	
		Вартість матеріальних ресурсів	1 264,837	1 264,837	
		Вартість експлуатації будівельних машин	18,419	18,419	
2	Розрахунок №1-2	Загальновиробничі витрати	73,504	73,504	

3		Всього прями і загальновиробничі витрати	1 482,971	1 482,971	
4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	22,245	22,245	
		<b>Разом</b>	1 505,216	1 505,216	
5	Розрахунок №3 (Додаток 8, Настанова п.26)	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	9,483	9,483	
6	Розрахунок №4 (Додаток 8, Настанова п.27)	Кошти на виконання будівельних робіт у літній період	4,064	4,064	
		<b>Разом</b>	1 518,763	1 518,763	
7	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова )	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	35,411	35,411	
8	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова )	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)	9,894		9,894
		<b>Разом по розділу I</b>	1 564,068	1 554,174	9,894
9		Податок на додану вартість	312,814		312,814
		<b>Всього по розділу I</b>	1 876,882	1 554,174	322,708
10		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	3,337	3,337	
11		Податок на додану вартість	0,667		0,667
12		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	4,004	3,337	0,667
13		<b>Розділ II. Устаткування</b> Витрати з придбання та доставки устаткування, що монтується	-		

14		Витрати з придбання та доставки устаткування, що не монтується, меблів, інвентарю	-		
		<b>Разом по розділу II</b>	-		
15		Податок на додану вартість	-		
		<b>Всього по розділу II</b>	-		
		<b>Всього договірна ціна (р.I+р.II)</b>	1 876,882		

## 7.2 Розрахунок варіантів конструктивного рішення за приведеними витратами

### 1.1 Розраховуємо тривалість виконання робіт

Тривалість виконання робіт за варіантами розраховуємо згідно витрат. праці робітників-будівельників на встановлення окремих видів конструктивних елементів, людино-годин, які визначаємо з даних локального кошторису:

$$t = \sum_{i=1}^n \frac{T_{\text{осн}i}}{N_i \cdot n_i \cdot K_{\text{зм}}}, \text{ дні} \quad (7.1)$$

де  $T_{\text{осн}i}$  – витрати праці робітників-будівельників на встановлення окремих видів конструктивних елементів, людино-годин (визначається за даними локальних кошторисів);

$N_i$  – прийнята кількість бригад для виконання робіт із встановлення  $i$ -того конструктивного елемента;

$n_i$  – середня кількість робітників-будівельників у бригаді за діючими нормативами, осіб;

$N_{\text{зм}}$  – кількість робочих змін на добу, прийнята при встановленні  $i$ -того конструктивного елемента.

Таким чином:

$$t_1 = \frac{2881,16/8}{2 \cdot 5 \cdot 2} = 18,01 \text{ дня}; \quad t_2 = \frac{1547,84/8}{2 \cdot 5 \cdot 2} = 9,67 \text{ дня}.$$

1.2 Розраховуємо необхідні капітальні вкладення в виробничі засоби підрядника:

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{об}} \quad (7.2)$$

де  $K_{\text{осн}}$  і  $K_{\text{об}}$  – капітальні вкладення відповідно в основні і оборотні фонди, грн.;

$$K_{\text{осн}} = \sum_{j=1}^g \frac{M_j \cdot t_j}{t_{\text{н}j}} \quad (7.3)$$

де  $M_j$  – інвентарно-розрахункова вартість машин  $j$ -ї групи (для монтажу використовуємо кран з інвентарно-розрахунковою вартістю 2700 000 грн.);

$t_j$  – тривалість роботи машин  $j$ -ї групи на об'єкті, машино-годин;

$t_{nj}$  – нормативна тривалість роботи машин  $j$ -ї групи протягом року, машино-годин.

Таким чином отримуємо значення капітальних вкладень:

$$K_{очн1} = \frac{3900 \times 18,01}{100} = 702,390 \text{ тис. грн.}; \quad K_{очн2} = \frac{3900 \times 9,67}{100} = 377,130 \text{ тис. грн.}$$

1.3 Розраховуємо величину оборотних засобів підрядника, необхідних для виконання обраних за варіантами робіт:

Розраховуємо величину оборотних засобів за варіантами за формулою 1.4:

$$K_{об} = \frac{(C+ТВ+КП+АВ)}{n_{об}} \quad (7.4)$$

де  $C$  – собівартість будівельно-монтажних робіт;

$ТВ$ - витрати на тимчасові будівлі і споруди;

$n_{об}$  – кількість оборотів оборотних коштів (приймається в межах 3 – 4);

Витрати на тимчасові будівлі та споруди, додаткові витрати за роботу взимку та літом, прибуток та адміністративні витрати формуємо на програмному комплексі «Будівельні – технології Кошторис - 8» за варіантами при формуванні інвесторської документації.

Таблиця 7.1 - Визначення витрат на тимчасові будівлі та споруди, витрати за роботу зимою та літом, прибуток та адміністративні витрати, тис. грн.

Витрати, тис. грн.	1-й варіант	2-й варіант
Витрати на тимчасові будівлі та споруди	45,710	22,245
Витрати на роботу взимку	19,486	9,483
Витрати на роботу в літній період	8,351	4,064
Прибуток	65,592	35,411
Адміністративні витрати	18,326	9,894

Наступний крок – визначення величини коштів, потрібних для фінансування оборотних засобів:

$$K_{об1} = \frac{(3047,322+45,710+19,486+8,351+65,592+18,326)}{4} = 3186,461/4 = 796,615 \text{ тис. грн.}$$

$$K_{об2} = \frac{(1482,971+22,245+9,483+4,064+35,411+9,894)}{4} = 1564,068/4 = 391,017 \text{ тис. грн.}$$

1.4 Розраховуємо необхідні для виконання робіт капітальні вкладення в

основні виробничі фонди та оборотні кошти підрядника:

$$K1=702,390 + 796,615 = 1499,005 \text{ тис. грн.}$$

$$K2=377,130 + 391,017 = 468,147 \text{ тис. грн.}$$

1.5 Визначаємо витрати на експлуатацію конструктивних елементів. Вони включають суму річних амортизаційних відрахувань (А) і витрати на ремонт і утримання конструкцій (Вру):

$$V_e = A + B_{py} \quad (7.5)$$

$$A = \frac{(C+TБ+ДК_{3л}+КП+AB)}{100} \cdot N_a \quad (7.6)$$

де  $N_a$  – річна норма амортизаційних відрахувань на будівлі і споруди (приймаємо 8 %).

$$A1 = \frac{3186,461}{100} \times 8 = 254,917 \text{ тис. грн.}; \quad A2 = \frac{1564,068}{100} \times 8 = 125,125 \text{ тис. грн.}$$

Визначаємо загальну кошторисну трудомісткість будівельно-монтажних робіт ( $T_{заг}$ ):

$$T_{заг} = T_{нв} + T_{зв} + T_{тб} + T_з + T_л$$

де  $T_{нв}$  – нормативно-розрахункова трудомісткість робіт, що передбачаються прямими витратами;

$T_{зв}$  – розрахункова кошторисна трудомісткість робіт, що передбачені загальновиробничими витратами:

$$T_{зв} = T_{нв} \cdot K_{тзв}$$

$T_{тб}$  – розрахункова трудомісткість робіт зі зведення і розбирання титульних тимчасових будівель і споруд;

$T_з$  і  $T_л$  – розрахункова додаткова трудомісткість будівельно-монтажних робіт при їх виконанні відповідно в зимовий та літній періоди.

За локальними кошторисами загальна трудомісткість становить 3,387 тис. люд. год. для 1-го варіанту та 1,828 тис. люд. год. для 2-го варіанту.

Визначаємо необхідні витрати на ремонт та утримання конструкцій по кожній  $j$ -й групі конструкцій:



$$B_{py} = \frac{\sum_{j=1}^m (C + TБ_j + ДВ_{зл}_j + КП_j + АВ_j) \cdot Н_{прj}}{100}, \quad (7.7)$$

де  $H_{pyj}$  – річні норми витрат на ремонт та експлуатацію  $j$ -ї конструкції, які для конструкцій з/б фундаментів за варіантами – 1,5%:

$$B_{py1} = \frac{3186,461}{100} \times 6,7 = 213,493 \text{ тис. грн.}; \quad B_{py2} = \frac{1564,068}{100} \times 6,7 = 104,793 \text{ тис. грн.}$$

$$Be1 = 254,917 + 213,493 = 468,410 \text{ тис. грн.}; \quad Be2 = 125,125 + 104,793 = 229,918 \text{ тис. грн.}$$

1.6 Питомі приведені витрати за варіантами конструктивних рішень дорівнюють:

$$B_{\pi} = (B_{\pi i} + E_{\pi} K_i) (\rho + E_{\pi\pi}) + Be_i, \quad (7.8)$$

де  $E_{\pi\pi}$  – норматив ефективності (норма прибутку) капітальних вкладень;

$\rho$  – коефіцієнт реновації, частка витрат в розрахунку на рік служби конструкції;

$E_{\pi\pi}$  – норматив приведення капітальних вкладень за фактором часу, ( $E_{\pi\pi} = 0,1$ ).

Розраховуємо, враховуючи, що строк використання конструкцій за двома варіантами – 60 років та відповідно коефіцієнт реновації 0,00033,

$$B_{\pi 1} = (3186,461 + 0,15 \times 1499,005) (0,00033 + 0,1) + 468,410 = 810,667 \text{ тис. грн.}$$

$$B_{\pi 2} = (1564,068 + 0,15 \times 468,147) (0,00033 + 0,1) + 229,918 = 393,886 \text{ тис. грн.}$$

1.7 Розрахуємо економічний ефект від створення і використання більш економічного варіанту застосування конструкцій за весь строк їх експлуатації:

$$E = \frac{B_2 - B_1}{\rho_2 + E_{\pi\pi}}, \quad (7.9)$$

$$E = \frac{810,667 - 393,886}{0,00033 + 0,1} = 4154,101 \text{ тис. грн.}$$

де позначення «1» та «2» відповідають базовому та проектному рішенню.

### 7.3 Визначення економічного ефекту від впровадження раціональної

## конструкції

Основні техніко - економічні показники за варіантами наведено в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 - Основні ТЕП за варіантами конструкцій

№ п п	Найменування показників	Одиниця виміру	Рівень показника за варіантами	
			1	2
1	Тривалість виконання будівельних робіт	діб	18,01	9,67
2	Загальна кошторисна трудомісткість будівельних робіт	тис люд.- год.	3,387	1,828
3	Собівартість БМР	тис. грн.	3047,322	1482,971
4	Вартість основних виробничих фондів і оборотних коштів	тис. грн.	1499,005	468,147
5	Річні приведені витрати	тис. грн.	810,667	393,886
6	Економічний ефект від використання прогресивної конструкції за весь строк її експлуатації	тис. грн.	-	4154,101

Другий варіант, аналізуємий за приведеними витратами економічно вигідніший. Економічний ефект складає 4154,101 тис. грн. Його і приймаємо в подальшому проектуванні.

# РОЗДІЛ 8

## НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

					<i>КНУ.МР.192.24.258с.05 НР</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування адміністративно-офісної будівлі з обґрунтуванням теплотехнічних характеристик стінових конструкцій</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Тімченко</i>				<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>		<i>Тімченко</i>				<i>ПЦБ-23-1М</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Качаненко</i>						
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

## **8.1 Проблема наукового дослідження**

Сучасні умови розвитку будівельної галузі характеризуються збільшенням частки об'єктів будівництва (як на етапі зведення, так і на етапі реновації), по відношенню до яких реалізуються різноманітні конструктивні рішення у сфері підвищення енергетичної ефективності об'єктів з метою зменшення експлуатаційних витрат. Оскільки одним із найпоширеніших способів підвищення енергетичної ефективності конструктивних елементів будівель є утеплення стінових (огороджувальних) конструкцій із використанням теплоізоляційних матеріалів, особливої важливості набувають питання обґрунтування характеристик відповідних конструктивних рішень. Проте наявні методичні розробки та інструментальні засоби, що застосовуються для розв'язання вищеписаних проблем, не забезпечують повноцінного і спільного врахування показників енергетичної та економічної доцільності конструктивних рішень.

Тому важливість проблеми обґрунтування характеристик конструктивних рішень у сфері підвищення енергетичної ефективності стінових (огороджувальних) конструкцій для будівельної галузі та недостатній ступінь наукової розробленості зазначеної проблеми дають підстави для висновку про актуальність обраної теми дослідження.

## **8.2 Об'єкт та предмет наукового дослідження**

Об'єкт дослідження – конструктивне рішення стінового огороження у складі об'єкта житлового будівництва, що передбачає підвищення енергетичної ефективності конструкцій за допомогою застосування теплоізоляційного матеріалу.

Предмет дослідження – технічні характеристики вищевказаного конструктивного рішення.

## **8.3 Мета та задачі наукового дослідження**

Мета дослідження – розробка методики обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій будівель з використанням засобів

оптимізаційного моделювання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Виконати огляд і порівняльний аналіз наукових праць з досліджуваної тематики.

2. Виконати обчислювальні задачі з метою аналізу залежності теплотехнічних характеристик конструкції від її виконання. Виявити резерви щодо підвищення енергетичної ефективності стінової конструкції.

3. Запропонувати методику обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій громадських будівель.

#### **8.4 Методи досліджень**

Теоретичні, аналітичні й чисельні методи, аналіз і зіставлення даних отриманих різними методами.

#### **8.5 Наукова новизна одержаних результатів**

1. Сформовано математичний опис стінової конструкції, відмітною особливістю якого є можливість врахування характеристик шарів стінової конструкції в частині взаємного розташування та технічних характеристик матеріалу в якості варійованих параметрів, а середньозваженої (за товщиною шарів) температури та термічного опору стінової конструкції - в якості розрахункових характеристик при проведенні обчислювальних задач.

2. Запропоновано аналітичні моделі залежності вартості теплоізоляційного матеріалу в елементарному об'ємі від технічних характеристик матеріалу, відмітною особливістю яких є лінійний характер зазначеної залежності при розгляді технічних характеристик матеріалу в розрізі двох категорій: основних (товщина і коефіцієнт теплопровідності - для базової моделі; зміна коефіцієнта теплопередачі - для модифікованої) та додаткових (склад характеристик попередньо формується особою, що розв'язує задачу, та є єдиною варіюється параметрами при проведенні розрахункової задачі).

3. Розроблено оптимізаційну модель обґрунтування характеристик теплоізоляційного матеріалу у складі стінової конструкції, що відрізняється

дрібно-лінійною структурою відносно вихідних невідомих змінних - технічних характеристик матеріалу, а також використанням як цільової функції комплексного критерію, який формують на основі нормованих критеріїв зміни коефіцієнта теплопередачі стінової конструкції та терміну окупності відповідного конструктивного рішення.

4. Розроблено методику обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій, відмінною особливістю якої є використання елементів попередньо сформованих аналітичних моделей залежності вартості теплоізоляційного матеріалу у складі конструкції від його технічних характеристик як вихідні дані для побудови та реалізації оптимізаційної моделі обґрунтування характеристик матеріалу, а також для подальшого розрахунку основних технічних характеристик теплоізоляційного матеріалу на основі умови еквівалентності результатів реалізації цих аналітичних моделей.

## **8.6 Апробація результатів дослідження**

Результати досліджень, представлені у магістерській роботі, доповідались автором у виступах на щорічних наукових конференціях.

Список наукових публікацій:

1. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Кайда В.Е., Азаренко Д.Д., Качаненко Є.К., Мініна І.І. Використання енергозберігаючих технологій і матеріалів // *Розвиток промисловості та суспільства: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (22-24 травня 2024 р.)*. Кривий Ріг. Видавничий центр «КНУ», 2024. С. 124.

2. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Кайда В.Е., Азаренко Д.Д., Качаненко Є.К., Мініна І.І. Використання енергоефективних інноваційних матеріалів // *Розвиток промисловості та суспільства: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (22-24 травня 2024 р.)*. Кривий Ріг. Видавничий центр «КНУ», 2024. С. 125.

3. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Кайда В.Е., Азаренко Д.Д., Качаненко Є.К., Мініна І.І. Підвищення енергоефективності будівлі в системах навісних вентиляованих фасадів (статтю подано у «Гірничий вісник» (м. Кривий Ріг)).

4. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Кайда В.Е., Азаренко Д.Д., Качаненко Є.К., Мініна І.І. Енергоефективні рішення під час реконструкції фасадів. // *Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства*: матеріали Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції (24-26 квітня 2024 року). (статтю подано у Вісник НУВГП. Серія "Технічні науки" (м. Рівне)).

## 8.7 Стан питання

### 8.7.1 Обґрунтування характеристик енергоефективного конструктивного рішення

Необхідність зниження енергоресурспоживання у житловому фонді не викликає сумнівів. Проте висока вартість енергоефективних заходів і, як правило, тривалий термін їхньої окупності, висуває на перший план вирішення питання про вибір серед них таких заходів, які б забезпечували найбільшу економію енергії за порівняно невисокої величини витрат. Шляхом аналізу представлених на будівельному ринку енергоефективних технологій нами було розроблено оптимізаційну модель, яка представляє алгоритм прийняття рішення щодо вибору енергоефективних заходів. Загальна схема даної моделі представлена на рис.1.



Рисунок 1 – Алгоритм вибору енергоефективних рішень

Відсутність у нашій країні необхідного досвіду будівництва та експлуатації будинків з низьким енергоспоживанням значно ускладнює вибір оптимальних енергоефективних рішень та робить його недоцільним на основі розрахунків експлуатаційних витрат. Тому економічна доцільність застосування кожного з енергозберігаючих заходів розраховується нами шляхом визначення витрат на їх придбання, встановлення та одержану економію енергії на основі відомостей про термін корисного використання відповідних матеріалів, обладнання [4]. Оптимізація вибору альтернативних енергоефективних рішень може бути описана такою функцією:

$$F(x) = C_x - T_x \times e_x \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $F(x)$  – показник ефективності застосування  $x$  заходу;  $C$  – вартість придбання та встановлення енергоефективного обладнання;  $T$  – термін служби матеріалу, устаткування;  $e_x$  – економія, що отримується (за умови, що  $e_x \rightarrow \max$  у своїй групі).

Одним з найбільш поширених та ефективних з економічної точки зору є заходи щодо теплоізоляції огороджувальних конструкцій (термін їхньої окупності становить у середньому 4-5 років).

Будівельна галузь характеризується високим рівнем конкуренції між учасниками ринку будівництва, що визначає потребу в зниженні як собівартості об'єкта будівництва, так і витрат у процесі його експлуатації. Ситуація ускладнюється наявністю великої кількості будівель, що мають термін експлуатації від 30 до 50 років і тому не відповідають сучасним вимогам щодо енергетичної ефективності об'єктів будівництва, що має величезний вплив на величину експлуатаційних витрат.

Зниження згаданих витрат щодо об'єкта будівництва на стадіях зведення та реновації в сучасних умовах забезпечується за допомогою розроблення та реалізації різних конструктивних рішень, які передбачають, зокрема, забезпечення високих показників енергетичної ефективності вказаного об'єкта за рахунок застосування у складі відповідних огороджувальних конструкцій теплоізоляційних матеріалів.

Проте наявні методичні розробки та інструментальні засоби, що



застосовуються для обґрунтування характеристик теплоізоляційних матеріалів у складі огорожувальних конструкцій об'єктів будівництва, не забезпечують повноцінного та спільного врахування показників енергетичної ефективності та економічної доцільності конструктивних рішень.

Ця обставина визначила доцільність проведення дослідження, метою якого є розробка обґрунтування характеристик конструктивного рішення в галузі забезпечення енергетичної ефективності об'єкта будівництва з використанням засобів оптимізаційного моделювання.

Результати огляду наукових праць за тематикою дослідження підтвердили високу актуальність проблем раціонального обґрунтування характеристик конструктивних рішень для підвищення енергетичної ефективності стінових (огорожувальних) конструкцій за допомогою використання теплоізоляційних матеріалів і визначили доцільність формування (на наступних етапах дослідження) математичного опису багат шарової стінової конструкції з метою наступного аналізу взаємозв'язків між технічними характеристиками зазначеної конструкції та показниками її енергетичної ефективності.

Для досягнення мети було поставлено та вирішено такі завдання:

1. Огляд і порівняльний аналіз наукових розробок у галузі обґрунтування характеристик теплоізоляційних матеріалів у складі огорожувальних конструкцій об'єктів будівництва.

2. Розробка методики обґрунтування характеристик конструктивного рішення в галузі забезпечення енергетичної ефективності об'єкта житлового будівництва з використанням засобів оптимізаційного моделювання.

На початкових етапах дослідження було виконано огляд і порівняльний аналіз наукових робіт у галузі обґрунтування характеристик теплоізоляційних матеріалів у складі огорожувальних конструкцій об'єктів будівництва.

Отримані результати визначаються такими положеннями:

1. Наукові роботи, що відповідають тематиці дослідження, можуть бути класифіковані за такими основними ознаками:

- 1.1 Залежно від об'єкта і предмета дослідження:

– прикладні – містять опис процедур і результатів розрахунку окремих реально існуючих огорожувальних конструкцій за різних варіантів рішень у галузі підвищення енергетичної ефективності конструкцій

– наукові – містять опис принципів, підходів, інструментальних засобів для вирішення завдання обґрунтування характеристик теплоізоляційних матеріалів у складі огорожувальних конструкцій об'єктів будівництва.

## 1.2 Залежно від категорії інструментальних засобів:

– ті, що передбачають використання засобів аналітичного моделювання, зокрема методу аналізу ієрархій і процедури багатофакторної лінійної регресії для обґрунтування характеристик теплоізоляційного матеріалу у складі огорожувальної конструкції;

– ті, що передбачають використання засобів оптимізаційного моделювання, зокрема генетичних алгоритмів і нейронних мереж та програмування для розв'язання вищезазначеної задачі;

– ті, що передбачають спільне використання засобів аналітичного (для побудови аналітичних моделей залежності питомої вартості теплоізоляційного матеріалу від його технічних характеристик) та оптимізаційного (для безпосереднього обґрунтування найкращих значень характеристик теплоізоляційного матеріалу у складі стінової конструкції) моделювання.

## 2 Основними недоліками перерахованих вище наукових розробок є такі:

– відсутність інформації про сферу ефективного застосування отриманих наукових результатів (можливості застосування згаданих результатів по відношенню до інших реально існуючих огорожувальних конструкцій);

– відсутність поточного врахування критеріїв вартості та енергетичної ефективності під час обґрунтування технічних характеристик теплоізоляційного матеріалу;

– відсутність критерію оптимальності одержуваного рішення у вигляді значень технічних характеристик теплоізоляційного матеріалу, що негативно впливає на практичну значущість інструментального засобу;

– невідповідність одержуваного рішення у вигляді значень технічних характеристик теплоізоляційного матеріалу комбінаціям значень для наявних

моделей (зразків) матеріалу;

– неможливість формування єдиного рішення для сукупності огорожувальних конструкцій у складі об'єкта будівництва (інструментальний засіб забезпечує обґрунтування характеристик тільки для окремої огорожувальної конструкції).

Таким чином, результати, отримані в процесі аналізу публікацій, свідчать про недостатній ступінь наукового опрацювання питань обґрунтування характеристик конструктивного рішення в галузі забезпечення енергетичної ефективності об'єкта будівництва. Ця обставина визначила необхідність розроблення інструментальних засобів для розв'язання розглянутого завдання з використанням засобів оптимізаційного моделювання.

На проміжних етапах дослідження було розглянуто методику обґрунтування характеристик конструктивного рішення в галузі забезпечення енергетичної ефективності об'єкта будівництва з використанням засобів оптимізаційного моделювання.

Процес реалізації методики передбачає послідовне виконання таких етапів:

1. Підготовка вихідних даних для вирішення поставленого завдання.
2. Послідовний розгляд (перебір) кожної з огорожувальних конструкцій у складі об'єкта будівництва з подальшим формуванням аналітичної моделі залежності питомої вартості теплоізоляційного матеріалу у складі конструкції від його технічних характеристик, а також оцінкою адекватності сформованої моделі на основі коефіцієнта детермінації.
3. Побудова багатокритеріальної дробово-лінійної оптимізаційної моделі обґрунтування технічних характеристик теплоізоляційних матеріалів у складі огорожувальних конструкцій.
4. Приведення дробово-лінійної оптимізаційної моделі до лінійного вигляду.
5. Реалізація похідних однокритеріальних моделей для формування часткових значень критеріїв.
6. Розрахунок коефіцієнтів значущості врахування критеріїв відповідно

до методу лінійної згортки для забезпечення їхньої збалансованості.

7. Формування однокритеріальної лінійної оптимізаційної моделі на основі багатокритеріальної лінійної моделі, отриманої в рамках четвертого етапу методики.

8. Обчислення оптимальних значень зміни коефіцієнта теплопередачі огорожувальних конструкцій.

9. Побудова та реалізація оптимізаційної моделі обґрунтування складу зразків теплоізоляційного матеріалу в рамках конструктивного рішення.

10. Формування конструктивного рішення

Опис процедури аналізу впливу характеристик конструктивних рішень у сфері підвищення енергетичної ефективності стінової конструкції у складі об'єкта будівництва на її теплотехнічні показники. На початковому етапі процедури було сформовано математичний опис стінової конструкції, наведений на рис. 2.

На наступному етапі процедури було проведено аналіз впливу розташування шару теплоізоляційного матеріалу в загальній послідовності шарів стінової конструкції на її теплотехнічні характеристики.

Графічний опис зазначених результатів у частині розподілу температури за товщиною стінової конструкції представлено на рис. 3.

Для оцінювання впливу розташування шару теплоізоляційного матеріалу в загальній послідовності шарів стінової конструкції на її теплотехнічні характеристики було виконано аналіз стійкості середньозваженого (за товщиною шарів) значення температури стінової конструкції в разі зміни таких параметрів конструкції: товщини шару теплоізоляційного матеріалу, що варіюється в заданому діапазоні значень із фіксованим кроком; розташування шару теплоізоляційного матеріалу в загальній послідовності шарів стінової конструкції.

Графічний опис результатів виконання вищевказаного аналізу представлено на рис. 4.

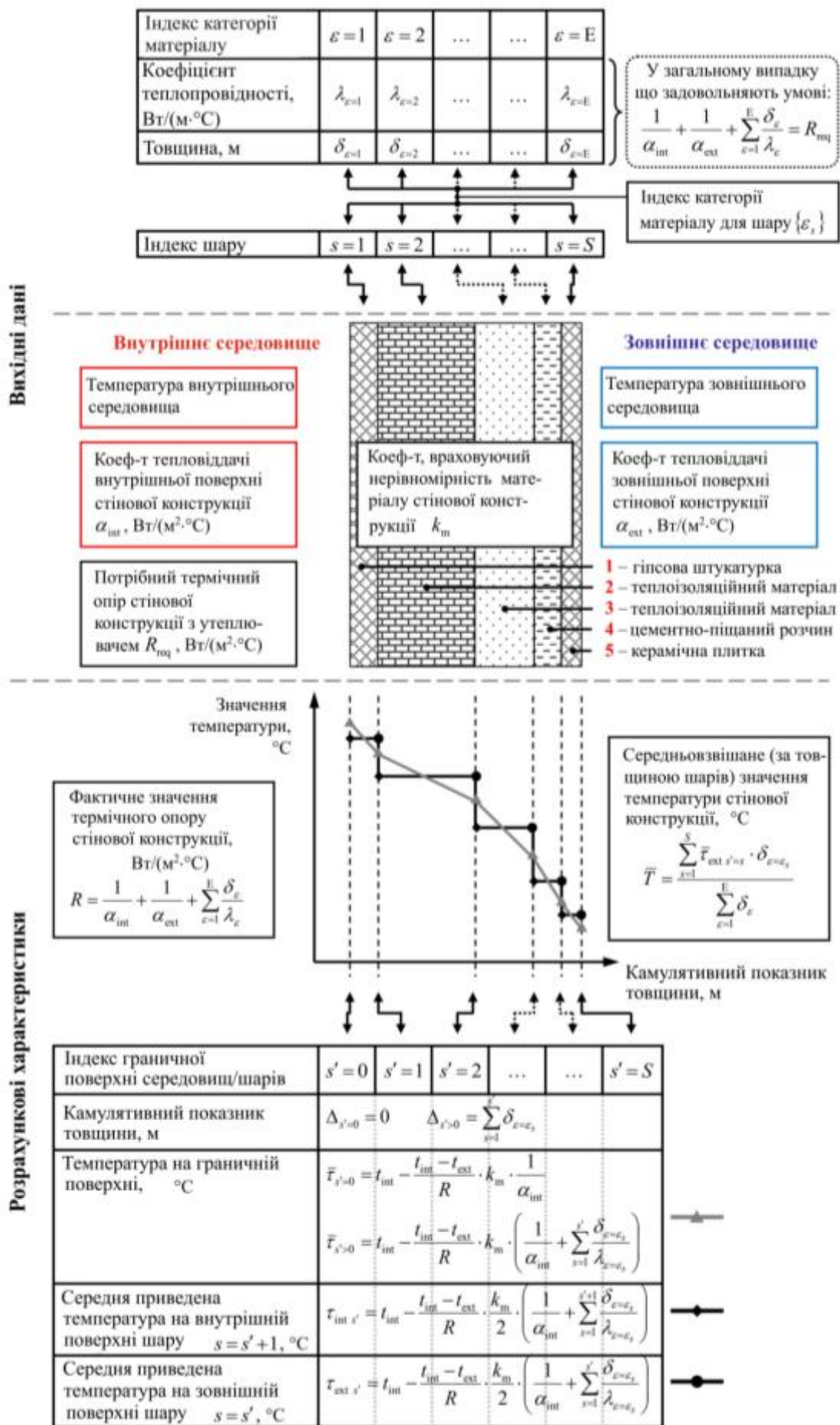


Рисунок 2 – Математичний опис стінової конструкції

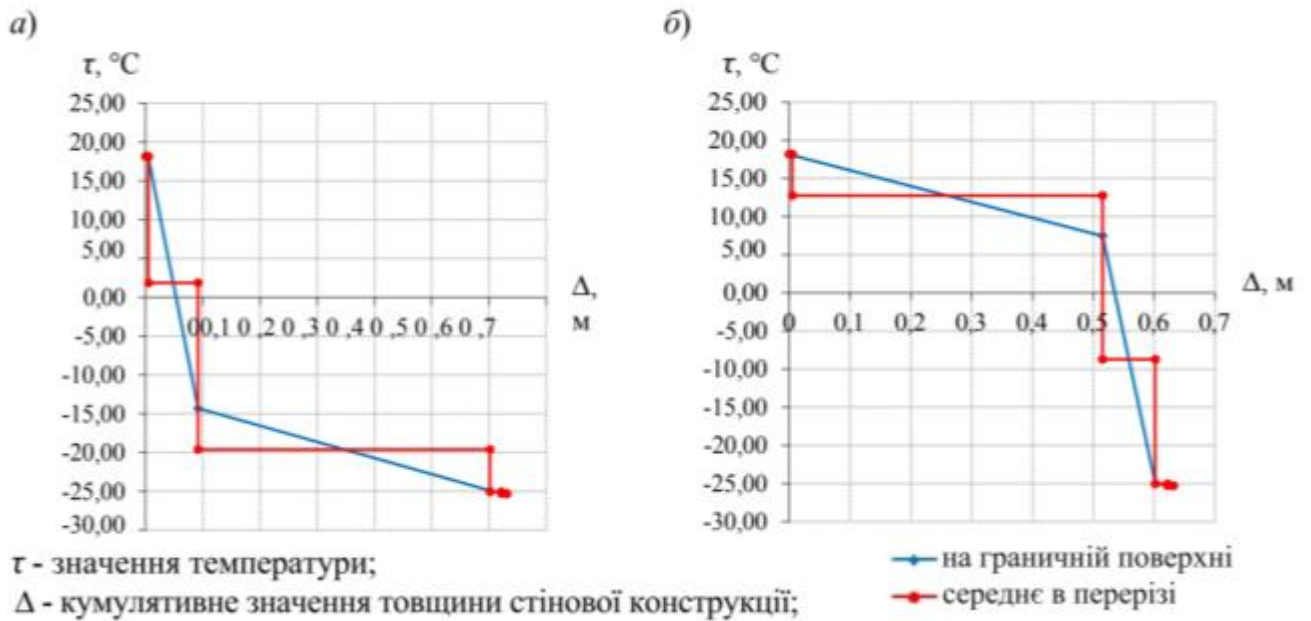


Рисунок 3 – Графіки залежності середньої температури в перерізі стінової конструкції від кумулятивного показника її товщини при розташуванні шару теплоізоляційного матеріалу: а – між внутрішнім (гіпсова штукатурка) і несучим (керамічна повнотіла цегла) шарами; б – між несучим (керамічна повнотіла цегла) і сполучним (цементнопіщаний розчин) шарами.

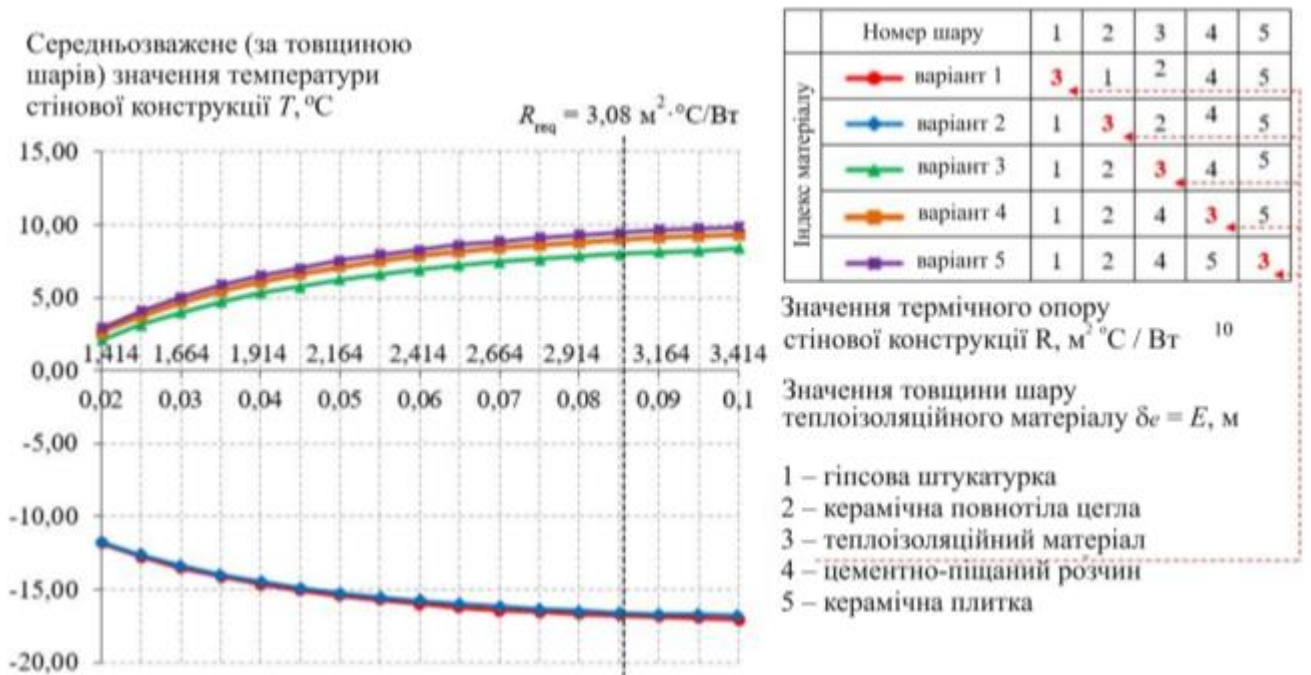


Рисунок 4 – Залежність теплотехнічних характеристик стінової конструкції від розташування і товщини шару теплоізоляційного матеріалу

У рамках наступного етапу було проведено аналіз впливу товщини і теплопровідності шарів у складі стінової конструкції на її теплотехнічні характеристики. Зведені дані щодо середньозваженого (за товщиною шарів) значення температури стінової конструкції за різними варіантами розрахунку наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Середньозважене (за товщиною шарів) значення температури стінової конструкції за всіма варіантами розрахунку

Номер варіанту комбінації значень товщини шарів	Залежність значення товщини шару від його індексу	Значення середньозваженої (за товщиною шарів) температури стінової конструкції для варіанту (l) комбінації значень коефіцієнту теплопровідності шарів		
		1	2	3
		Вихідні значення	Вихідні значення, ранжированні за зростанням	Вихідні значення, ранжированні за убиванням
<i>k</i>	-	$\bar{T}_{kl1}$	$\bar{T}_{kl2}$	$\bar{T}_{kl3}$
-	-	°C	°C	°C
1	Вісутне (використовуються вихідні значення)	8,1	-7,0	1,6
2	Вісутне (ідентичність шарів за товщиною)	-4,8	-17,4	10,6
3	Зростаюча лінійна залежність	-9,5	-17,3	9,6
4	Зростаюча ступенева залежність	-15,2	-11,9	7,1
5	Зростаюча логарифмічна залежність	-12,4	-9,9	8,9
6	Зростаюча експоненціальна залежність	-15,9	-10,2	3,9
7	Убиваюча лінійна залежність	-0,2	-16,2	9,9
8	Убиваюча ступенева залежність	1,1	-9,4	4,5
9	Убиваюча логарифмічна залежність	1,0	-14,9	9,4
10	Убиваюча експоненціальна залежність	2,2	-10,2	1,01

Цільова функція оптимізаційної моделі визначається виразом:

$$\alpha^{dU} \cdot \left( 1 - \frac{\Delta^{dU+} + \Delta^{dU-}}{\max \left( dU_{\text{targ}} - \min_i \left\{ \frac{1}{\Delta U_i} \right\}, \max_i \left\{ \frac{1}{\Delta U_i} \right\} - dU_{\text{targ}} \right)} \right) + \alpha^T \cdot \left( \frac{\left( a_0^{\text{II}} \cdot z_0 + a_{\Delta U}^{\text{II}} + \sum_{j \in J} a_j^{\text{II}} \cdot z_j + C_{\text{mount}} \cdot z_0 \right) \cdot T_{\text{cr m}} \cdot A_{\text{cr}} \cdot k_{\text{req}}}{k_{\text{exp}} \cdot D_d \cdot C_{\text{he}} \cdot (T^{\text{min}} - T^{\text{max}})} - \frac{T^{\text{max}}}{T^{\text{min}} - T^{\text{max}}} \right) \rightarrow \max; \quad (2)$$

Прямі обмеження на невідомі змінні мають вигляд:



$$\min_i \left\{ \frac{1}{\Delta U_i} \right\} \leq z_0 \leq \max_i \left\{ \frac{1}{\Delta U_i} \right\}; \quad (3)$$

$$z_0 \leq [dU]; \quad (4)$$

$$\min_i \left\{ \frac{x_{ij}}{\Delta U_i} \right\} \leq z_j \leq \max_i \left\{ \frac{x_{ij}}{\Delta U_i} \right\}, j \in \bar{J}; \quad (5)$$

$$\gamma^U \in \{0;1\}; \quad (6)$$

$$0 \leq \Delta^{dU+} \leq \Delta^{dU \max}; \quad (7)$$

$$0 \leq \Delta^{dU-} \leq \Delta^{dU \max}; \quad (8)$$

Непрямі обмеження, що описують взаємозв'язки між окремими невідомими змінними, визначаються виразами:

$$\min_i \{x_{ij}\} \cdot z_0 \leq z_j \leq \max_i \{x_{ij}\} \cdot z_0, j \in \bar{J}; \quad (9)$$

$$\Delta^{dU+} \leq \Delta^{dU \max} \cdot \gamma^U; \quad (10)$$

$$\Delta^{dU-} \leq \Delta^{dU \max} \cdot (1 - \gamma^U); \quad (11)$$

$$z_0 - dU_{\text{targ}} = \Delta^{dU+} - \Delta^{dU-}; \quad (12)$$

$$\min_i \left\{ \frac{y_i}{\Delta U_i} \right\} \leq a_0^{\text{II}} \cdot z_0 + a_{\Delta U}^{\text{II}} + \sum_{j \in \bar{J}} a_j^{\text{II}} \cdot z_j \leq \max_i \left\{ \frac{y_i}{\Delta U_i} \right\}; \quad (13)$$

Непрямі обмеження, що визначають межі зміни нормованих значень критеріїв, описуються виразами:

$$0 \leq 1 - \frac{\Delta^{dU+} + \Delta^{dU-}}{\max \left( dU_{\text{targ}} - \min_i \left\{ \frac{1}{\Delta U_i} \right\}, \max_i \left\{ \frac{1}{\Delta U_i} \right\} - dU_{\text{targ}} \right)} \leq 1; \quad (14)$$

$$0 \leq \frac{\left( a_0^{\text{II}} \cdot z_0 + a_{\Delta U}^{\text{II}} + \sum_{j \in \bar{J}} a_j^{\text{II}} \cdot z_j + C_{\text{mount}} \cdot z_0 \right) \cdot T_{\text{cr m}} \cdot A_{\text{cr}} \cdot k_{\text{req}}}{k_{\text{exp}} \cdot D_d \cdot C_{\text{he}} \cdot (T^{\min} - T^{\max})} - \frac{T^{\max}}{T^{\min} - T^{\max}} \leq 1. \quad (15)$$

Як видно з виразів (2)-(15), розроблена оптимізаційна модель є лінійною щодо невідомих змінних і тому може бути ефективно реалізована з



використанням сучасних середовищ оптимізаційного моделювання, що дозволяє зробити висновок про високу практичну значущість розробленого інструментального засобу.

Важливо відзначити, що результати реалізації оптимізаційної моделі безпосередньо не описують такі характеристики, як товщина  $\delta$  та коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$  (укладені у невідомій змінній  $dU$ ), і тому не можуть бути використані для обґрунтування характеристик зразка теплоізоляційного матеріалу..

Для визначення оптимальних значень товщини  $\delta^{\text{opt}}$  та коефіцієнта теплопровідності  $\lambda^{\text{opt}}$  теплоізоляційного матеріалу на основі результатів реалізації оптимізаційної моделі було запропоновано використовувати систему рівнянь виду:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_0^I + a_\delta^I \cdot \delta^{\text{opt}} + a_\lambda^I \cdot \lambda^{\text{opt}} + \sum_{j \in J} a_j^I \cdot x_j^{\text{opt}} = a_0^{II} + a_{\Delta U}^{II} \cdot \Delta U^{\text{opt}} + \sum_{j \in J} a_j^{II} \cdot x_j^{\text{opt}}; \end{array} \right. \quad (16)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{R_0} - \frac{1}{R_0 + \frac{\delta^{\text{opt}}}{\lambda^{\text{opt}}}} = \Delta U^{\text{opt}}, \end{array} \right. \quad (17)$$

де  $\Delta U^{\text{opt}}$ ,  $\{x_j^{\text{opt}}\}$  – оптимальні значення відповідно до зміни коефіцієнта теплопередачі стінової конструкції (зміна визначається додаванням утеплювача) та додаткових технічних характеристик утеплювача, що визначаються на основі результатів реалізації оптимізаційної моделі з використанням наступних виразів:

$$\Delta U^{\text{opt}} = \frac{1}{z_0^{\text{opt}}}; \quad (18)$$

$$x_j^{\text{opt}} = \frac{z_j^{\text{opt}}}{z_0^{\text{opt}}}, j \in \bar{J}. \quad (19)$$

Формули для обчислення оптимальних значень товщини  $\delta^{\text{opt}}$  та коефіцієнта теплопровідності  $\lambda^{\text{opt}}$ , отримані підстановкою формул (18) та (19) у виразі (16) та (17) з наступним приведенням подібних, мають вигляд:

$$\lambda^{\text{opt}} = \frac{(a_0^{II} - a_0^I) \cdot z_0^{\text{opt}} + a_{\Delta U}^{II} + \sum_{j \in J} (a_j^{II} - a_j^I) \cdot z_j^{\text{opt}}}{z_0^{\text{opt}} \cdot \left( a_\delta^I \cdot \frac{R_0^2}{z_0^{\text{opt}} - R_0} + a_\lambda^I \right)}; \quad (20)$$

$$\delta^{\text{opt}} = \frac{(a_0^{\text{II}} - a_0^{\text{I}}) \cdot z_0^{\text{opt}} + a_{\Delta U}^{\text{II}} + \sum_{j \in J} (a_j^{\text{II}} - a_j^{\text{I}}) \cdot z_j^{\text{opt}}}{z_0^{\text{opt}} \cdot \left( a_{\delta}^{\text{I}} + a_{\lambda}^{\text{I}} \cdot \frac{z_0^{\text{opt}} - R_0}{R_0^2} \right)}; \quad (21)$$

де  $z_0^{\text{opt}}$ ,  $z_j^{\text{opt}}$  – оптимальні значення невідомих змінних оптимізаційної моделі

Блок-схему методики обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій будівель представлено на рис. 5.

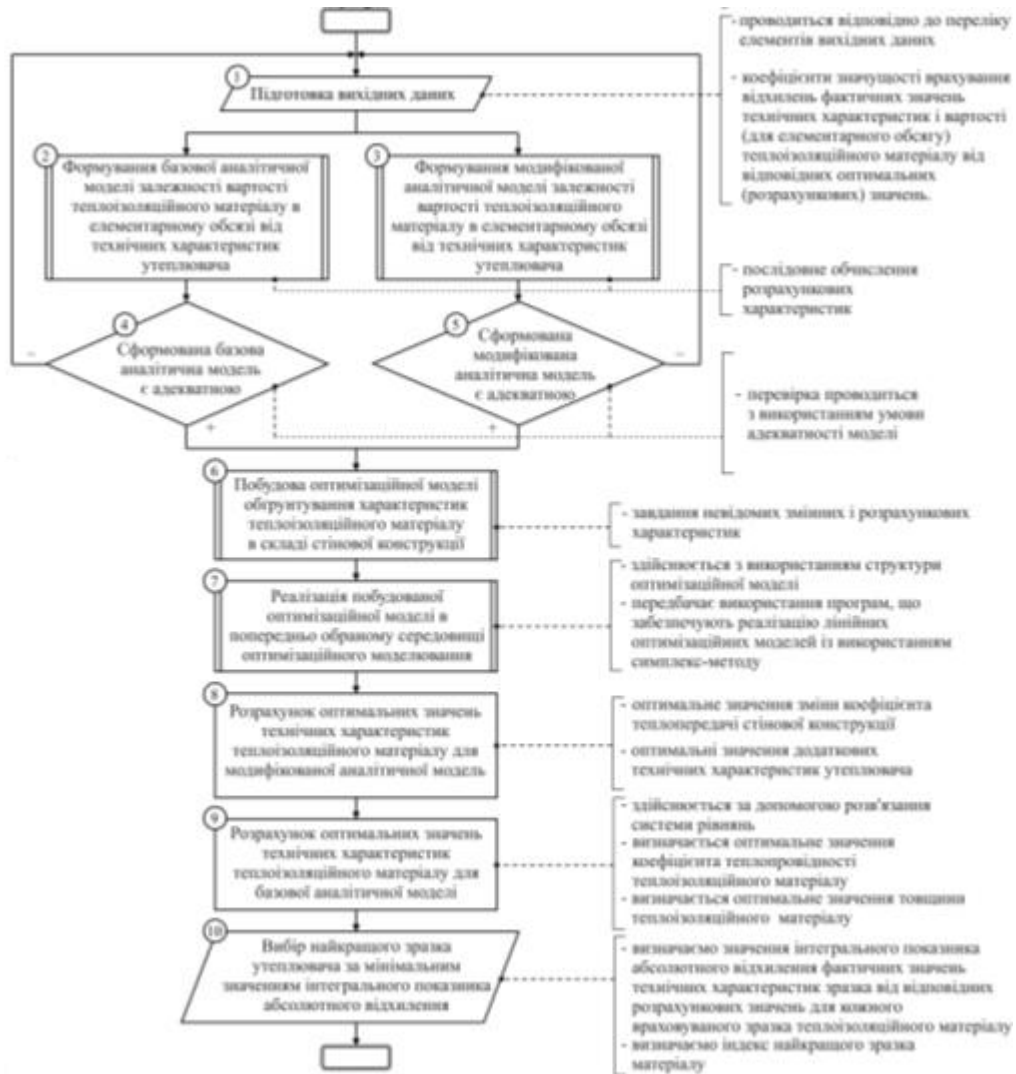


Рисунок 5 – Блок-схема методики обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій будівель

Для оцінки практичної значущості розробленої методики було здійснено її реалізацію на прикладі – обґрунтуванні характеристик конструктивного рішення, що передбачає використання стандартного зразка теплоізоляційного

матеріалу для підвищення енергетичної ефективності стінової конструкції у складі об'єкта будівництва.

Підготовлені на початковому етапі реалізації методики (блок 1 схеми на рис. 6) вихідні дані включали інформацію про 100 зразках утеплювача в частині вартості елементарного об'єму (площею 1 м<sup>2</sup>), а також базових і додаткових технічних характеристик (відповідно до запропонованих аналітичних моделей). Як додаткові технічні характеристики теплоізоляційного матеріалу при вирішенні задачі розглядалися такі: середня щільність, водопоглинання за обсягом за 24 год., група горючості.

На основі отриманих результатів у рамках останнього етапу методики (блок 10 схеми на рис. 5) з вихідної вибірки зразків теплоізоляційного матеріалу був обраний найбільш переважний варіант, що відповідає мінімальному значенню інтегрального показника абсолютного відхилення (значень технічних характеристик зразка від оптимальних розрахункових), попередньо обчисленого для кожного зразка у складі вибірки за формулою:

$$\Delta_i^z = \sum_{j \in J^1} w_j \cdot |x_{ij} - x_j^{\text{opt}}| + w_y \cdot |y_i - \hat{y}_i^1(\{x_j^{\text{opt}}\})| = \sum_{j \in J^1} w_j \cdot |x_{ij} - x_j^{\text{opt}}| + w_y \cdot \left| y_i - a_0^1 - \sum_{j \in J^1} a_j^1 \cdot x_j^{\text{opt}} \right|, \quad (22)$$

де  $w_j$ ,  $w_y$  – часткові коефіцієнти значимості обліку відповідно до технічної характеристики  $j$  ( $j \in J^1$ ) та вартості утеплювача в елементарному обсязі – приймалися однаковими під час вирішення задачі.

Високі значення показників адекватності сформованих аналітичних моделей, а також наявність області допустимих рішень та ідентифікація оптимального рішення в процесі реалізації оптимізаційної моделі дозволили зробити висновок про коректну структуру розробленої методики, її високу практичну значущість і, як наслідок, можливість використання методики для широкого спектра подібних прикладних завдань, пов'язаних з обґрунтуванням технічних характеристик теплоізоляційних матеріалів, що використовуються у складі конструктивних рішень під час зведення об'єктів цивільного та промислового будівництва.

Розглянемо перший варіант стіни, яка має три шари: цегла, утеплювач,

цегла (рис. 6). Дані зразка наведено у табл. 2. Була розрахована стіна при температурах  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  усередині приміщення та  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  зовні (рис. 7). Для наочного спостереження можна побачити зміни температури на рис. 8.

На графіці (рис. 6) видно, що найбільший спад (підйом) температур відбувається у шарі теплоізоляції, тобто коли утеплювач розташований на внутрішній поверхні приміщення, температура в утеплювачі падає швидко через те, що холодна температура зберігається в шарах цегли. Але коли утеплювач розташований на зовнішній поверхні, то температура змінюватиметься лише у шарі теплоізоляції, а в цегляному шарі монотонно зростатиме.

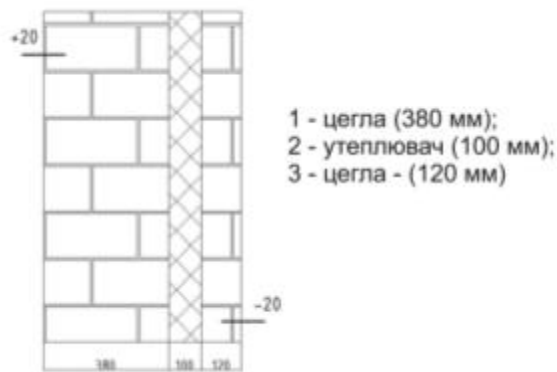


Рисунок 6 – Тришаровий варіант стіни

Таблиця 2 – Характеристики тришарової стіни

Матеріал шару	Ширина по стіні	Коефіцієнт тепло-провідності $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> · С)	Ширина, м	Щільність $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Опір тепло-передачі, м <sup>2</sup> · С/Вт	Теплоємність, кДж/(кг · К)	Теплоустойчивість матеріалу
Глиняна цегла	0,38	0,52	0,38	1200	3,66	0,88	23,43
Утеплювач «Мінвата Ізовер»	0,48	0,037	0,1	150		0,84	2,16
Глиняна цегла	0,6	0,52	0,12	1200		0,88	23,43

Аналогічно проведемо залежність для чотиришарової стіни (рис.8). Дані представлені у табл. 3. Дані температури показано на рис. 9.

За будь-якого розташування шарів отримуємо різкий спад температури в шарі з утеплювачем. Найбільш правильне розташування шарів отримуємо при поєднанні зсередини - назовні: цегла - газобетон - утеплювач та повітряний

зазор. У цеглині температура впала на 3 °С, у шарі газобетону - на 7 °С, шарі теплоізоляції - на 28 °С. Найгірший варіант розташування шарів – це розташування шару теплоізоляції усередині приміщення.

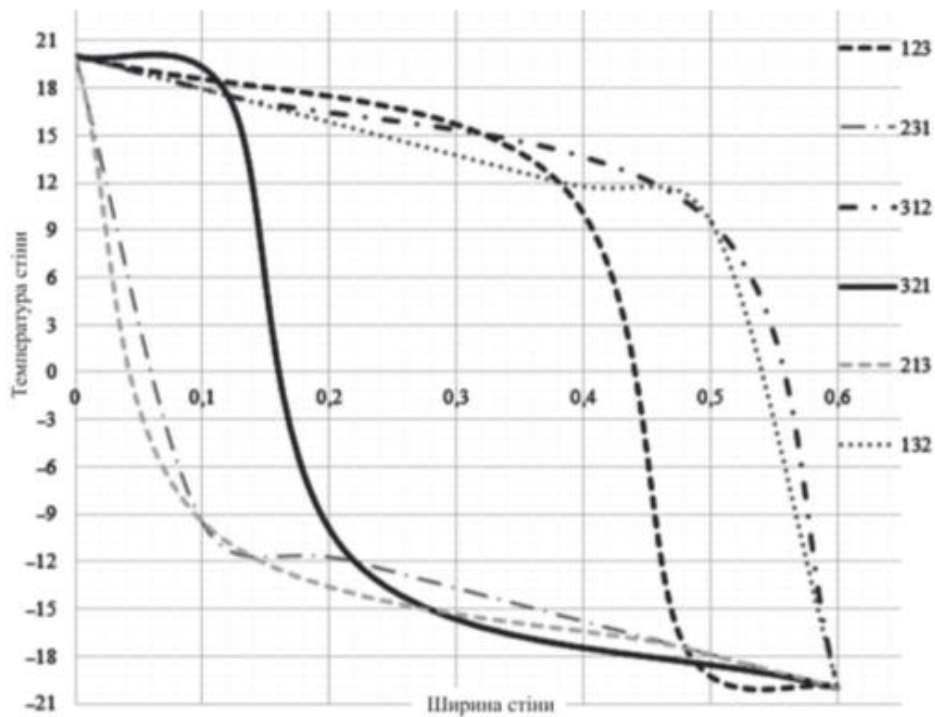


Рисунок 7 – Розподіл температури по ширині тришарової стіни



Рисунок 8 – Чотиришаровий варіант стіни

В результаті розрахунків приходимо до висновку, що найгірший варіант розташування шарів – це розташування шару ізоляції усередині приміщення. У цьому випадку спостерігається велика конденсація вологи у теплоізоляційному шарі. Ця стінова огорожа «не дихає» і означає лише погіршення

експлуатаційних властивостей матеріалів конструкції.

Таблиця 3 – Характеристики чотиришарової стіни

Матеріал шару	Ширина по стіні	Коефіцієнт тепло-провідності $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> · С)	Ширина, м	Щільність $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Опір тепло-передачі, м <sup>2</sup> · С/Вт	Тепло-ємність, кДж/(кг · К)	Теплостій-чивість матеріалу
Газо- та піно-золобетон	0,3	0,41	0,3	800	3,804	0,84	16,60
Утеплювач «Ізовер фасад»	0,4	0,037	0,1	150		0,84	2,16
Вентильований повітряний зазор	0,425	0,18	0,025	690		2,4	17,26
Глиняна цегла	0,545	0,52	0,12	1200		0,88	23,43

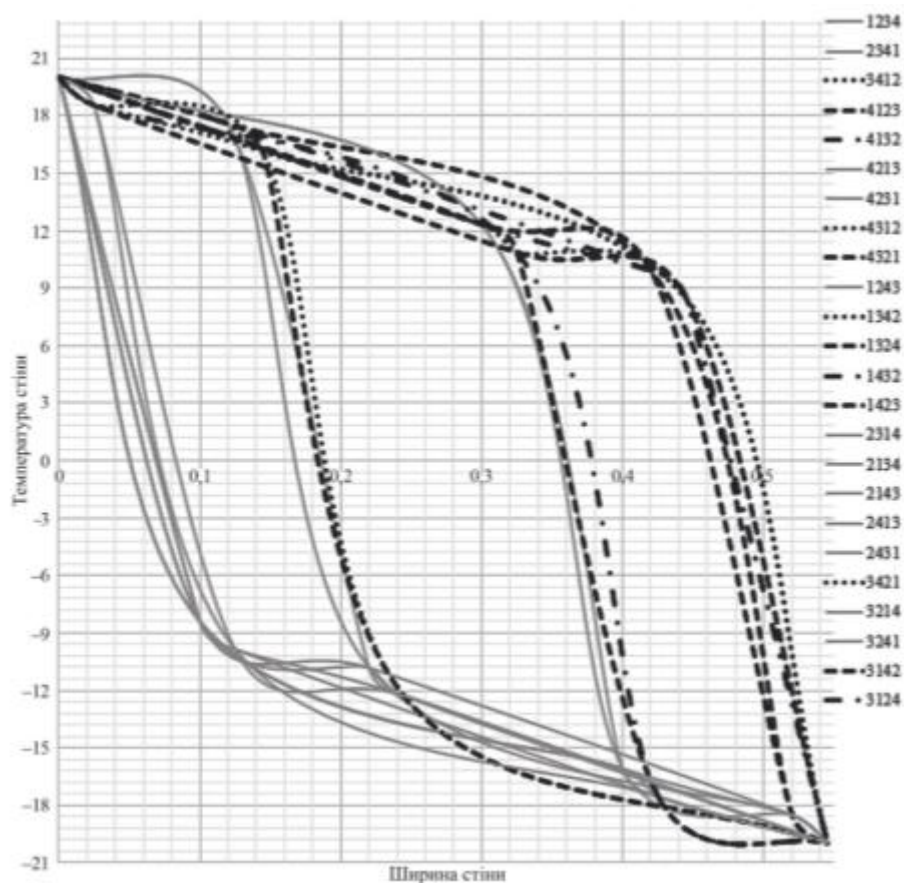


Рисунок 9 – Розподіл температури по ширині чотиришарової стіни

Чергування шарів не впливає на загальний опір стіни, але визначає середній температурний рівень та теплостійкість.

Найбільш сприйнятливі до коливань температури шари із теплоізоляційних матеріалів.

Навпаки, шари з високою теплопровідністю теплостійкі та гасять

коливання температури вже в поверхневому шарі огорожувальної конструкції.

Інакше кажучи, теплоізоляційні шари грають роль регенераторів теплоти, а цегляні шари виконують функцію накопичувачів теплоти.

Збільшення середньої температури стінки досягається шляхом усуненням шару утеплювача по ходу теплового потоку (в область низьких температур стіни). При цьому протяжність по ширині стіни шару з температурою, що не перевищує температуру конденсації вологи, мінімальна або зовсім відсутня.

Оптимальною вважається конструкція із найбільшою середньою температурою стінового огороження. Замикання теплового потоку слід проводити поблизу холодної поверхні. При цьому питання про теплову стійкість конструкції потребує окремого вивчення.

Чергування шарів, що рекомендується, – це розташування найбільш сприйнятливого до коливань шару (утеплювач) на зовнішній поверхні.

## **8.8 Загальні висновки**

В рамках проведеного дослідження отримано такі результати:

1. Обґрунтовано недостатній ступінь опрацьованості питань обґрунтування характеристик конструктивних рішень у галузі підвищення енергетичної ефективності стінових конструкцій за допомогою застосування теплоізоляційних матеріалів.

2. Сформований математичний опис багатошарової стінової конструкції дозволив провести обчислювальні завдання в рамках аналізу впливу характеристик конструктивних рішень у галузі підвищення енергетичної ефективності стінової конструкції на її теплотехнічні показники. За результатами зазначених результатів визначено, що оптимальним розташуванням теплоізоляційного матеріалу є його монтаж приміщення. У цьому випадку середньозважена температура конструкції варіюється від 2,1 °С до 9,8 °С (при товщині шару утеплювача від 0,02 м до 0,1 м), тоді як при монтажі утеплювача всередині приміщення температура буде від мінус 17 °С до мінус 11,8 °С. Переважними комбінаціями значень товщини та коефіцієнта



теплопровідності є конструкції з монотонно спадаючим по шарах (від внутрішнього середовища до зовнішнього) значенням коефіцієнта теплопровідності.

3. Запропоновані аналітичні моделі залежності вартості теплоізоляційного матеріалу в елементарному обсязі від технічних характеристик матеріалу забезпечують високу адекватність відповідних прогнозних розрахунків, оскільки при реалізації результатів дослідження на практичному прикладі – для оцінки вищезазначеної залежності для вибірки зразків утеплювачів – значення скоригованих коефіцієнтів детермінації дорівнювали  $R_{adj}^{2 I} = 0,897$  і  $R_{adj}^{2 II} = 0,923$  для базової та модифікованої моделі відповідно.

4. Розроблена оптимізаційна модель обґрунтування характеристик теплоізоляційного матеріалу у складі стінової конструкції має високу практичну значимість, оскільки забезпечує одночасний облік критеріїв зміни коефіцієнта теплопередачі стінової конструкції та терміну окупності відповідного конструктивного рішення при лінійній структурі цільової функції та непрямих обмежень (відносних). у свою чергу, визначає можливість ефективної реалізації моделі в сучасних програмних середовищах оптимізаційного моделювання. Зокрема, при реалізації результатів дослідження на практичному прикладі були визначені оптимальні значення характеристик теплоізоляційного матеріалу в межах допустимих значень, відповідне значення термічного опору стінової конструкції виявилось рівним  $2,006 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , значення розрахункового терміну окупності – 18,8 року.

5. Розроблена методика обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій будівель з використанням засобів оптимізаційного моделювання, що базується на всіх вищеперелічених результатах дослідження, забезпечує визначення найбільш кращого зразка теплоізоляційного матеріалу за мінімальним значенням інтегрального показника абсолютного відхилення характеристик зразка від попередньо розрахованих випадок та економію грошових коштів засобів щодо підбору зразка матеріалу, виходячи тільки з необхідного інтервалу значень термічного опору стінової конструкції. При



реалізації методики на практичному прикладі значення вищезгаданої економії коштів (щодо середнього арифметичного значення вартості матеріалу для вихідної вибірки зразків) становило 26,15%.

### **Список використаних джерел:**

1. Планування і забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 183 с.
2. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва: ДБН А.2.2-3-2014. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. 36 с.
3. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2017. 37 с.
5. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування: ДБН В.2.6-33:2018. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2018. 37 с.
6. Будівельні матеріали. Матеріали нерудні для щибених і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-30:2013. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 66 с.
7. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 20 с.
8. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 35 с.
9. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-119:2011. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 59 с.
10. Будівельні матеріали. Плити бетонні тротуарні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-238:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 27 с.
11. Будівельні матеріали. Камені бетонні і залізобетонні бортові (ГОСТ 6665-91, MOD): ДСТУ Б В.2.7-237: 2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 55

с.

12. Будівельні матеріали. Цегла та камені силікатні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-80:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 27 с.

13. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ): ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 33 с.

14. Будівельні матеріали. Вироби бетонні стінові дрібноштучні. Технічні умови (EN 771-3:2003, NEQ): ДСТУ Б В.2.7-7:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 52 с.

15. Блоки віконні та дверні полівінілхлоридні. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-15:2011. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 42 с.

16. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2005. Київ: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2005. 76 с.

17. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2013. 147 с.

18. Блоки дверні металеві протиударні входні в квартири. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-11:2011. Київ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. 23 с.

19. Інженерне обладнання споруд, зовнішніх мереж. Труби чавунні каналізаційні і фасонні частини до них Технічні умови (ГОСТ 6942-98): ДСТУ Б.В.2.5-25:2005. Київ: Мінрегіонбуд України, 2005. 26 с.

20. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем (СНиП 3.05.01-85, MOD): ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2013. 29 с.

21. Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд: ДБН В.2.5-20-2018. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 113 с.

22. Зображення умовні графічні електрообладнання та проводок на планах: ДСТУ Б А.2.4-19:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 15 с.

23. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2006. Київ:

Мінбуд України, 2006. 60 с.

24. Метали. Метод випробування на розтяг металів і сплавів за низьких та криогенних температу: ДСТУ 7305:2013. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 14 с.

25. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.

26. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 109 с.

27. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (ДНАОП 0.00-1.32-01): НПАОП 40.1-1.32-01. Київ: Держнаглядохоронпраці, 2001. 78 с.

28. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд: ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 72 с.

29. Пожежна безпека об'єктів будівництва Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 39 с.

30. Майданчики і сходи для будівельно-монтажних робіт: ДСТУ Б В.2.8-44:2011. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 16 с.

31. Внутрішній водопровід та каналізація: ДБН В.2.5-64:2012. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 113 с.

32. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15:2019. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 42 с.

33. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2002. Київ: Держбуд України, 2003. 87 с.

34. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012, 14 с.

35. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.

36. Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і фундаментів: ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 88 с.
37. Охорона праці і промислова безпека в будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 94 с.
38. Економіка підприємства: Підручник/ За заг.ред С.Ф.Покропивного. – Вид.2-ге, перероб. та доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 528с.,іл.
39. Економічний аналіз: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. проф. Ф.Ф. Бутинця. – Житомир: ПП “Рута”, 2003. – 680 с.
40. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – введ. 2007-08-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 36 с.
41. Екологія та автомобільний транспорт. Навчальний посібник / [Юрій Гутаревич, Дмитро Зеркалов, Анатолій Говорун та ін.] – К.: Арістей, 2008. – 291 с.
42. Бересневич П. В. Екологія гірничого виробництва / Бересневич П. В, Вілкул Ю. Г., Голишев А. М. – Кривий Ріг: Мінерал, 1998. – 152 с.
43. Оситнянко А. П. Планування розвитку міста: Монографія / А. П. Оситнянко. – К.: КНУБА, 2005. - 385 с.
44. Ключниченко Є. Є. Соціально-економічні основи планування та забудови міст / Є. Є. Ключниченко. – К.: Укрархбудінформ, 1999. – 348 с.
45. Ключниченко Є. Є. Формування житлового середовища: Навчальний посібник / Є. Є. Ключниченко. – К.: КНУБА, 2006. – 164 с.
46. Ціноутворення у будівництві: збірник офіційних документів та роз’яснень. – К.: Інпроект ,2012. – №11,128с.
47. Стельмах О.В. Містобудівні принципи і методи формування системи паркування легкових індивідуальних автомобілів в крупних та найкрупніших містах України: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.20 „Містобудування та територіальне планування” / О. В. Стельмах. – Київ, 2004. – 16, [1] с.
48. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007.

Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 40 с.

49. П.І. Кривошеєв. “Науково-технічні проблеми координації дій щодо захисту будівель, споруд і територій зі складними інженерно-геологічними умовами”. // Будівництво України. – 2001. – № 6. – С. 16-19.

50. ДБН А.3.1-5-96. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва / Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 1996. – 66 с.

51. Городецкий О.С. Деякі питання проектування фундаментних конструкцій висотних будинків. // Будівництво України. – 2004. – № 2. – С. 39-43.

52. R.V.I. Brinkgreve. P.A. Vermeer. PLAXIS B.V. Version 7. – Rotterdam, Brookfield, 1998. – 70 p.

53. Шилов Е.Й., Гойко А.Ф. Економіка будівництва. Інвестиції та їх регулювання. Визначення ефективності інвестиційних проектів. – К.: КНУБА, 2003. – 84 с.

# **Додатки**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

*Міжнародна науково-технічна конференція*

Матеріали конференції

**РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ  
ТА СУСПІЛЬСТВА**



Кривий Ріг - 2024



Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн., наук., проф., Д.А. КРИШКО, канд. техн., наук, доц.,  
В.Е. КАЙДА, Д.Д. АЗАРЕНКО, Є.К. КАЧАНЕНКО, І.І. МІНІНА магістранти  
Криворізький національний університет

## ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАТЕРІАЛІВ

Дослідження способів підвищення енергоефективності будівель актуальні. Застосування енергозберігаючих методів, технологій і матеріалів під час нового будівництва та реконструкції можна вважати одним із пріоритетних напрямів сучасного розвитку будівельної індустрії. Це пов'язано насамперед з обмеженістю енергетичних ресурсів, що призводить до збільшення їхньої вартості за наявних обсягів споживання.

Під час проведення реконструктивних робіт із підвищення енергоефективності необхідний комплексний підхід, що забезпечує застосування методів, які дають змогу знижувати тепловтрати в будівлях завдяки розробленню та використанню енергоекономічних об'ємно-планувальних і конструктивних рішень і заходів, що ґрунтуються на використанні енергоефективного устаткування та регульованих, зокрема нетрадиційних систем енергозабезпечення.

Оцінка тепловтрат через огорожувальні конструкції будівлі доводить, що найімовірніший витік тепла, що постачається до квартир, відбувається за такими напрямками:

- "містки холоду" – 28 %;
- скління – 28 %;
- фасади – близько 25 %;
- покрівля, перекриття – близько 19 %.

Використання енергозберігаючих технологій і матеріалів, а також підвищення енергоефективності об'єктів будівельної індустрії можна вважати одним із пріоритетних напрямів сучасного розвитку світової економіки.

Імовірність можливого дефіциту енергетичних ресурсів призводить до значного збільшення їхньої вартості за наявних обсягів і темпів зростання споживання з огляду на обмеженість чинних і слабкий прогрес альтернативних енергоджерел.

У сфері реконструкції впровадження енергоекономічних матеріалів і рішень (наприклад, нетрадиційні системи; нові будівельні матеріали з високими теплозахисними властивостями; устаткування, що забезпечує необхідні параметри мікроклімату) є чинником, що впливає на зменшення тепловтрат.

Методи, що ведуть до зниження тепловтрат, поділяють на активні та пасивні. До активних належить застосування різних пристроїв регулювання подачі тепла в приміщення (ручне й автоматичне), а також встановлення лічильників тепла.

До пасивних – поліпшення теплоізоляції огорожувальних конструкцій і магістральних тепломереж, а також збільшення тепловіддачі радіаторів та інших теплообмінників. Але тільки комплекс усіх методів і обов'язкова індивідуальна економічна відповідальність споживача зможе призвести до істотного енергозбереження. Пасивні методи скорочення тепловтрат передбачають утеплення огорожувальних елементів будівлі, вікон, дверей і дахів.

Для утеплення огорожувальних конструкцій застосовують два види ізоляційних матеріалів – жорсткі (плити пінополістиролу, пінополіуретану, тощо) і м'які (плити або мати з мінеральної вати або скловати). На практиці використовується теплозахист із внутрішнього або зовнішнього боку стіни. Також можливе влаштування утеплювача з обох боків стіни (комбінований спосіб).

У першому випадку утеплювач розташований у сприятливих умовах, а отже, його не потрібно захищати від кліматичних впливів, монтаж теплозахисту не залежить від пори року. Але при розташуванні утеплювача в приміщенні скорочується площа, виникає необхідність влаштування пароізоляції. Рационально застосовувати цей метод під час реконструкції.

У разі теплозахисту із зовнішнього боку стіни недоліки першого випадку відсутні, але для якісного монтажу утеплювача необхідне влаштування надійного захисного шару, що ускладнює і здорожує будівництво. Таким чином, створюється термооболонка, що захищає огорожувальні конструкції від виникнення "містків холоду".

Доповідь присвячена питанню застосування енергозберігаючих технологій і матеріалів, а також підвищення енергоефективності об'єктів будівництва

Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн., наук., проф., Д.А. КРИШКО, канд. техн., наук, доц., В.Е. КАЙДА, Д.Д. АЗАРЕНКО, Є.К. КАЧАНЕНКО, І.І. МІНІНА магістранти  
Криворізький національний університет

## ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

У галузі виробництва будівельних енергоефективних матеріалів постійно з'являються інноваційні напрацювання. Під "енергоефективними матеріалами" розуміють матеріали, що сприяють споживанню найменшої кількості енергії за прийнятого рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві. На зміну класичним теплоізоляційним матеріалам приходять нові передові, частину з них ми розглянемо.

Рідка теплоізоляція має кілька назв – теплофарба або рідка керамічна теплоізоляція. Коефіцієнт теплопровідності, при 20°C, для фасадів і металевих покриттів не перевищує 0,0015 Вт/(м°C). Рідка керамічна теплоізоляція представляє собою речовину з мікропорожнин, сформованих суспензією силікону і кераміки плюс сполучної рідини з полімерів, пігментів тощо. У середині цих мікропорожнин утворюється вакуум. До незаперечних плюсів керамічного рідкого утеплювача відносять низький коефіцієнт теплопровідності, економію корисної площі, безпеку для здоров'я людини, вогнетривкість, водонепроникність, водостійкість. Завдяки високій адгезії на нього можна наносити будь-який вид оздоблення – обклеювання шпалерами, оштукатурювання або фарбування. Недоліком є тільки ціна.

Аерогель посідає п'ятнадцять позицій у книзі рекордів Гіннеса і не без підстави. Його називають "тверде повітря" або "застиглий дим". 90...99% займає повітря і лише 1...9 % тверде число (наприклад, діоксид кремнію). Найтвердіший матеріал із рекордно низькою щільністю. Одержані сьогодні зразки демонструють щільність до 0,003 г/см<sup>3</sup>, що не можна порівняти з щільністю, яку було отримано творцем аерогелю – Кіслером у 30-х роках минулого століття (0,02 г/см<sup>3</sup>). Однією з його найкращих властивостей є теплоізоляція. Через свою пористість аерогель має низьку теплопровідність, його важко нагріти наскрізь. Коефіцієнт теплопровідності діоксиду кремнію становить 0,01...0,02 Вт/м·К для інтервалу температур 0...100°C, що менше коефіцієнта теплопровідності для повітря 0,02...0,03 Вт/м·К. Мікроскопічні пори перешкоджають проникненню холодного або теплого повітря, аерогель здатний виносити циклічні температурні впливи. Виходячи з цієї властивості, аерогелі часто використовують для теплоізоляції трубопроводів. Pyrogel, Cryogel, Spaceloft, Spaceloft Subsea – все це високоефективні теплоізоляційні матеріали на основі аерогелю, призначені для утеплення будівельних конструкцій за будь-якої кліматичної обстановки. Варто додати, що зовнішній вигляд такої теплоізоляції дуже акуратний, має естетичний вигляд. До того ж, цей матеріал гідрофобний, а значить, його можна використовувати як гідроізоляцію, він протистоїть атмосферним опадам. Через високу відбивну здатність деякі види аерогелів практично прозорі, тому їх використовують як світлопрозорі конструкції, наприклад, для заповнення пластикових вікон або створення безшовного скляного фасаду.

Вакуумна теплоізоляційна панель складається з наповнювача (ніздрюватий (пористий) матеріал, наприклад, кремнезем SiO<sub>2</sub>, його частки мають розмір від 5 до 20 нм; пінополістирол, пінополіуретан, аерогель) та оболонки (тиск у якій знижується від 0,1 МПа до 100 Па; вона складається з непроникної тонкої плівки з алюмінію або нержавіючої сталі з нанесеним шаром пластику – для надання механічної міцності). Вакуумна панель має низький коефіцієнт теплопровідності, його значення потрапляють в інтервал 0,002...0,004 Вт/м·К. Така властивість ґрунтується на вакуумній технології, яка виключає три варіанти передавання тепла: теплопередачу, теплоперенос і випромінювання. Загальновідомий прототип реалізації вакуумної ізоляції – посудина Дьюара або термос. Спочатку вакуумна технологія була розроблена з метою терморегуляції та захисту зовнішнього корпусу космічного корабля. Зараз інноваційний метод поступово впроваджується в будівельну галузь. Переваги вакуумної теплоізоляційної плити: низький коефіцієнт теплопровідності, невелика маса, довговічність (50-80 років), екологічність, пожежобезпечність (клас вогнестійкості А), виготовляється в будь-якому вигляді та формі (круглі панелі, циліндричні, з готовими отворами тощо), невелика товщина (20 мм). Недоліки вакуумної теплоізоляції: складний монтаж, висока вартість матеріалу.

Доповідь присвячена питанню застосування енергоефективних та інноваційних матеріалів

Національний університет  
водного господарства та  
природокористування



# СЕРТИФІКАТ

учасника IV-ої Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції  
«Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства»

виданий

**Євгенію Качаненку**

магістранту Криворізького національного університету

Голова оргкомітету інтернет-конференції,  
ректор НУВГП

Віктор МОШИНСЬКИЙ

24-26 квітня 2024 р., м. Рівне

