

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 86 листів, 11 рисунків, 11 таблиць, 62 джерел.  
Графічна частина - \_\_\_\_ листів креслень.

Школа-інтернат на 250 дітей у м. Золочів Львівської області з аналізом енергозберігаючих огороджуючих конструкцій.

Векляк Володимир Андрійович – Дипломний проект. Кафедра технології та організації будівництва. – Дубляни, ЛНУП, 2024.

Розроблено дипломний проект з будівництва школи-інтернату в місті Золочів. Основна мета роботи полягає в продемонструванні авторської здатності самостійно приймати обґрунтовані та ефективні інженерні рішення.

У рамках дипломного проекту було розроблено архітектурно-будівельне вирішення споруди, включаючи генплан забудови ділянки. Також проведені розрахунки та проектування пальового фундаменту для залізобетонних монолітних ділянок та пролітної балки.

В проекті розроблені технологічні карти для монтажу арок та влаштування покрівлі. Подано календарний графік на виконання робіт та складено сітковий графік на будівництво школи-інтернату.

В науковій роботі проведено аналіз енергозберігаючих огороджуючих конструкцій.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 Генеральний план</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2 Об'ємно-планувальне рішення</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3 Конструктивні рішення</b> .....	<b>10</b>
<b>1.4 Інженерне обладнання</b> .....	<b>11</b>
1.4.1 Опалення і вентиляція .....	11
1.4.2 Водопровід .....	12
1.4.3 Каналізація .....	12
1.4.4 Електропостачання .....	13
1.4.5 Пожежна сигналізація .....	14
<b>РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1 Інженерно-геологічні умови</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2 Проектування пальового фундаменту</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3 Перевірка на стійкість при сейсмічному впливі</b> .....	<b>20</b>
<b>2.4 Розрахунок та конструювання залізобетонної плити перекриття</b> .....	<b>21</b>
2.4.1 Розрахунок за граничними станами I групи.....	28
2.4.2 Розрахунок несучої здатності перерізів, похилих до поздовжньої осі .....	28
2.4.3 Розрахунок плити за граничними станами II групи .....	30
<b>РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ</b> .....	<b>32</b>
<b>3.1 Вибір монтажного крану по технічних параметрах</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2 Технологічна карта на монтаж арки будівлі</b> .....	<b>34</b>
<b>3.3 Технологічна карта на влаштування покриття арок будівлі</b> .....	<b>37</b>
<b>3.4 Розрахунки елементів будгенплану</b> .....	<b>40</b>
3.4.1 Організація будівельного майданчика .....	40
3.4.2 Розрахунки чисельності персоналу будівництва .....	41
3.4.3 Розрахунок тимчасових інвентарних будинків.....	42
3.4.4 Організація складського господарства.....	43

3.4.5 Тимчасове водопостачання .....	44
3.4.6 Тимчасове електропостачання .....	46
<b>РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА .....</b>	<b>49</b>
4.1 Зведений кошторисний розрахунок...Ошибка! Закладка не определена.	
4.2 Об'єктний кошторис .....	Ошибка! Закладка не определена.
<b>РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>	<b>56</b>
5.1 Забезпечення безпечних умов праці при будівництві	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Захист схилу від обвалу або зсуву .....	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Протипожежні заходи .....	Ошибка! Закладка не определена.
<b>РОЗДІЛ 6 НАУКОВА РОБОТА .....</b>	<b>60</b>
6.1 Аналіз застосування високоефективних теплоізоляційних матеріалів .....	60
6.1.1 Значимість енергозбереження на різних етапах життєвого циклу будинку .....	60
6.1.2 Енергозбереження на проектній стадії життєвого циклу житлового будинку .....	61
6.1.3 Теплотехнічний розрахунки фрагмента огорожуючої конструкції зовнішньої стіни з урахуванням різних варіантів ефективних сучасних утеплювачів .....	64
6.2 Методи підвищення енергоефективності будинків і споруд.....	67
6.3 Оцінка техніко-економічної ефективності влаштування енергоефективних фасадних систем.....	72
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>81</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПОСИК.....</b>	<b>82</b>

## ВСТУП

Протягом останніх років в галузі будівництва відбулися значні зміни і розвиток як у теоретичному, так і практичному плані. Були розроблені нові стандарти для проектування, розрахунку та будівництва будинків, споруд і їх складових елементів. Нові високоефективні будівельні матеріали, вироби та конструкції відкрили нові можливості в цій галузі. Також вдосконалювалися будівельні машини та методи виконання робіт.

Сьогодні суспільство ставить перед будівельною галуззю, а також перед архітекторами та будівельними компаніями завдання створення комфортного житлового простору для людей. При проектуванні будинків та споруд важливо застосовувати конструктивні рішення, які максимально враховують економічні та індустріальні вимоги будівництва. При цьому необхідно враховувати місцеві особливості, такі як кліматичні, інженерно-геологічні, сейсмічні та екологічні умови.

Завдання зі створення споруджень, які гармонійно вписуються в природне середовище, залишаються актуальними. У сучасному будівництві бетон часто використовується для будівництва найвидатніших споруд.

Останні роки характеризуються зміною підходів до планування та економічного стимулювання у будівництві, що дозволило виявити багато резервів, удосконалити проектно-кошторисну справу та підвищити якість будівель та споруд.

Дипломний проект з побудови інтернатної школи для 250 дітей у місті Золочів, Львівської області, охоплює всі ключові аспекти, необхідні для успішної реалізації будівництва цієї споруди.

## РОЗДІЛ 1

### АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

#### 1.1 Генеральний план

Композиція інтернатних шкіл створює можливість ясного функціонального розподілу території та розкриває прекрасні панорамні види.

Вздовж урвища розташований видовищний майданчик, на якому розміщені невеликі архітектурні форми для зручного відпочинку, такі як лавки та питні фонтани.

Лінійний фасад інтернатних шкіл, що орієнтований в бік урвища, підсилює виразність зеленої зони навколо школи. Доступ до річки забезпечений через підземний пішохідний перехід під автодорогою, а автомобільний в'їзд розташований з боку території оздоровчого комплексу. Для автомобілів передбачено парковку на вході на територію.

Організація рельєфу відповідає загальному плану і забезпечує відведення дренажних вод з території за допомогою відкритих водостоків до раніше спроектованої системи стоків.

На ділянці будівництва зберігаються існуючі деревні насадження, такі як сосни та дуби. Зелене озеленення розв'язує різні завдання, включаючи покращення здоров'я, декоративність, захист від сонця та звуку. Для цих цілей використовуються такі види рослин, як сосна, різновиди ялиць та кипариси пірамідальні. Під час посадки рослин проводиться майже повна заміна ґрунту.

#### 1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Планування об'ємного рішення враховує наступні фактори:

- Функціональні вимоги.
- Рельєф території.
- Близькість обриву.
- Перехід над автомагістраллю.
- Композиційні аспекти.
- Економічні обмеження.

– Вимоги щодо протипожежної безпеки.

Альтанка розташована на одній з панорамних точок комплексу і призначена не лише для входу на територію, але і як місце для відпочинку з озелененням та невеликими торговими пунктами. Центральна частина альтанки покрита куполом з дзеркального каленого скла типу "Триплекс".

Школа-інтернат представляє собою трьохповерхову будівлю у формі комплексу з габаритами 69 × 24 метри та стандартною висотою поверхів 3 метри.

На першому поверсі розташовані наступні приміщення:

Медичний пункт.

Пункт спортивного інвентарю.

Туалет для чоловіків.

Туалет для жінок.

Кімната для збирання інвентарю.

Тераса.

На другому поверсі:

Кімната.

Туалет.

Їдальня.

Приміщення для миття посуду.

Побутова кімната з душем.

Завантажувальна кімната.

Комора для продуктів.

Кімната.

На третьому поверсі:

Хол.

Масажний кабінет.

Душові кабінети.

Приміщення для сну.

Білизняна.

Тераса.

Кімната для збирання інвентарю.

Призначено два входи: перший з верхніх відміток із боку під'їзної дороги, а другий - з набережної за допомогою сходів. Їдальня має окремий вихід через сходи, які слугують евакуаційним виходом.

Покрівля школи-інтернату має шатрову форму в центральній частині, а інші частини мають скатну. В обробці фасадів та внутрішнього оздоблення використовуються високоякісні матеріали.

Їдальня працює на півфабрикатах і має виробничі та підсобні приміщення.

На першому поверсі розташований медичний пункт, обладнаний спеціалізованим обладнанням, яке живиться від електроенергії.

### **1.3 Конструктивні рішення**

Школа-інтернат розроблена з урахуванням специфікацій для різних районів: II району з урахуванням навантаження снігового покриву і III району з оцінкою швидкості вітру. Розрахункова сейсмічність будівлі становить 7 балів.

Сейсмостійкість споруди досягається завдяки взаємодії монолітного залізобетонного каркаса та монолітних дисків перекриття. Зверху, як опорна стіна, передбачено монолітну залізобетонну стіну.

Зовнішні стіни обробляються вітражами і цегляними перегородками товщиною 120 та 250 мм. Для кладки використовується керамічна цегла марки М100 на розчині марки М75. Категорія кладки - II. Кладку посилюється за допомогою армування та кріпиться до несучих конструкцій. Несучі конструкції даху представлені дерев'яними кроквами, які піддаються антисептичній та антипиреновій обробці. Для сходів використовуються збірні залізобетонні щаблі, які закладені на цегляні стіни та залізобетонний косоур.

Фундаменти споруди розраховані відповідно до інженерно-геологічних умов місця будівництва. Фундаменти виконані у вигляді монолітного залізобетонного ростверку на буронабивних палях. Буронабивні палі проходять через шар «4», який включає аргиліти, мергелі, алевроліти та піщаники. Ростверк армується окремими стрижнями для створення просторового армованого каркасу. Свердловини під

буронабивними палями виконуються в осадочних і галечникових ґрунтах і розташовуються в обсадних трубах.

Зверху з підніжжям споруди передбачено відведення води з використанням відсічного дренажу, що спрямовує воду до гальки в районі основи.

Техніко-економічні характеристики проекту включають в себе:

Площу забудови - 1680 м<sup>2</sup>;

Загальну площу - 2480 м<sup>2</sup>;

Загальний об'єм будівництва - 11760 м<sup>3</sup>.

## **1.4 Інженерне обладнання**

### **1.4.1 Опалення і вентиляція**

Згідно з поставленими завданнями для проектування передбачена експлуатація будинку в різні сезони. Система вентиляції будинку включає в себе приточно-витяжну вентиляцію з механічним спонуканням та витяжну природню вентиляцію для комор. Для вентиляції приміщень харчоблоку використовуються наступні компоненти: каналний радіальний вентилятор типу КТ 50-25 і даховий вентилятор типу TFE-355. Для вентиляції санвузлів і підсобних приміщень встановлені каналні вентилятори стандартної моделі SVC6 та вентилятори моделі 130 і 150 фірми SILAVENT.

Для приміщень без вікон встановлені саморегульовані вхідні вентиляційні отвори типу КК-100. З метою забезпечення комфортних умов у медпункту, їдальні встановлені віконні кондиціонери типу "тепло-холод" від компанії FUJITSU.

Витяжку повітря з приміщень здійснюється через повітровходи, які виводяться вище покрівлі та обладнані навісами. Повітровходи вентсистем ВІ-В5 і ВЕІ на горищі та зовні будинку ізольовані мінеральною ватою товщиною 50 мм та покриті оцинкованою сталлю, забезпечені загальними навісами для кожної групи повітровходів. Транзитні повітровходи, що прокладаються через приміщення, розміщуються в вогнестійких огороженнях зі стійкістю до вогню 0,5 години.



#### 1.4.2 Водопровід

У корпусі проходить магістральний транзитний водопровід  $\varnothing = 50\text{мм}$ . Уведення виконане на 1-ом поверсі. Магістраль прокладається частково в конструкції підлоги і, в основному, під стелею 1-го поверху. Підключення споживачів виконується від даної магістралі з установкою вентилів, що відключають. Водопровідні стояки і підведення до приладів як правило відкриті і частково, у конструкції підлоги поверхів. Для вологого збирання приміщень санвузлів і мийної, передбачені три поливальних крани  $\varnothing = 20\text{мм}$  зі шлангами довжиною 10м кожний. Сталеві труби, що прокладаються в конструкції підлоги, ізолювати від конденсації виробами з мінеральної вати. Системи централізованого гарячого водопостачання в корпусі немає. Нагрівання води для технологічних (6 мийок і 2 раковини) і господарсько-побутових (душ) потреб виробляється в локальних бойлерах. Система монтується зі сталевих водо-газопровідних оцинкованих труб  $\varnothing = 15 - 50\text{мм}$ .

#### 1.4.3 Каналізація

В корпусі передбачено єдину систему каналізації для виробничих і побутових відходів. Водостоки від приладів по окремих трубопроводах направляються до першого поверху, де вони групуються і через окремі випуски діаметром 110 мм спускаються в мережу зовнішньої каналізації. Каналізаційні стояки виведені вище рівня покрівлі на 0,5 метра, щоб забезпечити вентиляцію системи. Система каналізації змонтована з поліпропіленових труб і фасонних деталей діаметром від 50 до 110 мм, відповідно до виробника.

Основні показники системи:

Добовий об'єм води:  $3,20\text{ м}^3/\text{добу}$ ;

Годинний об'єм води:  $0,96\text{ м}^3/\text{годину}$ ;

Розрахунковий об'єм:  $1,94\text{ л/сек}$ ;

Розрахунковий тиск на введенні:  $14,0$ ;

Розрахунковий об'єм стічної води:  $3,54\text{ л/сек}$ .

#### 1.4.4 Електропостачання

Енергію для проєктованого корпусу споживатимуть освітлювальні прилади, технологічне обладнання їдальні та електроприводи вентиляційної системи будівлі. Загальна потужність електроприймачів у будинку становить 43,95 кВт, зокрема:

для електроосвітлення - 13,64 кВт;

для силового обладнання - 30,31 кВт.

Розрахункова потужність на розподільному пристрої будинку (380/220В) - 27,8 кВт, з коефіцієнтом потужності 0,95. Категорія навантажень відповідає III за правилами влаштування електроустановок (ПВЕ).

Для електропостачання обладнання кухні їдальні передбачено окремий розподільний пункт. Електропостачання для освітлення школи-інтернату передбачає загальне освітлення, що відповідає нормам освітленості, передбаченим будівельними нормами і правилами (ДБН). У зонах евакуації (зали, їдальня, коридори) також передбачено аварійне освітлення з мінімальною освітленістю не менше 5 лк на рівні підлоги. Система загального освітлення включає в себе стельові та вбудовані світильники з лампами різного типу відповідно до архітектурного оформлення інтер'єрів. Для евакуаційного освітлення використовуються частина світильників, призначених для загального освітлення, а також світлові покажчики виходів з автономним електропостачанням на 1 годину в разі відключення основної електромережі. Лінії живлення мережі освітлення розподіляються самостійно, починаючи від ввідно-розподільного щита будівлі. Кабелі виконані з мідними провідниками, мінімальний переріз провідників для основних ліній - 4 кв.мм, для розподільної мережі - 1,5 кв.мм.

У всіх приміщеннях корпусу, за винятком кімнат, передбачені розетки. Проводку для підключення розеток виконано з мідними провідниками мінімальним перерізом 2,5 кв.мм. Усі розетки мають додатковий заземлюючий контакт.

Керування вентиляцією на кухні їдальні здійснюється дистанційно, для цього на стіні коридору встановлені пускачі з кнопками керування.

Для захисту від ураганної блискавки будинок відповідає II категорії за розподілом РДЗ4.21 112-37. Розрахункова тривалість гроз для району будівництва - 100 годин на рік, питома щільність ударів у землю - 8,5 кв. км/рік.

Грозовідводом використовується металева сітка зі сталі діаметром 6 мм, розташована на кроквах покрівлі з кроком 6х6 метрів. Спуски до заземлення виконані зі сталі і мають діаметр 6 мм. Заземлення системи захисту від прямого удару блискавок забезпечуються окремим контуром із сталевих стрічки 40х4 мм та заземлювачами виготовленими з кутової сталі 50х50х5 мм, довжина 3 метри. Підключення спусків до контуру заземлення виконується за допомогою зварювання електродами типу Е42, шириною шва не менше 4 мм та довжиною не менше 100 мм.

Захист від перенапруги по підземних металевих трубопроводах інженерних мереж здійснюється шляхом підключення їх до контуру заземлення на ввіді в будівлю.

Електробезпеку людей під час експлуатації будинку забезпечується наступними заходами:

- а) подвійне заземлення нейтралі живильної мережі на контур заземлення;
- б) заземлення арматури світильників і обладнання до додаткової нейтралі живильної мережі;
- в) встановлення пристроїв захисного відключення (УЗО) на ввіді до їдальні та на щитку освітлення 1-го поверху.

#### 1.4.5 Пожежна сигналізація

На проектуваному об'єкті передбачена система автоматичної пожежної сигналізації, яка базується на двох приймально-контрольних приладах ППКОПО1049-2-1 "Сигнал-2ПМ". Один з них буде встановлений в приміщенні медпункту на рівні 0.000, а інший - в кімнаті відпочинку персоналу на рівні +4.000 метрів.

Сигнал пожежної тривоги буде подаватися на місцеві світлові та звукові пристрої, розташовані на фасаді будинку, з можливістю дублювання сигналу на

Пункт Централізованого Нагляду (ПЦН) через мережу телефонізації. Крім того, передбачено автоматичне відключення всіх механічних систем приточно-витяжної вентиляції під час пожежі.

Монтаж датчиків пожежної сигналізації виконується відповідно до фактично встановлених світлових приладів, на відстані не менше 200 мм від світильників.

Локальний світлозвуковий сигнал оповіщення про пожежу (ВУС-1М) встановлюється на зовнішній стіні на висоті 2,5-3 метри від рівня ґрунту. Живлення приймально-пускового приладу автоматичної пожежної сигналізації подається від освітлювального щитка ЩО-1, розташованого в приміщенні чергового на рівні 0.00 метрів.

ЛНУП кафедра ТОБ

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

#### 2.1 Інженерно-геологічні умови

1-й шар ґрунту складається з насипних ґрунтів різної давності відсипання та різноманітного складу матеріалів, таких як щебінь, мергель, аргіліт, пісок, алевроліт, а також з рідкими включеннями гальки і валунів та рідко - будівельних відходів. Заповнювачем цих насипних ґрунтів є напівтверда і тугопластична бура глина, а також місцями пісок і суглинок (до 20%). Товщина цього шару коливається від 1 до 4-5 метрів.

2-й шар ґрунту представлений делювіальними суглинками бурого і жовтувато-бурого кольору, що мають щільну, тверду та напівтверду консистенцію. У них зустрічаються щебені та дрібні брили аргіліту, мергелю і пісчанику (30-40%), а також індивідуальні включення різної величини брил пісчанику. У підставі цього шару, в абразійному уступі, можна спостерігати невеликі конуси осыпного матеріалу, що є різновидом делювію. Механічно склад цього шару включає дрібний камінь та глинястий заповнювач (до 20-30%).

3-й шар ґрунту представлений елювіальними утвореннями верхньої зони вивітрювання корінних порід, таких як деревина, щебінь та глибовий розвал. Зазвичай це є вивітрювальні та сильно тріщинуваті мергелі, аргіліти, алевроліти та пісчаники, які зберегли шаруватість. Тріщини у цих породах часто містять глинястий суглинок (10-30%). Товщина цього шару становить до 2-3 метрів.

4-й шар ґрунту включає перешаровування мергелів, аргілітів, пісчаників та алевролітів верхньо-крейдового віку. Породи в цьому шарі часто мають тріщини. Товщина цього шару перевищує 100 метрів.

Ґрунтові води під час вишукувань не були виявлені, але сезонні верховодки можуть виникати в шарах 1, 2 та 4. Води цих верховодок не є агресивними щодо будівельних матеріалів всіх марок цементу.

Ґрунти 1-го шару (техногенні насипні ґрунти) мають низьку здатність служити основою для будівництва, оскільки мають різноманітний склад і містять

різні відходи. Тому їх фізико-механічні характеристики не подаються в тексті, і умовно ці ґрунти можна розглядати як елювіальні (подібні до шару 4).

Шар 2. Делювіальні суглинки із щебнем до 30-40% розвинені в зоні аерації й характеризуються змінним (по сезонах) режимом вологості.

Середня природня вологість – 0,27;

Середня питома вага – 1,79 т/м<sup>3</sup>;

Середній коефіцієнт фільтрації – 0,04 м/доба;

Коефіцієнт пористості - 1,00;

Питоме зчеплення  $C_n = 0.03$  МПа;  $C_p = 0.025$ ;

Кут внутрішнього тертя  $\varphi_n = 10^\circ$ ,  $\varphi_p = 15^\circ$ ;

Модуль деформації  $E = 12$  МПа.

Категорія ґрунтів по ручній розробці - III.

Шар 3. Елювіальні щебинисті ґрунти із глинясто-суглинним заповнювачем (10-35%). Характеристики даються по заповнювачі.

Природна вологість у середньому - 0,38;

Питома вага в середньому - 1,76 т/м<sup>3</sup>;

Коефіцієнт фільтрації в середньому - 0,5 м/доба;

Коефіцієнт пористості - 1,15;

Питоме зчеплення  $C_n = 0.03$  МПа;  $C_p = 0.02$ ;

Кут внутрішнього тертя  $\varphi_n = 25^\circ$ ,  $\varphi_p = 21^\circ$ ;

Модуль деформації  $E = 18$  МПа;

Опір ґрунту  $R = 0,2$  МПа

Категорія ґрунтів по ручній розробці - IV.

Шар 5. Тріщинуваті мергелі, аргіліти, алевроліти верхньої крейди.

Природна вологість - 0,12;

Питома вага - 2,25 т/м<sup>3</sup>;

Коефіцієнт фільтрації в середньому - 0,5 м/доба;

Коефіцієнт пористості - 0,45;

Модуль деформації  $E = 50$  МПа;

Опір ґрунту  $R = 0,5 \text{ МПа}$

Категорія ґрунтів по ручній розробці - IV - 50%, V - 50%.

Виходячи з наведених характеристик несучими ґрунтами являється 4-й шар.  
Для якого оптимальні палі - стійкі.

## 2.2 Проектування пальового фундаменту

Палі повинні бути вдавлювані на глибину не менше ніж 5 метрів, і верхня частина палі повинна виходити на 100 мм вище ростверку. Допускаємо, що довжина кожної палі - 6 метрів, а їх діаметр - 630 мм.

Несучу здатність паль стійок визначається за такою формулою:

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A = 1 \cdot 5000 \cdot 0.31 = 1550 \text{ кН}$$

де  $\gamma_c = 1$  – коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті;

$A$  – площа контакту палі з ґрунтом;

$R$  – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі-стійки.

Розрахункова несуча здатність палі з урахуванням коефіцієнта надійності визначається за формулою

$$F_d^1 = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{1550}{1.4} = 1107.14 \text{ кН}$$

де  $\gamma_k$  – коефіцієнт надійності

Далі, визначаємо кількість паль в пальовому фундаменті за допомогою формули:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i_t} + 1,1Q_p}{F_d^1} \cdot k = \frac{17196,42 + 1,1 \cdot 4412,5}{1107,14} \cdot 1,6 = 34,9$$

приймаємо 36 палів

де  $\sum N_i$  – сума всіх діючих розрахункових навантажень на фундамент із урахуванням коефіцієнтів надійності по навантаженню  $\gamma_f$ ;

$Q_p$  – вага ростверку;

$k$  – коефіцієнт, що враховує перевантаження окремих палів від моменту і горизонтальної сили, прийнятий 1,6.

Після цього, виконується перевірка пального фундаменту на несучу здатність за умовою:

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k}$$

Перевірці підлягають найбільше навантажені крайні палі. Розрахункове навантаження на палю визначається за формулою

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n N_i^I + 1.1Q_p}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n M_i^I \cdot y_{\max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2};$$

де  $\sum_{i=1}^n N_i^I$ ;  $\sum_{i=1}^n M_i^I$  – відповідно розрахункові вертикальні навантаження і

момент всіх сил щодо центра ваги підошви ростверку, кН, кН × м;

$Q_p$  – вага ростверку, кН;

$n$  – кількість палів у ростверку;

$y_{\max}$  – відстань у напрямку дії моменту до осі найбільш віддаленої палі від центра ваги пального поля, м;

$y_i$  – те ж, до осі кожної палі, м;

1 сполучення навантажень: (Власна вага + навантаження від людей)



$$N = \frac{17196.42 + 1.1 \cdot 4412.5}{36} + \frac{67908.5 \cdot 4.75}{379.05} = 1463.5 \text{ кН}$$

так як  $N > F_d^1 \Rightarrow$  приймаємо 49 палів.

$$N = \frac{17196.42 + 1.1 \cdot 4412.5}{49} + \frac{67908.5 \cdot 4.8}{501.76} = 999.64 \text{ кН}$$

$999.64 \text{ кН} < 1107.14 \text{ кН} \Rightarrow$  необхідна умова задовольняється.

2-е поєднання: (Власна вага + пішоходи + вітер уздовж осі у)

$$N = \frac{17196.42 + 1.1 \cdot 4412.5}{49} + \frac{(67908.5 + 6534.72) \cdot 4.8}{501.76} = 1062.15 \text{ кН}$$

$999.64 \text{ кН} < 1107.14 \text{ кН} \Rightarrow$  необхідна умова виконується.

3-є поєднання: (Власна вага + пішоходи + вітер уздовж осі х)

$$N = \frac{17196.42 + 1.1 \cdot 4412.5}{36} + \frac{67908.5 \cdot 4.8}{501.76} + \frac{(6534.72 + 1136) \cdot 4.8}{501.76} = 1073.02 \text{ кН}$$

$999.64 \text{ кН} < 1107.14 \text{ кН} \Rightarrow$  необхідна умова виконується.

### 2.3 Перевірка на стійкість при сейсмічному впливі

Зосереджені сили від сейсмічного навантаження визначають по формулі

$$T_{опр} = 1.5 \cdot Q_c \cdot k_c$$

де  $k_c$  – коефіцієнт сейсмічності залежить від розрахункової сейсмічності спорудження,  $k_c = 0.1$  що призначена для 7 балів.

$Q_c$  – вага конструкції з коефіцієнтом – 0,9;

$T_{опр}$  – зосереджена сила від сейсмічного навантаження;

$$T_{опр} = 1.5 \cdot 15651.91 \cdot 0.9 \cdot 0.1 = 2113.01 kH; \quad M_{опр} = 2113.01 \cdot 26 = 54938.2 kH \cdot m;$$

$$Q_{y0} = 17196.42 kH; \quad M_{y0} = 17196.42 \cdot 3.4 = 58467.83 kH \cdot m; \quad M_{y0} > M_{опр};$$

$58467.83 > 54938.2$  – умова виконується.

На підставі розрахунків виконуємо конструювання.

Ростверк проектується з монолітного залізобетону по буронабивних палях. Палі повинні бути забурені в тверді породи не менше, ніж на глибину 5 метрів. Розміри ростверку приймаємо  $11400 \times 11400$  мм, при висоті 2400 мм. Оголовок паль повинен входити в ростверк на 100 мм. Кількість пал становить 49 шт, з діаметром кожної палі 630 мм.

#### 2.4 Розрахунок та конструювання залізобетонної плити перекриття

Для проведення розрахунків за деформаційною моделлю необхідно мати інформацію про напружено-деформований стан поперечного перерізу до застосування зовнішнього навантаження. Це включає в себе дані про деформації в арматурі та бетоні, а також відповідні напруження. Отже, необхідно мати наявності розрахунковий переріз з усіма його параметрами.

Коефіцієнт зведення:

$$\alpha_e = \frac{E_p}{E_{ck}} = \frac{1.9 \cdot 10^5}{23 \cdot 10^3} = 8.26$$

Площа зведеного перерізу

$$A_{red} = A_c + \alpha_e A_p = 137 \cdot 22 - \frac{6 \cdot 3.14 \cdot 15.9^2}{4} + 8.26 \cdot 6.28 = 1572.93 \text{ см}^2$$

Статичний момент відносно нижньої грані:

$$S_{red} = S_c + \alpha_e A_p a_p = 137 \cdot 22 \cdot 11 - 7 \frac{3,14 \cdot 15,9^2}{4} + 8,26 \cdot 6,28 = 33,154 + 15281,1 - 155,61 = 17717,29 \text{ см}^3$$

Відстань до центра ваги:

$$y = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{17717,29}{1572,99} = 11,26 \text{ см}$$

Відстань від центра ваги перерізу до центра ваги арматури:

$$y_p = y - a = 11,26 - 3 = 8,26 \text{ см}$$

$$I_{red} = I_c + \alpha_e A_p y_p^2 = \frac{137 \cdot 22^3}{12} - \frac{7 \cdot 3,14 \cdot 15,9^4}{64} + 8,26 \cdot 6,28 \cdot 8,26^2 = 121564 + 3539,15 - 21950 = 103153 \text{ см}^4$$

Момент опору

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{h - y} = \frac{103153}{22 - 11,26} = 9604 \text{ см}^3$$

Площу отвору

$$A = \frac{\Pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 15,9^2}{4} = 198 \text{ см}^2; \quad I = 3136 \text{ см}^4$$

Сторона квадрата, еквівалентного отвору

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{Ah_1^2}{12}; \quad h_1 = \sqrt{\frac{12I}{A}} = \sqrt{\frac{12 \cdot 3136}{198}} = 13,8 \text{ см.}$$

$$\text{Тоді } h_f = h'_f = \frac{22 - 13,8}{2} = 4,1 \text{ см}$$

$$\text{Ширина ребра: } b_w = 137 - 7 \cdot 13,8 = 40,4 \text{ см}$$

Пружно-пластичний момент опору.

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,5 \cdot 9604 = 14406 \text{ см}^3$$

$$\gamma = 1,5 \text{ для двотаврових перерізів при } 2 \left\langle \frac{b'_f}{b} \right\rangle \leq 5$$

Тепер визначимо величину сили попереднього напруження згідно з пунктом 3.3 Державного стандарту України та подальших розрахунків. При передачі зусилля від арматури до бетону конструкція використовується для позацентрового стиску. Відмічено, що втрати попереднього напруження внаслідок повзучості бетону відсутні (бетон працюватиме пружно). З іншого боку, зусилля обтискання визначаються так, щоб на рівні верхньої грані розтягуючі напруження не перевищували  $f_{ctm} = 1.9$  МПа, щоб уникнути утворення тріщин, що може зменшити жорсткість елемента та викликати інші проблеми.

Отже, напруження на рівні нижньої грані розраховується за формулою.

$$\sigma_c = \frac{P}{A_{red}} + \frac{P \cdot y_p \cdot y}{I_{red}} \leq 0.3 f_{cd} = 3.45 \text{ МПа} = 0.345 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\text{Звідси } \frac{P}{1572,99} + \frac{P \cdot 8,26 \cdot 11,26}{103153} \leq 0.345$$

З вирішення ми отримуємо  $P \leq 224,4$  кН. На рівні верхньої грані ми маємо:

$$\begin{aligned} \sigma_{ct} &= \frac{P}{A_{red}} - \frac{P y_p \cdot (h - y)}{I_{red}} = \frac{224,4}{1572,93} - \frac{224,4 \cdot 8,26 \cdot (22 - 11,26)}{103153} = -0.05 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \\ &= -0.6 \text{ МПа} < f_{ctm} = -1.9 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Таким чином, тріщини під час обтискання на рівні верхньої грані не утворюються.

Значення сили попереднього напруження збільшимо на приблизне значення втрат попереднього напруження, які можуть становити до 15-30% від початкового значення попереднього напруження. Отже, ми приймаємо:

$$P_{\max} = 1.15 \cdot P = 1.15 \cdot 224,4 = 258 \text{кН} \approx 260 \text{кН}$$

А тепер порівняємо ці сили з вимогами Державного стандарту України. Відповідно до пункту 3.3.2.1 ДСТУ

$$P_{\max} = A_p \cdot \sigma_{p,\max}; \sigma_{p,\max} \leq 0.8 f_{pk} = 0.8 \cdot 840 = 672 \text{МПа};$$

$$\sigma_{p,\max} \leq 0.9 f_{p0.1k} = 0.9 \cdot 765 = 688,5 \text{МПа};$$

Приймаємо  $\sigma_{p,\max} = 672 \text{МПа} > 0.3 \cdot f_{p0.1k} = 0.3 \cdot 765 = 229,5 \text{МПа}$

$$P_{\max} = 6,28 \cdot 67,2 = 422,016 \text{кН}$$

Отже, рівень сили попереднього напруження  $P_{\max} = 260 \text{кН}$  також відповідає вимогам ДСТУ, тому його приймаємо для подальших розрахунків. Тепер визначимо миттєві втрати попереднього напруження.

Втрати від релаксації напруженої арматури (пункт 3.3.5.2 ДСТУ):

$$\Delta P_r = 0.03 A_p \cdot \sigma_{p,\max} = 0.03 \cdot 6,28 \cdot 67,2 = 12,66 \text{кН}$$

Втрати від температури (температурного перепаду) дорівнюють  $\Delta P_\theta = 0$ , оскільки форма деформується одночасно з арматурою під час теплової обробки. Втрати попереднього напруження від деформації сталеві форми (пункт 3.3.5.4):

$$\Delta P = \frac{(h-1)\Delta l}{2nl} \cdot E_p A_p$$

Оскільки інформації про конструкцію форми відсутня, то припускаємо:

$$\Delta P_3 = 3.0 \cdot A_p = 3.0 \cdot 6,28 = 18,84 \text{ кН}$$

Втрати внаслідок миттєвої деформації бетону (пункт 3.3.5.5 ДСТУ):

$$\Delta P_{el} = A_p \cdot E_p \cdot \sum \left[ \frac{j \Delta \sigma_c(t)}{E_{cm}(t)} \right]; \quad j = \frac{n-1}{2n} = \frac{8-1}{2 \cdot 8} = \frac{7}{16} = 0.43$$

де  $n$ - кількість стержнів, натягнутих неодноразом.

Визначимо  $\Delta \sigma_c(t)$  який протрактований як "напруження у центрі ваги арматури", що термінологічно і фізично невірно. Очевидно, що напруження в бетоні є на рівні центра ваги арматури. Виходячи з сумісності деформації бетону і арматури, визначаємо втрати внаслідок миттєвої деформації бетону.

Отже, при передачі зусилля воно буде рівним

$$P_1 = P_{\max} - \Delta P_r - \Delta P_3 = 260 - 12,66 - 18,84 = 228,5 \text{ кН}$$

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_c(t) &= \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 \cdot y_p \cdot (y - a)}{I_{red}} = \frac{228,5}{1572,93} + \frac{228,5 \cdot 8,26 \cdot (11,26 - 3)}{103153} = \\ &= 0.142 + 0.151 = 0.293 \text{ кН/см}^2 = 2,93 \text{ МПа} \end{aligned}$$

$E_{cm(t)}$  приймаємо рівним  $0,8E_{ck} = 0,8 \cdot 23 \cdot 10^{-3} = 18,4 \cdot 10^3 \text{ МПа}$ , оскільки передача зусилля з арматури на бетон відбуватиметься при міцності бетону, що становить 80% від проектної.

$$\text{Отже: } \Delta P_{el} = 5.495 \cdot 19000 \cdot \frac{0.43 \cdot 0.299}{1840} = 7.3 \text{ кН}$$

Отже після миттєвих витрат зусилля в арматурі:

$$P = P_{\max} - \Delta P_2 - \Delta P_3 - \Delta P_{el} = 260 - 12,66 - 18,84 - 8,17 = 220,33 \text{ кН}$$

Тепер визначимо втрати попереднього напруження, залежні від часу. Втрати від повзучості відсутні, оскільки напруження в стиснутій зоні є пружним. Визначаємо втрати від усадки згідно з пунктом 3.1.3.8 ДСТУ:  $\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$

$\varepsilon_{cd} = 0$ , оскільки передбачена теплова обробка бетону (з вологістю 100%).

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2.5 \cdot (15 - 10) \cdot 10^{-6} = 12.5 \cdot 10^{-6}$$

Оскільки нас цікавить максимальне значення втрат, то приймаємо:

$$\varepsilon_{ca} = \varepsilon_{ca}(\infty) = 12.5 \cdot 10^{-6}$$

Отже втрати зусилля від усадки:

$$\Delta T_{cs} = A_p \cdot \varepsilon_{ca} \cdot E_p = 6,28 \cdot 12,56 \cdot 10^{-6} \cdot 1,9 \cdot 10^4 = 1,49 \text{ кН}$$

Втрати зусилля внаслідок релаксації сталі:

$$\Delta T_{red} = 0,8 \cdot \Delta T_{cs} = 0,8 \cdot 1,49 = 1,19 \text{ кН}$$

Після всіх втрат зусилля в арматурі становить:

$$P = 207,9 - \Delta T_{cs} - \Delta T_{red} = 220,33 - 1,49 - 1,19 = 217,65 \text{ кН}$$

Напруження в арматурі рівні:

$$\sigma_{po} = \frac{P}{A_p} = \frac{217,65}{6,28} = 34,65 \text{ кН/см}^2 = 374 \text{ МПа}$$

Деформації становить:

$$\varepsilon_{s,o} = \varepsilon_{s,o} = \frac{\sigma_p}{E_p} = \frac{346}{1.9 \cdot 10^5} = 18,2 \cdot 10^{-4}$$

Крім того, проведемо додаткові перевірки. Після миттєвих витрат зусилля в арматурі складає  $P = 220.33$  кН.

Напруження в бетоні на рівні арматури:

$$\sigma_c = \frac{P}{A_{red}} + \frac{P \cdot y \cdot (y - a)}{I_{red}} = \frac{220,33}{1572,93} + \frac{220,33 \cdot 8,26 \cdot (11,26 - 3)}{103153} =$$

$$0.14 + 0.145 = 0.285 \text{ кН/см}^2 = 2.85 \text{ МПа}$$

Щоб уникнути втрат від повзучості, рівень напружень не повинен перевищувати 30% від призмової міцності в момент передачі цих напружень. Отже,

$$f_{cd} = 3.33 \cdot 2.85 = 9.49 \text{ МПа}$$

Призмова міцність становить 0.8 від кубової. Отже,

$$f_{c,cube} = \frac{f_{cd}}{0.8} = \frac{9.49}{0.8} = 11,9 \text{ МПа}$$

Згідно з пунктом 3.3.3.4 Державного стандарту України,

$$\sigma_c \leq 0.6 f_{ck(t)} = 0.6 \cdot 0.8 \cdot f_{ck,prism} = 0.6 \cdot 0.8 \cdot 1.5 = 7.2 \text{ МПа}$$

$$\sigma_c = 2.85 \text{ МПа} < 7.2 \text{ МПа}$$

Отже, передаточну міцність  $f_{c,cube}$  приймаємо рівною 11.9 МПа.

Крім цього, перевіряємо виконання відповідно до пункту 3.3.4.3 ДСТУ.



$$P_{m(o)(x)} = A_p \cdot \sigma_{pm(o)}(x)$$

$$P_{m(o)(x)} = P_{\max} - \Delta P_2 - \Delta P_3 - \Delta P_{el} = 260 - 12,66 - 18,84 - 8,17 = 220,33 \text{ кН}$$

$$P_{pm(o)(x)} \leq 0.75 f_{pk} = 0.75 \cdot 840 = 630 \text{ МПа}; P_{pm(o)(x)} \leq 0.85 f_{p0.1k} = 0.85 \cdot 765 = 650,25$$

$$\text{Отже, } 220,33 \text{ кН} < 6,28 \cdot 65,025 = 408,357 \text{ кН}$$

Таким чином, втрати напружень (зусиль) та початкові деформації визначені.

#### 2.4.1 Розрахунок за граничними станами І групи.

Розрахунки здійснюються з використанням деформаційного підходу. Ураховується деформація плити,  $\varepsilon_{c(2)}$  і  $\varepsilon_{c(1)}$  були такими, що  $x_1 < h'_f$  що різниця між ними практично знехтувана. Внаслідок цього, переріз стає тавровим, з врахуванням кінцевого етапу деформації.

На стадії граничної рівноваги отримано:

$$M_{d^2} = 64,51 \text{ кН} \cdot \text{м}; \sigma_s = 520,25 \text{ МПа}; x_1 = 2,8 \text{ см}$$

Руйнування відбулося, коли деформації в арматурі досягли рівня граничних значень  $\varepsilon_{ud} = 0.0162$ . На рівні крайніх стиснутих волокон бетону  $\varepsilon_{c(1)} = 0.00275$ , яке менше  $\varepsilon_{cu1,cd} = 0.00359$ , але більше, ніж  $\varepsilon_{c1,cd} = 0,00162$ . Граничний момент визначено в верхній частині діаграми  $M_d - \frac{1}{r}$

Відношення цього моменту до зовнішнього,  $\frac{64,51}{62,9} = 1.02$ , що відповідає умові.

#### 2.4.2 Розрахунок несучої здатності перерізів, похилих до поздовжньої осі

Перевіряємо необхідність встановлення поперечної арматури.

Визначимо розрахункове значення опору зсуву:

$$V_{rd,c} = \left[ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_t \sigma_{cp} \right] b_w d$$

$$f_{ck} = 15 \text{ МПа}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{190}} = 2,026 \leq 2$$

Приймаємо  $k = 2$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{6,28}{25,7 \cdot 19} = 0,014 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{ed}}{A_s} = \frac{217,65}{1572,93} = 0,13872 \text{ КН/см}^2 = 1,384 \text{ МПа} < 0,2 f_{cd} = 0,2 \cdot 11,5 = 2,3 \text{ МПа}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,3} = 0,14$$

$$k_1 = 0,15$$

Отримуємо:

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,14 \cdot 2 (100 \cdot 0,014 \cdot 15)^{1/3} + 0,15 \cdot 1,384 \right] \cdot 0,257 \cdot 0,19 =$$

$$= 0,04773 \text{ МН} = 47,73 \cdot 10^{-3} \text{ МН} = 47,73 \text{ кН} > V = 45,2 \text{ кН}$$

Несуча здатність за поперечною силою:

$$V_{ed} \leq 0,5 b_w d v f_{cd}$$

$$V = 0,6 \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \left[ 1 - \frac{15}{250} \right] = 0,564$$

$$V_{ed} \leq 0,5 \cdot 0,257 \cdot 0,19 \cdot 0,564 \cdot 11,5 = 0,158 \text{ МН} = 158 \cdot 10^{-3} \text{ МН} = 158 \text{ кН}$$

Умова виконується.

Отже, розрахунок не передбачає використання поперечної арматури. Додатково необхідно провести перевірку несучої здатності за формулою (4.40 Державного стандарту України), оскільки на даний момент невідомо, чи виникнуть у плиті похилі тріщини.

$$V_{Rd,c} = \frac{l_{bw}}{S} f_{ctd}; \quad f_{ctd} = \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = \frac{1,3}{1,5} = 0,87 \text{ МПа}; \quad I = 103153 \text{ см}^4$$

$$S = (117 - 40,4)3 \cdot (22 - 11,26 - 1,5) + \frac{40,4(22 - 11,26)^2}{2} = \\ = 2677,752 + 2330,02 = 5007,772 \text{ см}^3$$

При визначенні  $S$ , ширину ребра приймали  $b_w = 40,4$  см (для граничних станах II-ї групи), а для визначення  $V_{Rd,c}$  підставляємо  $b_w = 25,7$  см (ширину умовного ребра на рівні центрів)

$$V_{Rd,c} = \frac{103153 \cdot 25,7}{5007,772} \cdot 0,087 = 46,05 \text{ кН} > V_{Ed} = 45,2 \text{ кН}$$

Отже, навіть без урахування позитивного впливу попереднього напруження на несучу здатність нахилених перерізів, вона є забезпеченою.

ЛНУП кафедра ТОБ

#### 2.4.3 Розрахунок плити за граничними станами II групи

Проводимо розрахунок за деформаційним методом. Для граничних станів II групи напруження в арматурі використовується формула:

$$\sigma_s = f_{polk} + (f_{pk} - f_{polk}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{po}}{\varepsilon_{uk} - \varepsilon_{po}} \right),$$

$$\text{де } f_{polk} = 575 \text{ МПа}; \quad f_{pk} = 630 \text{ МПа}; \quad \varepsilon_{uk} = 0,02; \quad \varepsilon_{po} = \frac{f_{polk}}{E_p} = 3,03 \cdot 10^{-3}$$

У результаті обчислень за допомогою комп'ютера (Excel) отримали наступне:

Момент утворення тріщин:

$$M_{cr} = 36,5819 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Кривизна при цьому дорівнює:  $\left(\frac{1}{r}\right)_{cr} = 2,77 \cdot 10^{-5}$ .

Момент від характеристичного тривалого навантаження (див. вище)  
 $M_{d,n} = 44,12 \text{кН} \cdot \text{м}$

Оскільки до утворення тріщин зв'язок між  $M$  і  $\frac{1}{r}$  і практично лінійний, то, враховуючи пропорційність

$$M_{cr} - \left(\frac{1}{r}\right)_{cr} ; M_{d,n} - \left(\frac{1}{r}\right)_{d,n} ,$$

Знаходимо:  $\left(\frac{1}{r}\right)_{d,n} = 2,77 \cdot 10^{-5}$

З урахуванням коефіцієнта повзучості  $\phi_{\kappa}(\infty, t_0) = 3$  кривизна  
 $\frac{1}{r} = 2,264 \cdot 10^{-5} \cdot 3 = 6,793 \cdot 10^{-5}$

Прогин рівний:

$$f = k \frac{1}{r} l^2 = 8,31 \cdot 10^{-5} \frac{5}{48} \cdot 556^2 = 2,68 \text{см}; \frac{f}{l} = \frac{2,68}{556} = \frac{1}{250} < \left[\frac{f}{l}\right] = \frac{1}{200}$$

Розрахунок похилих і нормальних тріщин не проводиться, оскільки при тривалих навантаженнях вони не утворюються.

## РОЗДІЛ 3

### ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ

#### 3.1 Вибір монтажного крана по технічних параметрах

Добір монтажного крана здійснюємо по 3 основних технічних параметрах.

Монтажна вага -  $Q_m$

Виліт стріли -  $L_{ст}$

Висота підйому -  $H_m$

Монтажна вага визначається по формулі  $Q_m = Q_e + Q_{стр}$

де,  $Q_e$  – вага елемента;  $Q_{стр}$  – вага такелажного пристосування.

Висота підйому визначається по формулі  $H_m = h_o + h_з + h_e + h_{стр}$

де,  $h_o$  - відстань від рівня стоянки крана до опори збірного елемента на верхньому монтажному горизонті (для колони – від рівня стоянки крана до верху фундаменту).  $h_з$  - запас по висоті (0,5-1м).  $h_e$  - висота елемента.  $h_{стр}$  - висота такелажного пристосування.

Виліт визначається по формулі

$$L_{стр} = \frac{(c + \delta + e) \cdot (H_{стр} + h_{ш})}{h_n + h_{стр}} + b$$

де,  $c$  – максимальний зазор між стрілою й монтажним елементом (0,5-1,5м.)

$\delta$  – відстань від центру ваги елемента, що монтується до краю найближчого до стріли;  $e$  - половина товщини стріли (0,5м.);

$H_{стр}$  - висота підйому стріли;  $H_{стр} = H_m + h_n$ ;

$h_n$  - висота поліспасти (2-2,5м.);

$h_{ш}$  - відстань від рівня стоянки крана до осі повороту стріли (шарніра)(1,5м.);

$b$  - відстань від осі обертання крана до осі обертання стріли (1,5м).

Таблиця 3.1 – Монтажні характеристики елементів

Найменування конструкції	Монтажні характеристики		
	$Q_m$	$H_m$	$L_{стр}$
1	2	3	4
Бетонна суміш у бадді	$2,5+0,7+0,04=3,24$	$4,4+0,5+3,2+2,7+2,45=13,25$	$\frac{(0,5+0,85+0,5) \cdot (13,25-1,5)}{2,45+2,7} + 1,5 = 5,72$
Плити покриття	$2,675+0,22=2,89$	$4,4+0,5+0,22+2,7+2,45=10,27$	$\frac{(0,5+1+0,75) \cdot (10,27-1,5)}{2,45+2,7} + 1,5 = 5,33$
Арка	$0,659+1,08=1,74$	$4,6+0,5+6,6+2,68+2,45=16,83$	$\frac{(0,5+1+7,758) \cdot (16,83-1,5)}{2,45+2,68} + 1,5 = 29,16$

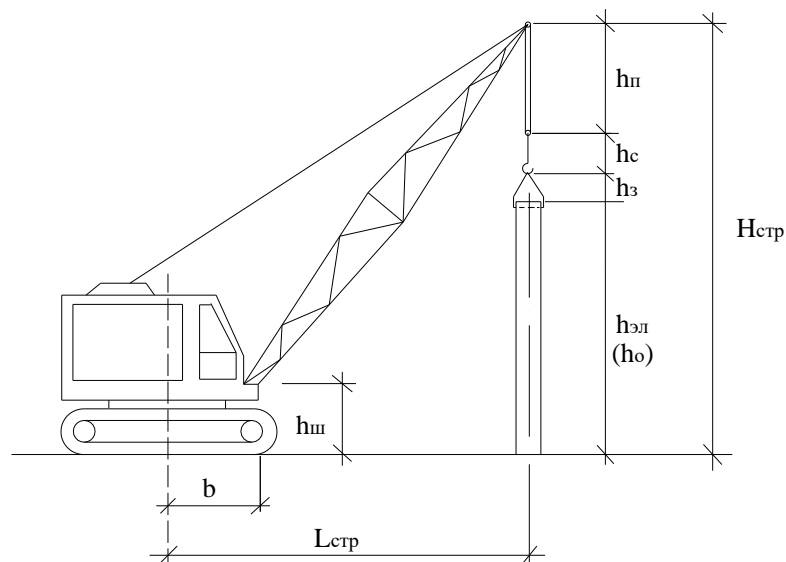


Рис. 3.1 Схема для визначення необхідних технічних параметрів гусеничного крана.

На основі монтажних характеристик елементів вибираємо кран СКГ-30/7,5.

### 3.2 Технологічна карта на монтаж арки будівлі

Технологічна послідовність виконання монтажних робіт залежить від конструктивного вирішення будівлі й прийнятого методу монтажу. Прийнятий метод монтажу забезпечує стійкість, а організація робіт - безперервність і рівномірність процесів при максимальному поєднанні монтажу з іншими видами робіт. Монтаж арок і прогонів ведеться комплексним методом монтажу, а монтаж профнастилу диференційованим методом монтажу. На схемі виконання робіт показані напрям монтажу й шляхи руху монтажних кранів, на яких позначаються їхні стоянки; послідовність установки елементів, що монтуються визначається їхньою нумерацією.

Зведення каркасу будівлі проводиться двома кранами МКГ-25 і СКГ30/7,5. Кран МКГ-25 виконує монтажне складання арак. Монтаж арак проводиться краном СКГ30/7,5.

До початку монтажу арак повинні бути виконані організаційно-підготовчі заходи у відповідності до ДБН, а також усі роботи у відповідності зі будгепланом.

Крім того, повинні бути виконані наступні роботи:

- Зведений монолітний каркас;
- Змонтовані плити перекриття;
- Оформлений акт приймання виконаних монтажних робіт на підставі виконавчої схеми геодезичної зйомки;
- Доставлені в зону монтажу монтажний кран, пристосування, реманент, інструмент;
- На балках розбиті й нанесені осі арок;
- Позначені шляхи руху й робочі стоянки монтажного крана.

Монтажне складання попередньо виконується на будівельному майданчику в зоні монтажного крана. Монтажне складання виконується на стендах ланкою монтажників.

Точний монтаж арок досягається за рахунок забезпечення підвищеної точності вертикальних відміток і рівня опорної поверхні балок. Перед монтажем арок на опорній частині балки, між анкерними болтами встановлюють металеві підбивки – компенсатори товщиною 5-10мм для вирівнювання рівня опорних поверхонь із точністю  $\pm 5$  мм від проектних.

Стропування арок проводиться за допомогою універсальної траверси.

Технологія монтажу арок полягає в наступному. Монтажники очищають конструкцію від забруднення, навішують інвентарні сходи, натягають страхувальний канат для безпеки робіт.

Прив'язавши відтягнення, арку стропують, піднімають на висоту 0,2-0,3 м і перевіряють правильність стропування, рівномірність натягу строп, стійкість крана й роботу гальм і тільки після цього подають сигнал про підйом арки. Арку піднімають вище виступаючої частини будівлі на 0,5 м і подають її до місця установки, поступово опускаючи на висоту 0,1-0,15 м від опорної поверхні.

Орієнтуючи по мітки, арку встановлюють у проектне положення, закріплюючи болтами.

Розстроповку здійснюють після закріплення арки проектними болтами, розчалюваннями (для крайньої арки) і розпірками.



Металевий несучий профільований настил для покрівель повинен мати висоту гофра не менш 35 мм і антикорозійне покриття відповідно до діючих нормативно-технічних документів на даний вид продукції.

Листи профільованого настилу слід укладати на сталеві прогони, які кріплять до несучих конструкцій покриття в неопалюваних будівлях або на дистанційні прогони, покладені по нижньому несучому профільованому настилу в «теплих» покрівлях. Допускається укладання профільованого настилу на дерев'яні прогони. Крок і переріз прогонів установлюються на підставі розрахунків профільованого настилу й прогонів на навантаження в стадіях виконання робіт і експлуатації, а також з умови розміщення утеплювача й вентилятованих повітряних прошарків для «теплих» покрівель. Напуск листів завжди повинна виконуватися на прогоні.

Кріплення листів профільованого настилу між собою слід виконувати самонарізними гвинтами або заклепками. Кріплення до прогонів слід виконувати самонарізними гвинтами з прокладкою товщиною 1 мм.

Таблиця 3.2 – Відомість об'ємів будівельно-монтажних робіт

Найменування робіт і процесів	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3
Монтажне складання	шт	24
Монтаж арок	шт	6
Монтаж прогонів і зв'язків	т	7,713
Влаштування профнастилу	100м <sup>2</sup>	5,65

Техніко-економічні показники.

1. Загальна тривалість робіт з календарного графіка рівна 10 дні.
2. Загальна трудомісткість за графіком рівна 55,73 люд.-дні.
3. Витрати часу роботи машин за графіком рівні 8,18 маш.-зм.
4. Виконання на одного робітника в зміну  $B = V_k / T$

де  $V_k$  – повний сумарний об'єм конструкцій, т;

$T$  – Повна трудомісткість монтажу всієї будівлі за графіком, люд-дні.

$B = 15,617 / 11,1 = 1,4$  т/люд-дні.

5. Трудомісткість зведення 1 т рівна:  $K_{mp} = T / V$

$K_{mp} = 11,1 / 15,617 = 0,71$  люд.-дні./т

6. Витрати часу роботи монтажних кранів

$K_{маш} = M / V = 4,14 / 15,617 = 0,256$  маш.-зм. /т

7. Коефіцієнт завантаження монтажного крана  $K_{заг} = 0,36$

### 3.3 Технологічна карта на влаштування покриття арок будівлі

Виконання даних робіт проводиться краном СКГ30/7,5.

До початку влаштування прогонів повинні бути виконані організаційно-підготовчі заходи у відповідності ДБН, а також усі роботи у відповідності зі будгєнпланом. Крім того, повинні бути виконані наступні роботи:

Зведений монолітний каркас;

Змонтовані плити перекриття;

Змонтовані арка, прогони;

Оформлений акт приймання виконаних монтажних робіт на підставі виконавчої схеми геодезичної зйомки;

Доставлені в зону монтажу монтажний кран, пристосування, реманент, інструмент;

Дану роботу виконує дві ланки столярів. Склад ланки: столяр 5 розряду – 1, 3 розряду – 1. Дерев'яні прогони кріпляться з допомогою шурупів до металевих балок.

Влаштування пароізоляції. Виконання робіт веде дві ланки ізолювальників. Склад ланки: ізолювальник 3-го розряду – 1, 2-го розряду – 1. Пароізоляцію виконують із поліетиленової плівки на мастиці. У місцях примикання до металевих прогонів, інших конструкцій поліетиленову плівку піднімають на висоту утеплювача.

Влаштування теплоізоляції. Виконання робіт веде дві ланки ізолювальників. Склад ланки: ізолювальник 4 розряду – 1, 3 розряду – 1, 2 розряд - 1. Виконання

робіт ведеться з периферії арки до її центру, рівномірно завантажуючи арку. Поверху вкладати вітрозахисний шар із плит товщиною 30 мм із щільного утеплювача.

Влаштування настилу. Роботу виконують дві ланки столярів. Склад ланки: столяр 4 розряду – 1, 3 розряду – 1. Настил виконують по дерев'яних прогонах, з повітряним зазором між утеплювачем і настилом рівним 50 мм. Для настилу використовують дошки 25×100 не нижче 2-го сорту.

Влаштування пароізоляції. Виконання робіт веде дві ланки ізолювальників. Склад ланки: ізолювальник 3 розряду – 1, 2 розряду – 1. Пароізоляцію виконують із поліетиленової плівки на мастиці.

Влаштування контробрешетки. Роботу виконують дві ланки столярів. Склад ланки: столяр 4 розряду – 1, 3 розряду – 1. Для контробрешетки використовують дошки 25×100 не нижче 2-го сорту, які кріпляться із кроком 1 м.

Влаштування обрешітки. Для обрешітки використовуються дошки 50×50 мм, які кріплять із кроком 280 мм. Дошки обрешітки до контробрешітки закріплюються двома оцинкованими цвяхами (на одному місці кріплення). Наприкінці скату виконується суцільний дощатий настил з дощок 25×100 мм шириною 300 мм. Карнизна планка встановлюється до кріплення покрівельних плит, з напуском 100 мм, планку кріплять самонарізними шурупами 4,8 x 28 мм.

Влаштування покрівлі з листової сталі. Влаштування рядового покриття скатів покрівлі слід виконувати з попередньо підготовлених картин. Для примикань, бічних звисів слід застосовувати попередньо виготовлені елементи. З'єднання картин по напрямкові ската води слід виконувати лежачими фальцами, крім ребер, де картини слід з'єднувати стоячими фальцами. При ухилі покрівлі менше 30° фальц слід виконувати подвійним із промазкою антикорозійним фарбувальним складом. Величину відгину листів для влаштування лежачих і стоячих фальців слід приймати відповідно до рис. 3.2.

Укладання картин по скату даху слід виконувати після влаштування карнизних звисів і настінних жолобів.

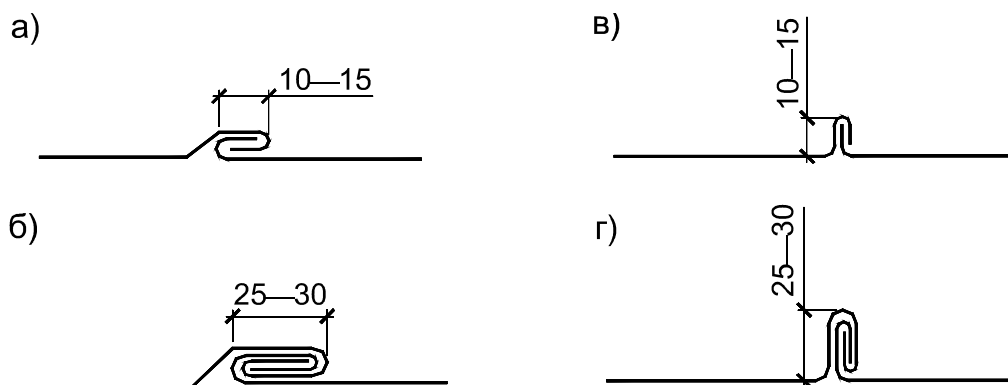


Рис. 3.2 Вид фальців покрівлі із листової сталі

Укладання картин водоприймального жолоба слід робити в тому ж напрямку. Їх слід укладати з напуском не менше 150 мм і з'єднувати стик листів жолоба на вододілі подвійним лежачим фальцом. Борти жолобів слід укладати на гаки й кріпити до них самонарізами. Жолоба слід розташовувати з ухилом не менш 2,5 % для стоку води. Верхню поздовжню крайню картину настінних жолобів слід з'єднувати з картинами рядового покриття лежачим фальцом. Аркуш лотка необхідно укладати під листи настінних жолобів. Борти лотка й жолобів слід з'єднувати кутовими фальцями.

Кріплення картин до обрешітки слід виконувати клямпами, пропущеними між фальцами листів, із кроком не більше 500 мм.

Бічні (фронтонні) поверхні покрівель із водоізолюючим шаром з оцинкованої сталі виконувати за спрощеною схемою. Покрівельний аркуш повинен виступати за край обрешітки на 40-50 мм і мати по краю подвійний стоячий фальц із клямпами, що прибиваються в торець обрешітки. При водоізоляційному шарі зі сталевих листів з полімерним антикорозійним покриттям по бічному звису слід встановлювати металеву противітрову дошку з капельником.

Таблиця 3.3 – Відомість об'ємів будівельно-монтажних робіт

Найменування робіт і процесів	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3
Влаштування прогонів	100м	5,7

Влаштування досчатого настилу	100м <sup>2</sup>	6,25
Влаштування контробрешітки	100м <sup>2</sup>	6,25
Влаштування обрешітки	100м <sup>2</sup>	6,25
Влаштування гідроізоляція	100м <sup>2</sup>	6,25
Влаштування теплоізоляції	100м <sup>2</sup>	6,25
Влаштування покрівлі зі сталі оцинкованою	100м <sup>2</sup>	6,25

Техніко-економічні показники.

1. Загальна тривалість робіт з календарного графіка рівна 28 дні.
2. Загальна трудомісткість за графіком рівна 169,2 люд.-дні.
3. Витрати часу роботи машин за графіком рівні 1,9 маш.-зм.
4. Виконання на одного робітника в зміну  $B = V_k / T$

де  $V_k$  – повний сумарний об'єм конструкцій, м<sup>2</sup>

$T$  – Повна трудомісткість монтажу за графіком, люд.-дні.

$$B = 625 / 169,2 = 3,69 \text{ м}^2 / \text{люд.-дні.}$$

5. Трудомісткість зведення 1м<sup>2</sup> рівна:  $K_{mp} = T / V$

$$K_{mp} = 169,2 / 625 = 0,27 \text{ люд.-дні./м}^2$$

6. Витрати часу роботи монтажних кранів

$$K_{\text{маш}} = M / V = 1,9 / 625 = 0,003 \text{ маш.-зм. / м}^2$$

7. Коефіцієнт завантаження монтажного крана  $K_{\text{заг}} = 0,011$

### 3.4 Розрахунки елементів бюджетплану

#### 3.4.1 Організація будівельного майданчика

Бюджетплан розроблений на будівництво надземної частини будинку.

Роботи проводяться в стиснутих умовах. Для забезпечення виконання вимог техніки безпеки майданчик будівництва захищається огорожою висотою 2,5м. Відкриті склади розташовуються в зоні дії монтажних кранів. Майданчика складування повинні бути вирівняні, утрамбовані й мати ухил  $i = 0,02$  для стоку поверхневих вод.

Доставлений розчин вивантажують у ящики-контейнери, установлені на щитовому настилі.

Для освітлення будівельного майданчика використовуються стаціонарні прожектори ПЕС-45 (1000 кВт). Для освітлення робочих місць застосовуються переносні світильники.

На будівельному майданчику небезпечну зону роботи кранів виділяють дротом із прапорцями. У небезпечній зоні заборонено перебувати стороннім і робітником, не що бере участь у робочому процесі.

### 3.4.2 Розрахунки чисельності персоналу будівництва

До облікового складу працюючих на будівництві включаються робітники, що приймають безпосередню участь у будівельно-монтажному процесі (основний склад), а також у транспортних і обслуговуючих господарствах (неосновний склад).

Підставою для розрахунків складу персоналу є загальний графік руху робітників (основний склад). Чисельність робітників неосновного виробництва по обслуговуванню вантажно-розвантажувальних операцій і інших робіт приймаємо 20% розрахункової кількості основного складу.

При розрахунках необхідно враховувати кількість робітників основного виробництва в найбільш численну зміну, приймаючи при цьому чисельність інженерно-технічних працівників і молодшого обслуговуючого персоналу відповідно 6% і 4% від суми робітників основного й неосновного виробництва.

Загальна чисельність персоналу, зайнятого на будівництві в зміну:

$$N_o = (N_{осн} + N_{неосн} + N_{мон} + N_{имп}) \cdot K_o = (26 + 5 + 2 + 1) \cdot 1,06 = 35 \text{ люд}$$

$$N_{неосн} = 0,2 \cdot N_{осн} = 0,2 \cdot 26 = 5 \text{ люд};$$

$$N_{имп} = 0,06 \cdot (N_{осн} + N_{неосн}) = 0,06 \cdot (26 + 5) = 2 \text{ люд};$$

$$N_{мон} = 0,04 \cdot (N_{осн} + N_{неосн}) = 0,04 \cdot (26 + 5) = 1 \text{ люд};$$

$K_o = 1,06$  – коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби, виконання громадських обов'язків;

### 3.4.3 Розрахунок тимчасових інвентарних будинків

Підставою для вибору номенклатури й розрахунків потреби в площах інвентарних адміністративних і побутових тимчасових будинків є тривалість будівництва даного об'єкта й загальна чисельність персоналу будівництва.

На підставі встановленої потреби в площах здійснюється вибір типу інвентарних будинків. Результати розрахунків зводяться в таблиці.

Таблиця 3.4 – Розрахунок інвентарних будинків.

Найменування інвентарних будинків	Чисельність персоналу	Норма на 1 людину		Розрахункова площа, кв. м
		Одиниця виміру	Величина показника	
Контора будівельника	1	м <sup>2</sup>	4	4
Диспетчерська	1	м <sup>2</sup>	7	7
Гардероб	35	м <sup>2</sup>	0,6	21
Умивальники	35	люд. на 1 мийку м <sup>2</sup> на 1 мийку	7 1,5	5 мийок 7,5
Душова	35	люд. на 1 душову сітку м <sup>2</sup> на 1 сітку	8 3	4 12
Туалет	35	люд. на 1 унітаз м <sup>2</sup> на 1 унітаз	15 3	2 чаш 6
Їдальня	35	м <sup>2</sup>	0,25	12
Медпункт	35	м <sup>2</sup>	12	12
Червоний куточок	35	м <sup>2</sup>	0,75	26,25
Приміщення для обігріву робітників	35	м <sup>2</sup>	0,1	8
Приміщення для сушіння одягу	35	м <sup>2</sup>	0,2	12

Оскільки даний об'єкт зводиться в стиснутих умовах, а також по протипожежних нормах (розміщення тимчасових будинків і споруджень ближче, ніж на 18 м від споруджуваних і інших будинків строго забороняється), тимчасові інвентарні будинки не проектуємо. Необхідна площа побутових приміщень по проекту – 127,75 м<sup>2</sup>.

#### 3.4.4 Організація складського господарства

Тип і розмір складів визначаються кількістю мінімально необхідного запасу будівельних конструкцій, деталей і матеріалів, видом транспортних засобів, нормами складування на 1 м<sup>2</sup> площі складу й розмірами будівельного майданчика.

Середньодобова потреба в матеріалах даного виду визначається по формулі:

$$Q_{\text{дiб}} = Q / T$$

де  $Q$  – кількість матеріалу, необхідного для виконання заданого об'єму робіт;

$T$  – тривалість виконання робіт.

Розрахунковий запас матеріалів, що підлягають складуванню на будівельному майданчику, визначається по формулі:

$$Q_p = Q_{\text{дiб}} \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2$$

де  $n$  – норма запасу матеріалу на складі, дні;

$K_1$  – коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалів ( $K_1 = 1, 2 \dots 1, 4$ );

$K_2$  – коефіцієнт нерівномірності завезення матеріалів ( $K_1 = 1, 1 \dots 1, 3$ ).

Корисна площа складів (без проходів і проїздів) визначається по формулі (у м<sup>2</sup>)  $S_{\text{пол}} = Q / q$

де  $q$  – норма складування матеріалів на 1 м<sup>2</sup> площі складу.

Повна розрахункова площа складу:  $S_{\text{розрах}} = S_{\text{пол}} / K_3$

де  $K_3$  – коефіцієнт використання площі складу; залежить від виду складу.

На основі розрахунків складається експлікація складів.



Таблиця 3.5 – Експлікація складів

Вид складу	Площа складу, м <sup>2</sup>		Розміри у плані, м	Спосіб зберігання
	розрахункова	прийнята		
1	2	3	4	5
Відкритий	27,77		1,5×6 3×3	у штабелях у пакетах
Навіс	6,3	8	4×2	-
Закритий склад	69,75	70	7×10	у штабелях

### 3.4.5 Тимчасове водопостачання

Тимчасове водопостачання будівельного майданчика влаштовують у вигляді об'єднаної мережі, що забезпечує одночасно кілька видів споживання (виробниче, господарсько-питне й протипожежне).

Розрахунки проводяться для періоду будівництва з найбільш інтенсивним водоспоживанням. На даному об'єкті найбільше водоспоживання припадає на опоряджувальні роботи в обох будинках. Необхідна витрата води на будівельному майданчику визначається за найбільшим значенням, певному по одній з формул:

$$Q_{\text{розрах}} = Q_{\text{пож}} + 0.5 \cdot (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{о}}) \cdot K$$

де  $K = 1,15 \dots 1,25$  – коефіцієнт, що враховує наявність дрібних споживачів і витік води.

Витрата води на виробничі потреби:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot A_i}{t \cdot 3600} \cdot K_1$$

де  $n$  – число видів виробничих установок або видів робіт, для яких потрібна вода;

$S_i$  – питома витрата води на  $i$ -ий вид роботи;

$A_i$  – об'єм роботи  $i$ -го виду в зміню;

$t$  – число годин споживання води на виробничі потреби в зміню;

$K_1 = 1,5$  – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання.

Таблиця 3.6 – Розрахунок потреби в тимчасовому водопостачанні

Найменування процесів і споживачів	Одиниця виміру	$A_i$	Питомий витрата, $S_i$ , л/год	Витрата $A_i \cdot S_i$ , л/год
1	2	3	4	5
Готування розчину	1 м <sup>3</sup> розчину	2	250	500
Штукатурка внутрішня	1 м <sup>2</sup>	67,12	8	536,96
Мийка машини	1 машина в добу	1	500	500

Витрата води на виробничі потреби:

Готування розчину:  $Q_{np} = (2 \cdot 250 \cdot 1,5) / (8,2 \cdot 3600) = 0,025$  л/с;

Штукатурні роботи:  $Q_{np} = (536,96 \cdot 1,5) / (8,2 \cdot 3600) = 0,03$  л/с.

Мийка машини:  $Q_{np} = (500 \cdot 1,5) / (8,2 \cdot 3600) = 0,025$  л/с

Приймаємо:  $Q_{np} = 0,08$  л/с.

Витрата води на господарсько-питні потреби визначається по формулі:

$$Q_o = \frac{b \cdot n_1 \cdot K_2}{t \cdot 3600} = \frac{30 \cdot 35 \cdot 2,7}{8,2 \cdot 3600} = 0,096 \text{ л/с}$$

де  $b$  – питома витрата води на одного працюючого, л/змін (приймаємо в межах 20-40 л/змін);

$N_1$  – число працюючих на майданчику в найбільш завантажену зміню;

$t$  – число годин роботи в зміню;

$K_2 = 3$  – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води на господарсько-питні потреби.

Витрата води на протипожежні потреби приймаємо залежно від площі будівельного майданчика:

для майданчика до 10 га –  $Q_{\text{пож}} = 5$  л/с.

$$Q_{\text{рос}} = 5 + 0,5 \cdot 1,2 \cdot (0,096 + 0,08) = 5,1 \text{ л/с}$$

Отже, приймаємо загальну секундну витрату води  $Q_{\text{рос}} = 5,1$  л/с.

Діаметр тимчасової водопровідної мережі визначається по розрахунковій витраті води по формулі:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{рос}} \cdot 1000}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 0,8}} = 91 \text{ мм}$$

де  $v = 0,8$  л/с – швидкість руху води в трубі.

Приймаємо діаметр тимчасової водопровідної мережі  $D = 100$  мм.

### 3.4.6 Тимчасове електропостачання

Електроенергія на будівельному майданчику витрачається на виробничі потреби (крани, підйомники, зварювальні апарати і т.д.) і освітлення.

Кількість прожекторів визначається по формулі:  $n = P_{\text{yd}} \cdot S / P_{\text{л}}$

де  $S$  – площа освітлюваної території, м<sup>2</sup>;

$P_{\text{л}}$  – потужність лампи прожектора, Вт.

Питома потужність визначається по формулі:  $P_{\text{yd}} = 0,25 \cdot E \cdot K$

де  $E$  – мінімальна розрахункова горизонтальна освітленість (для будівельного майданчика  $E = 2$  лк);

$K = 1,3 - 1,5$  – коефіцієнт запасу.

$$P_{\text{yd}} = 0,25 \cdot 2 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ Вт/м}^2.$$

$$n = (0,7 \cdot 6211,34) / 1000 = 4 \text{ шт.}$$

Для освітлення будівельного майданчика застосовуємо 4 лампи (прожектора) ПЗС-45 потужністю 1000 Вт.

Максимальна потужність, споживана будівельним майданчиком визначається по формулі:  $P = P_{тр} \cdot K_{ми}$

де  $P_{тр} = P_{уд} \cdot K_c / \cos\alpha$  – розрахункова трансформаторна потужність, кВт;

$K_{ми} = 0,75 - 0,85$  – коефіцієнт збігу максимумів навантажень.

Результати розрахунків по кожному споживачеві зводяться в таблицю.

Таблиця 3.7 – Розрахунки потреби в тимчасовому електропостачанні

Найменування споживачів	Од. вим.	К-ть	Питома потужність на од. вим., кВт	Коеф. пошугу, $K_c$	Коеф. потужності, $\cos\alpha$	Трансформаторна потужність, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Вібратор С-413	шт.	1	1	0,1	0,4	0,25
Електрозварювальний апарат СТН-350	шт.	1	20	0,5	0,4	25
Електропрогрів бетону	1 м <sup>3</sup>	4,5	60	0,9	0,95	230,8
Територія освітлення	100 м <sup>2</sup>	62,113	0,015	-	-	0,93
Відкриті складські майданчики	100 м <sup>2</sup>	0,36	0,05	-	-	0,018
Основні дороги й проїзди	км	0,2	2,5	-	-	0,5
Майданчик земляних, бетонних і кам'яних робіт	100 м <sup>2</sup>	16,884	0,08	1	1	1,35
Аварійне освітлення	км	0,325	3,5	-	-	1,1375
Контора виконроба, диспетчерська, побутові приміщення	м <sup>2</sup>	112,5	0,015	0,8	1	1,35
Душова й туалети	м <sup>2</sup>	33,55	0,003	0,8	1	0,08

Склади закриті	м <sup>2</sup>	70	0,015	0,35	1	0,367
Навіси	м <sup>2</sup>	10	0,003	0,35	1	0,0105

Розрахункову трансформаторну потужність визначаємо при декількох комбінаціях одночасного споживання електроенергії в першу й у другу зміни. Найбільше енергоспоживання припадає на (електрозварювальний апарат СТН-350 -1шт.; глибинний вібратор С-413 – 1 шт.).

$$P_{mp} = 1,1 \cdot (0,25 + 25 + 284,2 + 1,1375 + 1,35 + 0,25 + 0,018 + 0,93 + 0,0105 + 0,367 + 0,08 + 1,35) = 287,7 \text{ кВт}$$

Максимальна потужність трансформаторної підстанції:

$$P_{max} = 287,7 \cdot 0,75 = 215,8 \text{ кВт};$$

Приймаємо переносну трансформаторну підстанцію КТП-100-10.

#### 3.4.7 Техніко-економічні показники будгенплану

Площа території будівельного майданчика –  $F = 6211,34 \text{ м}^2$ ;

Площа постійних будівель –  $F_{пост} = 1222,02 \text{ м}^2$ ;

Площа тимчасових будівель –  $F_{стр} = 182,45 \text{ м}^2$ ;

Площа складів –  $F_{скл} = 132 \text{ м}^2$ ;

Довжина тимчасової електромережі – 540,73 м;

Довжина огороження – 325,296 м.

Коефіцієнт використання території:

$$K_2 = (F_{пост} + F_{вр} + F_{ск} + F_{стр} + F_{ин}) / F = 0,42$$

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

#### ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

#### Школа-інтернат на 250 дітей у м. Золочів Львівської області з аналізом енергозберігаючих огорожуючих конструкцій

Будівництво розташоване на території ..... області.

Кошторисна документація складена із застосуванням:

- Ресурсник елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН) (ДБН Д.2.2-99);

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України.

Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників Додатка 3 до ДБН Д.1.1-1-2000.

При складанні розрахунків інших витрат прийняті такі нарахування:

1. Усереднений показник ліміту коштів на зведення та розбирання типувальних тимчасових будівель і споруд (С15=1), ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.14	3,10000	%
2. Усереднений показник ліміту коштів на додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період (К=0,9), ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.2.10	1,17000	%
3. Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд), ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.49	2,50	%
4. Кошторисна вартість проєктних робіт, ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.55	1,34	%
5. Показник витрат на покриття ризику, пов'язаного з проєктною документацією, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.19	3,60	%
6. Кошти на покриття витрат, пов'язаних з інфляційними процесами, визначені з розрахунку закінчення будівництва у		
7. Прогнозний рівень інфляції в будівництві першого року будівництва, коефіцієнт, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.20	1,079	
8. Усереднений показник для визначення розміру кошторисного прибутку (див.графу 8 Кошторисного розрахунку №П130), ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18	3,82	грн./люд.-г
9. Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат (див.графу 8 Кошторисного розрахунку №П147), ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4	1,38	грн./люд.-г
Загальна кошторисна трудомісткість	583,103	тис.люд.-г
Нормативна трудомісткість робіт, яка передбачається у прямих витратах	493,303	тис.люд.-г
Загальна кошторисна заробітна плата	10463,593	тис.грн.
Середньомісячна заробітна плата на 1 робітника в режимі повної зайнятості:		
Заробітна плата для будівельних, монтажних і ремонтних робіт при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,75 люд.-г та розряді робіт 3,8	3400,00	грн.
Заробітна плата машиністів, зайнятих на керуванні та обслуговуванні будівельних машин та механізмів, для будівельних, монтажних і ремонтних робіт при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,75 люд.-г та розряді робіт 3,8	2643,00	грн.
Всього за зведеним кошторисним розрахунком:	78956,539	тис.грн.
у тому числі:		
будівельно-монтажні роботи -	62617,452	тис.грн.
вартість устаткування -	-	тис.грн.
інші витрати -	3179,664	тис.грн.
податок на додану вартість -	13159,423	тис.грн.

Примітка:

1. Дані про структуру кошторисної вартості будівництва наведені у документі "Підсумкові вартісні параметри".

Склав :

Перевірив :

## 4.1 Зведений кошторисний розрахунок

Форма № 1

( назва організації, що затверджує )

### Затверджено

Зведений кошторисний розрахунок у сумі 78956,539 тис.грн.  
У тому числі зворотних сум 259,865 тис.грн.

^  
( посилання на документ про затвердження )

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

### ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА

Школа-інтернат на 250 дітей у м. Золочів Львівської області з аналізом енергозберігаючих огорджуючих конструкцій

Складений в поточних цінах станом на 1 вересня 2023 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Інші витрати, тис.грн.	Загальна кошторисна вартість, тис.грн.
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2-1	Глава 2. Основні об'єкти будівництва Школа-інтернат на 250 дітей у м. Золочів Львівської області	55884,948	-	-	-	55884,948
		-					
		<b>Разом по главі 2:</b>	55884,948	-	-	-	55884,948
		<b>Разом по главах 1-7:</b>	55884,948	-	-	-	55884,948
2	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.14	Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	1732,433	-	-	-	1732,433

1	2	3	4	5	6	7	8
		-					
		<b>Разом по главі 8:</b>	1732,433	-	-	-	1732,433
		<b>Разом по главах 1-8:</b>	57617,381	-	-	-	57617,381
3	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.2.10	<b>Глава 9. Інші роботи та витрати</b> Додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період (1,3X0,9)%	674,123	-	-	-	674,123
		-					
		<b>Разом по главі 9:</b>	674,123	-	-	-	674,123
		<b>Разом по главах 1-9:</b>	58291,504	-	-	-	58291,504
4	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.49	<b>Глава 10. Утримання служби замовника і авторський нагляд</b> Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	-	-	-	1457,288	1457,288
		-					
		<b>Разом по главі 10:</b>	-	-	-	1457,288	1457,288
5	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.55	<b>Глава 12. Проектні та вишукувальні роботи</b> Кошторисна вартість проектних робіт	-	-	-	781,106	781,106
6	Зміна №7 до ДБН Д.1.1-7-2000, Наказ Мінрегіонбуду №62 від 1.06.2011.	Кошторисна вартість комплексної державної експертизи проектно-кошторисної документації (К=1,1)	-	-	-	54,060	54,060
		-					
		<b>Разом по главі 12:</b>	-	-	-	835,166	835,166
		<b>Разом по главах 1-12:</b>	58291,504	-	-	2292,454	60583,958
		<b>Кошторисний прибуток</b>	2227,454	-	-	-	2227,454
		-					
		<b>Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій</b>	-	-	-	804,682	804,682
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18						
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4						



1	2	3	4	5	6	7	8
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.19	<b>Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва</b>	2098,494	-	-	82,528	2181,022
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.20	<b>Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами</b>	-	-	-	-	-
		<b>Разом</b>	62617,452	-	-	3179,664	65797,116
		<b>Разом крім ПДВ</b>	62617,452	-	-	3179,664	65797,116
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.22	<b>Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)</b>	-	-	-	13159,423	13159,423
		<b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b>	62617,452	-	-	16339,087	78956,539
		<b>Зворотні суми</b>	-	-	-	-	259,865
		<b>у тому числі:</b>					
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.2.8.18.1	- від тимчасових будівель і споруд (15 %)	-	-	-	-	259,865

Директор (або головний інженер) проектної організації \_\_\_\_\_

Головний інженер проекту \_\_\_\_\_

Начальник відділу \_\_\_\_\_

Узгоджено: \_\_\_\_\_

Замовник \_\_\_\_\_

ЛНУП кафедра ТОб

## 4.2 Об'єктний кошторис

Школа-інтернат на 250 дітей у м. Золочів Львівської області з аналізом енергозберігаючих огороджуючих конструкцій

Форма №3

Кошторис у сумі 78956,539 тис.грн.

Затверджено

Замовник

\_\_\_\_\_ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

### ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 2-1

на будівництво : Школа-інтернат на 250 дітей у м. Золочів Львівської області

Кошторисна вартість об'єкта

55884,948 тис.грн.

Кошторисна трудомісткість

541,647 тис.люд.-год.

Кошторисна заробітна плата

10463,593 тис.грн.

Вимірник одиничної вартості

Будівельні обсяги

Складений в поточних цінах станом на 1 вересня 2023 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.					Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Л.кошторис 2-1-1	на Школа-інтернат на 250 дітей	55884,948	-	-	-	55884,948	541,647	10463,593	-
		Всього:	55884,948	-	-	-	55884,948	541,647	10463,593	-
2	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.14	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	1732,433	-	-	-	1732,433	-	-	-
3	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.2.10	Додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період (1,3X0,9)%	674,123	-	-	-	674,123	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.49	Утримання служби замовника (включаючи випрати на технічний нагляд) (2,5 %)	-	-	-	1457,288	1457,288	-	-	-
5	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.55	Кошторисна вартість проектних робіт	-	-	-	781,106	781,106	-	-	-
6	Зміна №7 до ДБН Д.1.1-7-2000, Наказ Мінрегіонб уду №62 від 1.06.2011.	Кошторисна вартість комплексної державної експертизи проектно- кошторисної документації (К=1,1)	-	-	-	54,060	54,060	-	-	-
		Разом:	58291,504	-	-	2292,454	60583,958	-	-	-
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18	Кошторисний прибуток	2227,454	-	-	-	2227,454	-	-	-
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	-	-	-	804,682	804,682	-	-	-
	ДБН Д.1.1-1-2000 п 3.1.19	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва	2098,494	-	-	82,528	2181,022	-	-	-
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.20	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами	-	-	-	-	-	-	-	-
		Разом крім ПДВ	62617,452	-	-	3179,664	65797,116	-	-	-
		Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)	-	-	-	13159,423	13159,423	-	-	-
		Всього по кошторису	62617,452	-	-	16339,087	78956,539	-	-	-
		Зворотні суми у тому числі:	-	-	-	-	259,865	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		- від тимчасових будівель і споруд (15 %)	-	-	-	-	259,865	-	-	-

Директор (або головний інженер) проектної організації \_\_\_\_\_  
Головний інженер проекту \_\_\_\_\_

Начальник відділу \_\_\_\_\_

Узгоджено:  
Замовник \_\_\_\_\_

ЛНУП кафедра ТОБ

**РОЗДІЛ 5**  
**ОХОРОНА ПРАЦІ**

ЛНУП кафедра ТОб

ЛНУП кафедра ТОб

ЛНУП кафедра ТОб

ЛНУП кафедра ТОб



## РОЗДІЛ 6

### НАУКОВА РОБОТА

#### **6.1 Аналіз застосування високоефективних теплоізоляційних матеріалів**

Одною із пріоритетних завдань у сучасному містобудуванні є створення будинків з ефективним використанням енергії. Уперше теорія створення енергоефективних будинків в Україні була докладно розглянута на початку ХХ століття, де визначено базові принципи економічності будівництва, запропоновано методи комплексного підходу до оцінки одноразових і експлуатаційних витрат на різних стадіях життєвого циклу.

За кордоном для розвитку й активного впровадження енергоефективних і ресурсозберігаючих технологій послужила світова енергетична криза 1970-х років. Однією з перших країн, що побудували будинки з ефективним використанням енергії, стали США.

В даний час в будинках споживання енергії повинне відбуватися економічно й раціонально при освітленні, тепло- і водопостачанні, кондиціонуванні й вентиляції. Однак при всій економічності пріоритетом також повинні залишатися комфорт і якість середовища проживання для людини й висока екологічність самого будинку.

У цьому зв'язку енергозберігаючий шлях розвитку будівельного комплексу стає пріоритетом енергетичної стратегії розвитку України.

##### 6.1.1 Значимість енергозбереження на різних етапах життєвого циклу будинку

У рамках системного підходу в сучасному менеджменті в будівництві продукція будівельного виробництва (будинки й споруди) розглядається з позиції життєвого циклу - поетапно від моменту виникнення ідеї про створення будинку до його реновації. Три основні етапи життєвого циклу - проектування, будівництво й експлуатація - суттєво різняться по видах здійснюваної в рамках етапу діяльності, тривалості етапу й, відповідно, об'єму й структурі енергоспоживання, складу заходів енергозбереження, показників і методів оцінки їх результативності. Якщо розглядати ці етапи життєвого циклу нерухомості з позиції інвестування в

енергозбереження, то проектування буде персоніфікувати передінвестиційний етап (що передбачає підготовку до інвестування), будівництво - інвестиційний (безпосереднє інвестування) і самий тривалий експлуатаційний етап - основна операційна діяльність по забезпеченню окупності інвестицій.

Аналіз етапів життєвого циклу будинку дозволяє визначити його енергетичні взаємозв'язки у відтворювальному процесі й конкретизувати архітектурно-будівельні вирішення в області енергозбереження у відповідності зі специфікою кожного етапу. На стадії проектування закладаються всі основні нормативні параметри будинку. У будівельному виробництві всі зусилля по енергозбереженню спрямовані на оптимізацію витрат виробництва й досягнення прибутку, проектної (нормативної) енергоефективності будинку. В експлуатаційній фазі часто проявляються всі наслідки помилок проектної й будівельної фаз, формується фактична енергоефективність (яка може не збігатися із проектною й будівельною) і сукупний потенціал енергозбереження в будинку. Таким чином, значимість енергозбереження по етапах життєвого циклу будинку суттєво різняться.

#### 6.1.2 Енергозбереження на проектній стадії життєвого циклу житлового будинку

Найбільшого сумарного ефекту енергозбереження в будинках можна досягти шляхом застосування різноманітних архітектурно-будівельних і інженерних вирішень. З погляду потенційної економії енергії умовно ці вирішення можна розділити на 2 групи: 1) вирішення, що передбачають можливість деякого зниження витрати енергії щодо прийнятих норм витрати; 2) вирішення, що дозволяють додатково заощаджувати енергію за рахунок активного використання поновлюваних джерел енергії.

На етапі проектування будинку енергозбереження досягається при прийнятті конструктивних, об'ємно-планувальних і інженерних вирішень.

Конструктивні вирішення в частині енергозбереження в будинку спрямовані, як правило, на підвищення теплозахисних властивостей його зовнішніх огорожуючих конструкцій. Такі вирішення можуть мати безліч різних варіантів,

відмінних по виду матеріалу шарів, товщині й теплотехнічним характеристикам, що викликає необхідність варіантного проектування енергозбереження.

У зв'язку з різною структурою тепловтрат через огорожуючі конструкції, склад заходів енергозбереження в будинках різного функціонального призначення різний і залежить від конфігурації, поверховості, терміну експлуатації й ін. Так у громадських будинках найбільший ефект енергозбереження досягається при вдосконалюванні систем вентиляції й освітлення, у житлових будинках - при підвищенні теплозахисних якостей зовнішніх огорожуючих конструкцій.

Необхідно відзначити, що необхідні термічні опори елементів огорожуючих конструкцій будинків уже не могли бути отримані з використанням традиційних конструктивних вирішень і будівельних матеріалів (цегли, бетону, деревини) без застосування ефективних утеплювачів. Необхідний рівень теплозахисту будинків був досягнутий з урахуванням розробки й впровадження багат шарових огорожуючих будівельних конструкцій з використанням ефективних утеплювачів.

Сьогодні можна без перебільшення стверджувати, що одна з вирішальних ролей у вирішенні проблеми енергозбереження в будівельному секторі економіки приділяється сучасним високоефективним теплоізоляційним матеріалам.

За роки, що пройшли з початку виконання програми енергозбереження з будівельної області в Україні були реалізовані й зведено багато об'єктів із зовнішніми огорожуючими конструкціями із застосуванням наступних систем, які пройшли перевірку часом:

- фасадні системи зі штукатурними шарами, ці системи передбачають клейове або механічне кріплення утеплювача до несучої основи за допомогою анкерів, розпірних болтів з наступним декоративним, захисним оштукатурюванням;

- фасадні системи з облицюванням утеплювача дрібноштучними матеріалами (цеглою, блоками) - багат шарові кладочні системи;

- фасадні системи із захисно-декоративними екранами на металевій підсистемі, закріпленої до несучої основи на укосі. Такі системи виконують із

повітряним зазором між екраном і утеплювачем, вони одержали назву «вентильований фасад».

Процес проектування будинків звичайно відбувається в наступній послідовності:

- розробка архітектурного ескізного проекту;
- розробка стадії «п» (проектна документація) згідно з нормативними документами;
- проведення експертизи проектної документації замовником і одержання дозволу на проведення будівництва запроєктованого об'єкта;
- розробка стадії «р» (робоча документація) для реалізації в процесі будівництва вирішень, розроблених у стадії «п».

При розробці проекту на цих стадіях відбуваються постійні контакти із замовником, інвестором, девелопером, підрядником, у процесі здійснення яких вирішуються багато питань, що впливають на долю проектованого будинку в майбутньому. На жаль, в умовах затяжної економічної нестабільності психологію багато керівників будівельної галузі підчас будівництва економлять кошти на матеріалах і недотримуються погоджених проектних рішень.

На догоду інвесторові, замовникові виконуються некоректні розрахунки по визначенню питомої характеристики витрати теплової енергії на опалення й вентиляцію об'єкта із застосуванням мінімально припустимого коефіцієнта, що враховує особливості регіону будівництва ( $m = 0,63$ ) для зовнішніх стін. Застосуванням такого коефіцієнта аргументується значне зменшення розрахункової товщини утеплювача.

Негайна економія на матеріалі утеплювача сьогодні в майбутньому приведе до фінансових втрат власників - власників об'єкта нерухомості протягом самої тривалої - експлуатаційної фази життєвого циклу: при оплаті послуг теплоносіїв. Вартість теплоносія росте не тільки за рахунок інфляційної складової, впливає на платіжну спроможність національної грошової системи, але й за рахунок зношування, зменшення термічних опорів складових елементів зовнішньої стін, і в першу чергу утеплювача. У процесі експлуатації утеплювач сприймає багаторазові

цикли заморожування/відтавання в перехідні періоди від додатніх до негативних температур. В утеплювачі розташовується «точка роси» тобто виникає поява конденсату, який значно погіршує його експлуатаційні характеристики, збільшує витрату теплової енергії, для забезпечення розрахункових параметрів мікроклімату в опалювальних будинках.

6.1.3 Теплотехнічний розрахунки фрагмента огорожуючої конструкції зовнішньої стіни з урахуванням різних варіантів ефективних сучасних утеплювачів

При виконанні розрахунків необхідно виконати підвищення рівня теплозахисту зовнішньої стіни будинку із застосуванням фасадної системи із захисно-декоративним екраном на металевій підсистемі з повітряним зазором між утеплювачем і екраном (система вентильованого фасаду).

Визначення необхідного наведеного опору теплопередачі зовнішньої стіни й шуканої ( $x$ ) величини товщини утеплювача.

Район будівництва – Львівська область.

Розрахунки виконуємо згідно ДБН.

Утеплювач по технічних характеристиках приймаємо за ДСТУ.

Умови експлуатації Б - зона вологості нормальна, вологий режим приміщень нормальний.

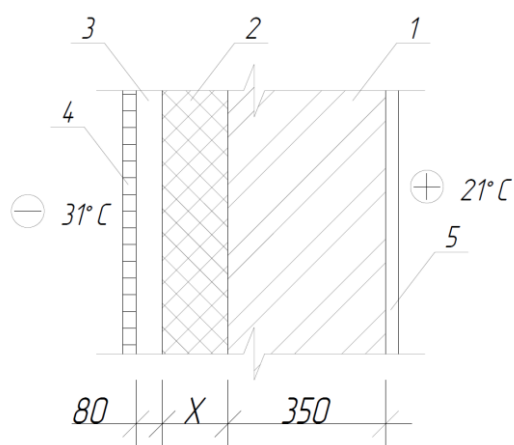


Рис. 6.1 Поперечний переріз стіни

1 - зовнішня стіна зі збірних керамзитобетонних панелей; 2 - шукана величина утеплювача ( $X$ ); 3 - повітряний вентильований зазор; 4 - захисний декоративний екран з керамогранітних плит; 5- внутрішній штукатурний шар - 20 мм.

$$ГДОП = (t_b - t_{on}) \cdot z_{on}$$

де  $ГДОП$  – градусо-доба опалювального періоду;  $t_b = +21^{\circ}\text{C}$  – розрахункова внутрішня температура;  $t_n = -24^{\circ}\text{C}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря;  $t_{on} = -2.8^{\circ}\text{C}$  – середня температура опалювального періоду;  $z_{on} = 194$  доби тривалість опалювального періоду.

$$ГДОП = [21 - (-2.8)] \cdot 194 = 5366 \text{ град.-діб}$$

Базові значення необхідного опору теплопередачі зовнішньої стіни

$$R_0^{ip} = \frac{3.5 - 2.8}{2000} \cdot 1366 + 2.8 = 3.28 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт}$$

Нормоване значення наведеного опору теплопередачі:

$$R_0^{norm} = R_0^{ip} \cdot m_p = 3.28 \cdot 1 = 3.28 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт}$$

де  $m_p = 1$  – коефіцієнт, що враховує особливості регіону будівництва.

При  $m = 0.63$ ,  $R_0^{norm} = 3.28 \cdot 0.63 = 2.066 \text{ (м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт}$

Згідно із поелементними вимогами, приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни повинне бути не менше нормованих значень.

Умовний опір теплопередачі однорідної частини фрагмента зовнішньої стіни:

$$R_0^{умов} = \frac{1}{a_n} + \sum R_{s_i} + \frac{1}{a_b}$$

де  $a_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни;  
 $a_b = 8.7 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}/\text{Вт}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні стіни;  $\sum R_{s_i}$  –  
сума термічних опорів однорідних шарів зовнішньої стіни.  $R_s = \frac{\delta_s}{a_b}$

де  $\delta_s$  – товщина шару;  $a_b$  – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності для умов експлуатації Б при розрахунковій вологості матеріалів  $W = 5\%$  (приймаються по ДБН.

$$R_0^{умов} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.35}{0.41} + \frac{X}{a_b} + \frac{0.02}{0.93} + \frac{1}{23} = 0.115 + 0.854 + \frac{X}{a_b} + 0.0215 + 0.043$$

$$R_0^{умов} = \frac{X}{a_b} + 1.0335$$

Введемо в розрахунок коефіцієнт теплотехнічної однорідності:

$$r = \frac{R_0^{np}}{R_0^{умов}}$$

Даний коефіцієнт враховує наявність теплопровідних включень у тілі стіни (кронштейни, розпірні болти для кріплення системи вентфасада) і характеризує ефективність утеплення конструкції.  $r = 0.7$

Розглянемо варіанти ефективного утеплення на основі сучасних ізоляційних матеріалів:

Виробник Knauf-insulation  $a_b = 0.039 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$  – на основі силікатного скловолокна й натурального екологічно безпечного з'єднувального «ECOSE»

Товщина утеплювача:

$$R_0^{умов} = \frac{R_0^{np}}{r} = \frac{x}{0.039} + 1.0335; \quad \frac{3.28}{0.7} = \frac{x}{0.039} + 1.0335;$$

$$X = \left( \frac{3.28}{0.7} - 1.0335 \right) \cdot 0.039 = 0.142 \text{ м}$$

Прийнято 140 мм.

Виробник IZOVAT  $a_b = 0.046 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

Товщина утеплювача:

$$\frac{3.28}{0.7} = \frac{x}{0.046} + 1.0335; X = \left( \frac{3.28}{0.7} - 1.0335 \right) \cdot 0.046 = 0.168$$

Прийнято 170 мм.

Висновок: За результатами розрахунків і проведеного порівняльного аналізу утеплювач по I варіанту має рядом переваг:

- ефективність утеплення із застосуванням скловолокнистих утеплювачів виробником Knauf підтверджується розрахунковим коефіцієнтом теплопровідності  $a_b = 0.039 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  який дозволяє прийняти меншу товщину утеплювача в порівнянні з II варіантом (базальтовою мінватою).

## 6.2 Методи підвищення енергоефективності будинків і споруд

До завдань, що вирішуються за допомогою зеленого будівництва, відносяться:

- зменшення негативного впливу на навколишнє середовище;
- скорочення споживання природних ресурсів у процесі експлуатації будинків;
- підвищення енергетичної ефективності будинків і споруд.

Згідно з європейською класифікацією енергоефективних будинків і споруд можна розділити на кілька типів, представлених у таблиці 6.1.



Таблиця 6.1 – Класифікація будинків і споруд за рівнем річного споживання енергії

Класифікація будинків	Річне споживання енергії, кВт·год/м <sup>2</sup>
Старий будинок	300
Новий будинок	150
Будинок низького енергоспоживання	60
Пасивний будинок	15
Будинок нульової енергії	0
Будинок плюсової енергії	Виробляє більше енергії, чим споживає

Відповідно до вимог Євросоюзу, з 2020 року в Європі буде дозволене будівництво тільки тих будинків і споруд, які відповідають вимогам енергоефективності не нижче пасивного будинку.

В Україні проектування й будівництво нових будинків і споруд, а також реконструкція існуючих, виконується на основі вимог ДБН і спрямований на зменшення витрат енергії на опалення й вентиляцію будинків і представляє свою класифікацію енергозберігаючих будинків і споруд, яка представлена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Класи енергозбереження житлових і громадських будинків залежно від величини відхилення розрахункового значення питомої характеристики витрати теплової енергії на опалення й вентиляцію будинку від нормованого

Позначення класу	Найменування класу	Величина відхилення розрахункового значення питомої характеристики витрати теплової енергії на опалення й вентиляцію будинку від нормованого, %
A++	Дуже високий	Нижче -60
A+		Від -50 до -60 включно
A		Від -40 до -50 включно
B+	Високий	Від -30 до -40 включно
B		Від -15 до -30 включно

C+	Нормальний	Від -5 до -15 включно
C		Від +5 до -5 включно
C-		Від +15 до +5 включно
D	Знижений	Від +15,1 до +50 включно
E	Низький	Більш +50

Згідно з вимогами не допускається проектування будинків із класом енергозбереження *D* і *E*. Однак більшість експлуатованих будинків і споруд були побудована по вимогах нормативних документів колишніх років і не відповідають більш «жорстким» вимогам діючого нормативу. Тому для підвищення класу енергозбереження необхідна реконструкція таких будинків.

В Україні на даний час практично відсутній такий напрямок, як «зелене будівництво». У першу чергу це пов'язане з більш суворим кліматом, що діє на території нашої країни, ніж у країнах Європи.

Для досягнення підвищеної енергетичної ефективності будинків і споруд і зниження споживаних енергоресурсів у системах життєзабезпечення будинків можливе використання наступних методів:

- аналіз і вдосконалювання архітектурно-будівельних вирішень;
- використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії;
- оптимізація систем забезпечення мікроклімату будинків і споруджень.

З метою економії енергії, що витрачається на системи опалення, вентиляції й кондиціонування, пріоритетним завданням є зниження теплоспоживання будинками й спорудами. Втрати теплоти в холодний період року, у першу чергу, пов'язані з архітектурно-будівельними характеристиками й теплозахисними властивостями огорожуючих конструкцій, будинків. Втрати теплоти в холодний період року, пов'язані з архітектурно-будівельними характеристиками будинки, можна суттєво знизити, так званими пасивними способами, а саме: правильною орієнтацій будинків з урахуванням рельєфу місцевості, сторін світла, напрямком вітрів, вибором форми будинку. Крім архітектурно-будівельних характеристик, важливу роль відіграють теплозахисні властивості огорожуючих конструкцій.

Використання сучасних матеріалів зовнішніх огорожуючих конструкцій, сучасних матеріалів утеплювачів зовнішніх стін, покриттів і перекриттів, дозволяє суттєво зменшити втрати теплоти будинків у холодний період року. Крім матеріалів суцільних огорожуючих конструкцій, немаловажну роль у запобіганні втрат теплоти відіграє склопрозорі конструкції, адже на них припадає значна частина втрат теплоти через зовнішні огорожуючі конструкції. Застосування склопакетів з різним числом камер і заповненням камер різними газами (повітрям, аргоном, криптоном) дозволяє суттєво зменшити термічний опір теплопередачі і зменшити втрати теплоти в холодний період року. Однак при цьому практично виключається поступлення зовнішнього повітря за рахунок інфільтрації.

Дана обставина приводить до необхідності використання систем приточної вентиляції для забезпечення життєдіяльності людей за рахунок подачі необхідної санітарної норми витрати зовнішнього повітря. План першого поверху школи інтернат представлений на рис. 6.2.

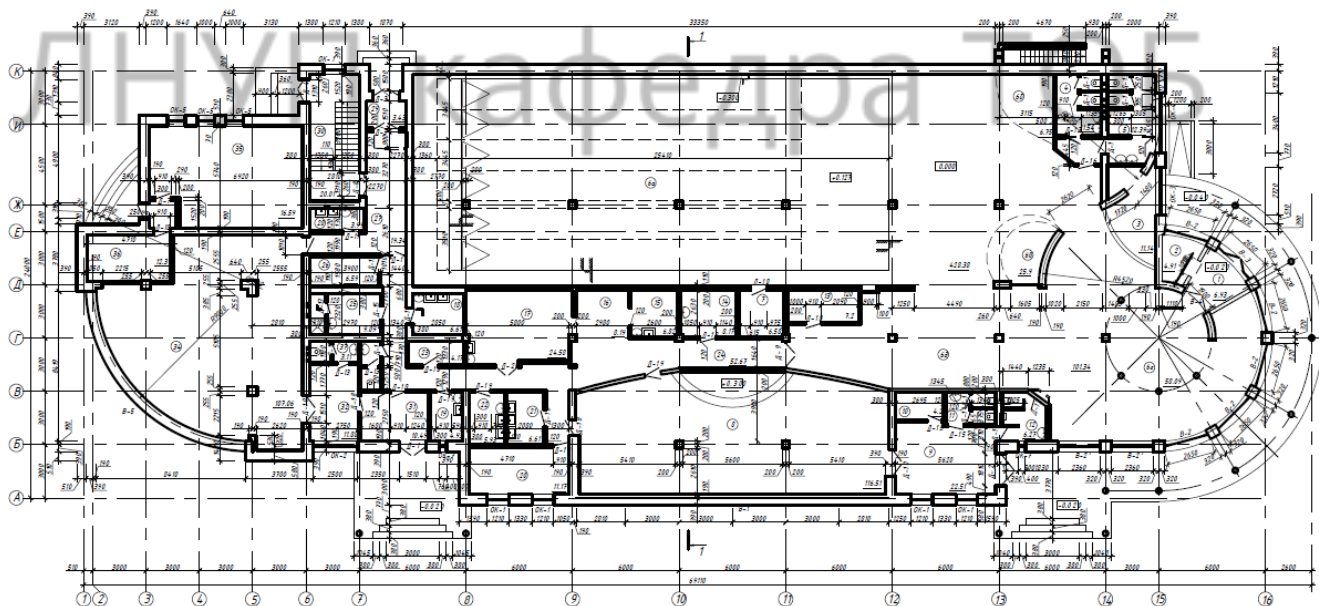


Рис. 6.2 План першого поверху будинку школи інтернат

Дані про кліматичні характеристики району будівництва представлені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Кліматичні характеристики району будівництва згідно ДСТУ

Найменування величини	Львівська обл.
Температура зовнішнього повітря в холодний період року, °С	– 19
Середня температура опалювального періоду, °С	0.4
Тривалість опалювального періоду, діб	179

Дані про кліматичні характеристики дозволяють визначити величину градусо-добу опалювального періоду згідно ДСТУ для Львівської області 3500 °С·діб або за формулою:

$$ГДОП = (t_b - t_{on}) \cdot z_{on} = (20 - (0.4)) \cdot 179 = 3508.4 \text{ °С} \cdot \text{діб}$$

де  $t_b$  – оптимальна температура внутрішнього повітря в опалювальних приміщеннях у холодний період року,  $t_b = 20 \text{ °С}$ ;  $t_{on}$  – середня температура опалювального періоду, °С;  $z_{on}$  – тривалість опалювального періоду, діб.

Базові значення необхідного термічного опору зовнішніх огорожуючих конструкцій, дитячих установ наведені в ДБН і представлені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Базові значення необхідного термічного опору зовнішніх огорожуючих конструкцій, дитячих установ

Найменування величини	Будинок типового школи інтернат
Термічний опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій, $(\text{м}^2 \cdot \text{°С})/\text{Вт}$	0,49
Термічний опір зовнішніх стін, $(\text{м}^2 \cdot \text{°С})/\text{Вт}$	3
Термічний опір перекриттів, $(\text{м}^2 \cdot \text{°С})/\text{Вт}$	4,47
Термічний опір покриттів підлоги першого поверху, $(\text{м}^2 \cdot \text{°С})/\text{Вт}$	4,47

ДБН висуває вимогу до теплозахисної оболонки будинків - «приведений опір теплопередачі окремих огорожуючих конструкцій, повинен бути не менше нормованих значень».

Порівнявши дані, представлені в таблицях, і конструктивні характеристики будівлі можна зробити висновок про недостатній термічний опір теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій, і невідповідності сучасним вимогам, діючим ДБН. Зменшення термічного опору теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій, приводить до збільшення питомої теплосахисної характеристики будинку  $K_{ob}$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) і як наслідок, до збільшення витрати енергоресурсів, необхідних на опалення будинку в холодний період року.

### 6.3 Оцінка техніко-економічної ефективності влаштування енергоефективних фасадних систем

Розглянемо обидві фасадні системи «мокру» і «суху» по способу влаштування більш докладно. Скріплена система «мокрый фасад», конструкція якої представлено на рис. 6.3.

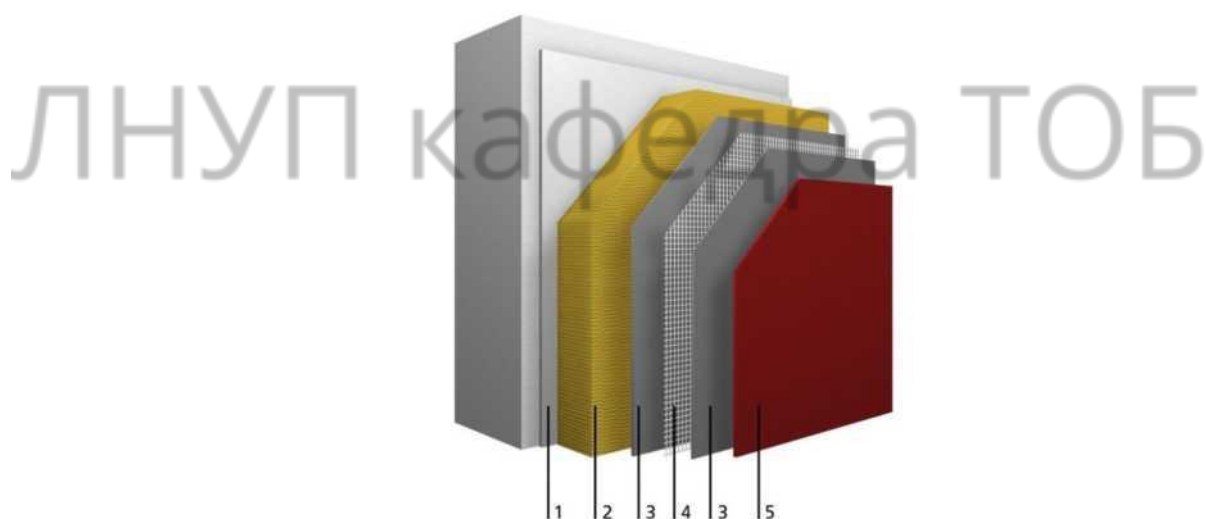


Рис. 6.3 Конструкція фасадної системи, що влаштовується «мокрим» способом  
1 - клейовий шар; 2 - мінеральний утеплювач; 3 - базовий і фінішний клейовий шар; 4 - армуюча сітка; 5 - декоративна штукатурка

В основу даного способу лягло закріплення утеплювача на стіні за допомогою клейового розчину й тарілчастих дюбелів, з наступним оштукатурюванням по армуючій склосітці, яка закріплюється клейовими шарами. Звідси й назва - мокрий фасад. Робота вимагає дотримання чіткого порядку

черговості в нанесенні шарів: ґрунтовка, клейова суміш, теплоізоляційні плити, додаткова проклеїтка, сіткове армування, оштукатурювання й фарбування.

У якості матеріалу утеплювача можуть бути використані мінераловатні плити високої щільності або пінополістирол.

Дана система має ряд переваг:

Простота монтажу;

Відносна дешевизна в порівнянні з «сухим» способом;

Утеплювач перебуває під шарами клею й штукатурки, що є його вогнезахистом;

Невелика маса конструкції, що дозволяє застосовувати технологію на будинках зі слабким фундаментом;

Високий ступінь декоративності й привабливості фасаду.

Недоліки «мокрого» способу:

Роботи з влаштування не можна виконувати при температурі нижче 5°C;

Проявляє погані експлуатаційні властивості в умовах підвищеної вологості й наявності опадів;

Сприйнятливий до осідання конструкцій будинку й сейсмічним впливам, тому що за даних умов порушується цілісність конструкції фасаду;

Перед влаштуванням такого фасаду, необхідно зробити підготовчі роботи з ремонту стін.

Виходячи з перерахованих вище переваг і недоліків, напрошується висновок, що дана технологія дозволяє створити якісну теплоізоляцію за умови мінімальних фінансових вкладень.

Вентильована система «сухий фасад» - це система начіпного вентильованого фасаду, його конструкція представлено на рис. 6.4.

Суть даного способу влаштування фасаду закладена в його назві - на стіни навішується каркас, а на каркас навішуються декоративні панелі, під каркасом і панелями влаштовується шар утеплювача, так само як і в попередньому способі, кріплення утеплювача проводиться за допомогою тарілчастих дюбелів. Між панелями й утеплювачем улаштовується повітряний зазор для вентиляції

утеплювача, щоб вилучити пари вологи з нього. У якості матеріалу утеплювача, як правило, використовуються мінераловатні плити.

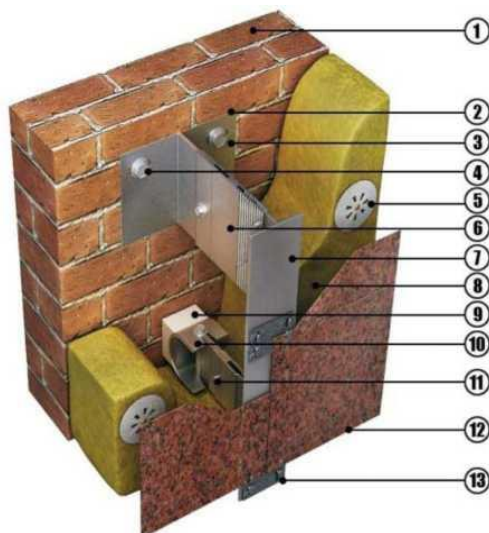


Рис. 6.4 Конструкція начіпного вентиляваного фасаду

1 - несуча підстава (цегельна стіна); 2 - термопрокладка; 3 - кронштейн несучий; 4 - анкерний дюбель; 5 - дюбель із тарілчастою голівкою; 6 - подовжувач кронштейна; 7 - вертикальна напрямна; 8 - мінераловатна плита; 9 - опора; 10 - кронштейн опорний; 11 - качана; 12 - керамогранітна плита; 13 - кляммер з нержавіючої сталі

Влаштування в начіпних вентиляваних фасадах виконують із керамогранітних плит; композитних панелей; вінілового сайдинга; фіброцементних плит; склопанелей; металевого листа й інших матеріалів.

Конструкція підсистеми може кріпитися як на несучу, так і на самонесучу стіну, виконану з різних матеріалів (бетон, цегла). Застосовують вентилявані фасади не тільки в новому будівництві, але й при реконструкції старих будинків.

Використання начіпних конструкцій дозволяє, з одного боку, виконати обробку фасаду сучасними оздоблювальними матеріалами, а з іншого - поліпшити теплозахисні показники огорожуючих конструкцій, і захистити її від шкідливих атмосферних впливів.

У вентиляваному фасаді окремі шари конструкції розташовуються в такий спосіб (від внутрішньої поверхні до зовнішньої): огорожуюча конструкція (стіна), теплоізоляція, повітряний прошарок, захисний екран. Така схема є оптимальною,

тому що шари різних матеріалів до повітряного прошарку розташовуються в міру зменшення коефіцієнтів теплопровідності й збільшення коефіцієнтів паропроникності. Наявність вентилязованого повітряного прошарку здатне суттєво поліпшити вологістний стан шару теплоізоляції, що є перевагою розглянутої конструкції в порівнянні з іншими.

Спільне застосування начіпного фасаду й теплоізоляційного шару істотно підвищують звукоізоляційні характеристики огорожуючої конструкції оскільки фасадні панелі й теплоізоляція мають звуковбирні властивості в широкому діапазоні частот (наприклад, звукоізоляція стіни з легкого бетону підвищується в 2 рази при влаштуванні начіпного фасаду із застосуванням оздоблювальних панелей).

Наявність повітряного прошарку у вентилязованому фасаді принципово відрізняє його від інших типів фасадів, тому що в навколишнє середовище вільно віддаляється внутрішня волога.

Переваги цього способу влаштування фасадів наступні:

Можливість сховати дефекти огорожуючої конструкції і порушену геометрію будинку; Можливість виконання робіт при відємних температурах; Можливість застосування в будь-яких кліматичних і сейсмічних умовах; Широкі можливості по використанню сучасних фасадних оздоблювальних матеріалів.

Недоліки начіпних фасадних систем: Відносна вартість та велика вага;

Необхідність влаштування протипожежних заходів, у випадку виникнення пожежі під лицювальною панеллю, що супроводжується виділенням токсичних газів. Утеплювач під вентиляований фасад повинен відноситися до групи горючості Г1, тобто не підтримувати горіння або взагалі бути негорючим НГ.

Фасадна система з використанням монолітного пінобетону розглядається як альтернативний варіант влаштування фасадної системи, яка поєднує в собі переваги двох попередніх систем, і при цьому не має недоліків властивих їм. Основні вимоги до цих конструкцій дуже прості - міцність, надійність, довговічність, екологічність, невисока вартість і високі теплоізолюючі показники. У якості альтернативи пропонується використовувати монолітний пінобетон. Він



має всі перераховані вище переваги, і відноситься до матеріалів, вироблених безпосередньо на будівельному майданчику.

При зведенні будинків з використанням монолітного пінобетону як незнімної опалубки використовують різні матеріали, такі як цегла (рис. 6.5), цементно-стружкові плити, гіпсокартонні листи, що прикріплюються до каркаса з легких металевих конструкцій або дерева, профільовані сталеві листи. Застосування опалубки з металевого профільованого листа, дозволяє одержати вогнестійку й естетичну конструкцію фасадної системи.



Рис. 6.5 Конструкція фасаду з використанням монолітного пінобетону

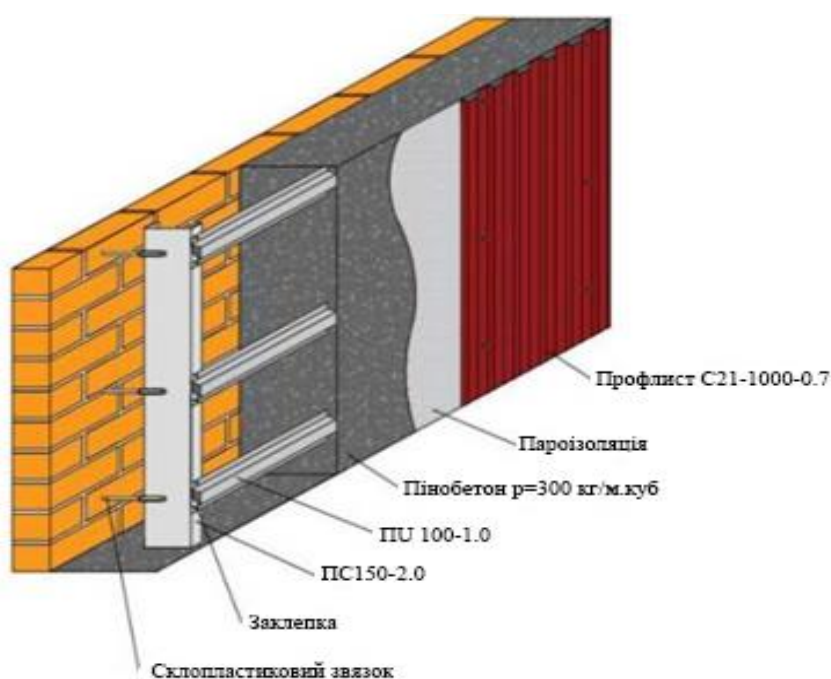


Рис. 6.6 Фасадна система з пінобетону й металевого профільованого аркуша  
Переваги фасадної системи із монолітного пінобетону

Простота монтажу;

Можливість сховати дефекти огорожуючих конструкцій, з порушеною геометрією будинку;

Високий рівень пожежостійкості;

Стійкість до кліматичних впливів;

Стійкість до сейсмічних навантажень;

Утеплювач є монолітною конструкцією без порушень;

Низькі показники теплопровідності, що дозволяють зводити будівлі без застосування додаткових елементів зовнішньої теплоізоляції;

Порівняно невелика вага.

Невисока щільність, що створює невеликі навантаження на елементи будинку;

Не потрібне застосування великовантажних кранів або вантажопідійомних механізмів;

Можливість переробки й повторного застосування металоконструкцій у майбутньому;

Досить широкий сортамент профілів дає можливість підібрати необхідний тип і розмір перерізу для конкретної конструкції;

Завдяки оцинкуванню термін служби сталевих тонкостінних конструкцій становить не менш 100 років;

Екологічність, тому що матеріал повністю хімічно нейтральний;

Стійкість до процесів гниття;

Невисокий рівень водопоглинення (у пінобетону закрита пориста структура, у порівнянні з газобетоном), отже, пінобетон має стійкість до змінного заморожування або відтавання, тобто має високий ступінь морозостійкості;

Повітропроникність;

Високі показники звуко- і шумоізоляції;

Доступні ціни.

Недоліки фасадної системи із застосуванням пінобетону як утеплювача - роботи з влаштування не можна виконувати при від'ємних температурах, або необхідний обігрів конструкції.

Монолітний пінобетон виконує роль утеплювача. Його можна виготовляти прямо на будівельному майданчику. До складу входять цемент, пісок, вода й піноконцентрат.

Критеріями вибору є мінімальна питома вартість фрагмента фасадної системи, застосування екологічно чистих матеріалів, високі експлуатаційні й споживчі якості рис. 6.7.



Рис. 6.7 Конструкція фасадної системи із профільованого листа, закріпленого на цегельній кладці, із заливанням простору між ними монолітним пінобетоном

Товщину шару пінобетону для конкретних умов можна одержати із простого теплотехнічного розрахунку. Кріплення фасадної системи з пінобетону й металевого профільованого аркуша, проводиться на цегельній кладці товщиною 250 мм. Обпирання зовнішніх стійок каркаса здійснюється на армоване вимощення, під яким необхідно зробити утеплення основи плитним утеплювачем для запобігання негативних наслідків від спучування ґрунтів.

Аналіз техніко-економічного обґрунтування проводився га трьох варіантах влаштування фасаду:

Вентильована «суха» фасадна теплоізоляція з оздобленням керамогранітними плитами;

Скріплена «мокра» фасадна теплоізоляція з обробкою тонкошаровою декоративною штукатуркою;

Фасадна система з легких сталевих тонкостінних конструкцій і монолітного пінобетону закріпленого на цегельній стіні.

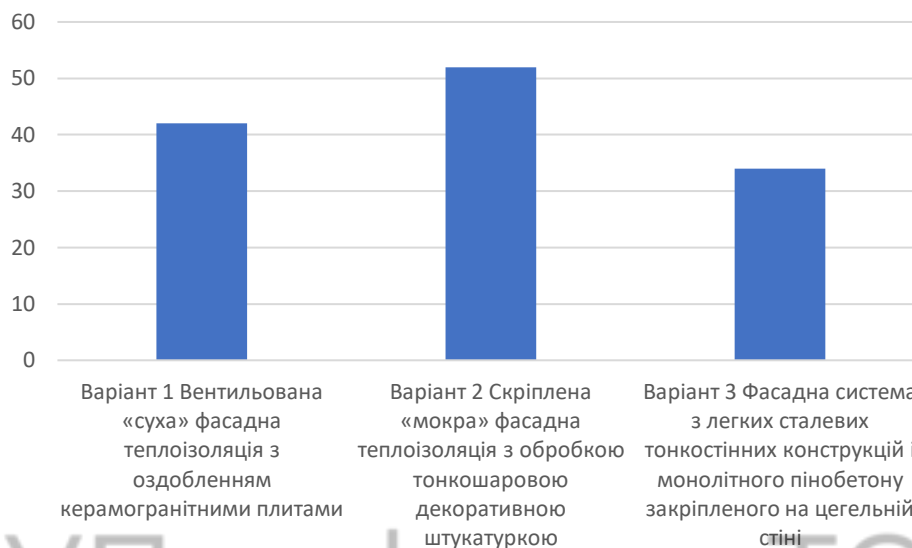


Рис. 6.8 Тривалість робіт з обладнання різних варіантів фасадних систем, дні

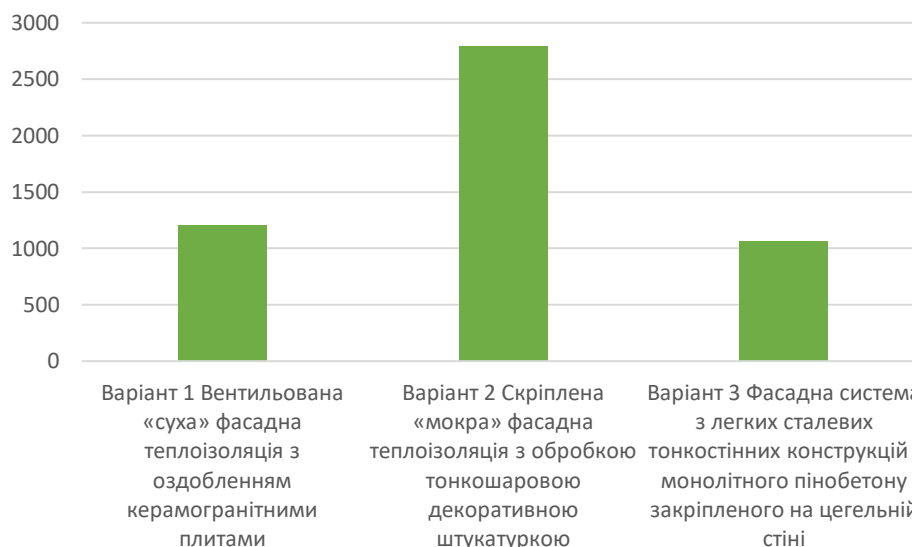


Рис. 6.9 Трудомісткість влаштування різних варіантів фасадних систем, люд.-год

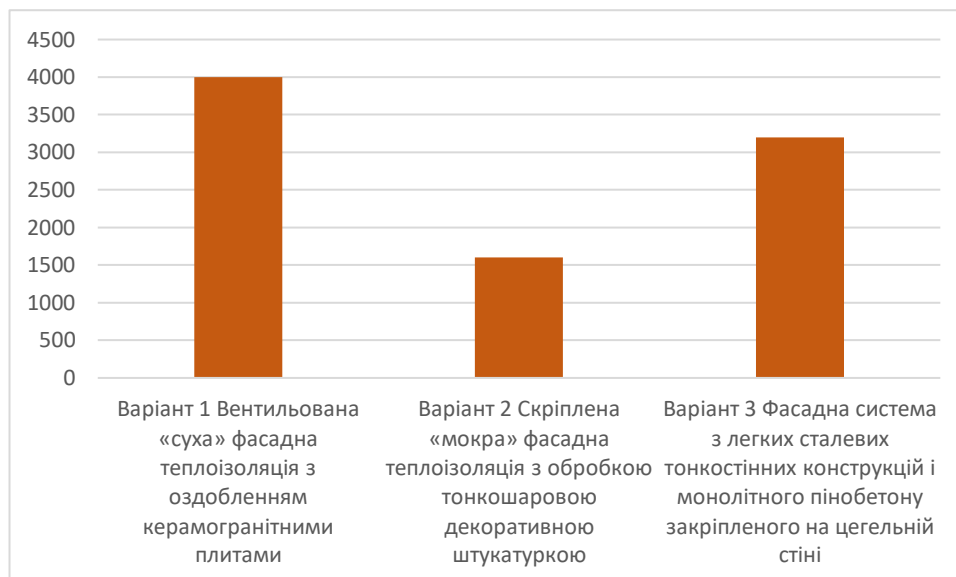


Рис. 6.10. Кошторисна вартість влаштування різних варіантів фасадних систем, грн

Для того щоб вибрати найбільш доцільний варіант влаштування фасаду, необхідно попередньо оцінити залежність витрат ресурсів на таке виконання від об'єктивно діючих факторів, які на ці витрати впливають. Щоб установити такі кількісні взаємозалежності, необхідно виконати відповідні розрахунки й провести аналіз.

Незважаючи на те, що фасадна система з монолітного пінобетону й легких сталевих тонкостінних конструкцій виявилася трохи дорожче в порівнянні зі скріпленою системою, але значно дешевша, чим вентильована система, фасадна система з монолітного пінобетону більш вигідна по трудомісткості виконання робіт, тривалості робіт, а також більш вигідна до застосування, тому що має ряд вагомих переваг.

## ВИСНОВКИ

Аналіз етапів життєвого циклу будинку дозволяє визначити його енергетичні взаємозв'язки у відтворювальному процесі й конкретизувати архітектурно-будівельне вирішення в області енергозбереження у відповідності зі специфікою кожного етапу.

Експлуатаційна фаза життєвого циклу об'єктів нерухомості найбільш тривала, тому сумарні витрати енергії на енергопостачання й зміст експлуатованих будинків у належному стані в кілька раз перевершують одноразові енергетичні витрати на їхнє будівництво. При цьому слід розуміти, що прагнення до негайної швидкої економії на матеріалі утеплювача на стадії будівництва сьогодні в майбутньому приведе до фінансових втрат власників об'єкта нерухомості в експлуатації: при оплаті, капітального ремонту.

У результаті аналізу застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів і проведених розрахунків можна зробити висновок про необхідність застосування коефіцієнта врахування особливостей регіону будівництва. Розрахунки двох варіантів сучасних утеплювачів - на основі силікатного скловолна й натурального, екологічно безпечного утеплювача основі базальтових волокон - показав, що застосування першого варіанта найбільше ефективне.

Проведений аналіз трьох різних систем вентильованого фасаду, мокрого фасаду, фасаду з монолітного пінобетону (менш поширеного) показав, що перевагу в застосуванні мають традиційні варіанти. Дорогі вентильовані фасади виконують роль архітектурної привабливості будівлі, будівлі які виступають архітектурними домінантами.

Системи з мокрого фасаду вважаються бюджетними які широко використовуються через їх ціну, хоча мають ряд недоліків.

Альтернативні фасадні системи потребують великого доопрацювання в науковому пошуку. Фірми що виконують фасадні системи не хочуть переналаштуватись на виконання інших технологій ніж ті що широко використовуються мокрий фасад і вентильований фасад

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПОСИК**

ЛНУП кафедра ТОб

ЛНУП кафедра ТОб



ЛНУП кафедра ТОб

ЛНУП кафедра ТОб

ЛНУП кафедра ТОб