

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))  
Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду

08-11.МКР.011

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-21мз спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кобилюх А.Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(науковий ступінь, посада)

Христич О.В.

(прізвище та ініціали)

« 16 » з травня 2023 р.

Опонент: к.т.н. доцент каф ТЕ

(науковий ступінь, посада)

Степанова Н.Л.

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри БМГА  
В. В. Швець

(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

Вінниця ВНТУ - 2023 рік

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури  
Світньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)  
Світня програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА  
Швець В.В.

2023 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Кобиллоха Андрія Євгеновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації  
об'єктів житлового фонду

Рівень роботи Христин О.В., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "20" березня 2023 року № 68

Строк подання магістрантом роботи 20.06.2023 р.

Вихідні дані до роботи Інженерно-геологічні умови. Фрагмент ситуаційного  
плану. Нормативна література.

Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ  
Актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична  
значимість).

розділ 1. Аналітичні дослідження і обґрунтування доцільності застосування інженерно-  
технічних рішень з проектування елементів огорожувальних конструкцій під час  
виконання робіт з термомодернізації житлового фонду

розділ 2. Дослідження теплового аналізу. Зовнішні стіни з системами вентиляваного  
осаду

розділ 3. Комплексне дослідження впливу термомостів на систему вентиляваного  
осаду та оптимізація системи за допомогою термічного аналізу існуючих матеріалів.

розділ 4. Технічна частина (архітектурно-будівельні рішення, технологічна карта).







розділ 5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

розділ 6. Економічна частина (техніко-економічне порівняння 3-х варіантів конструкцій  
зовнішніх стін).

Висновки.

- Перелік графічних матеріалів:
1. Науково-дослідна частина (розділи 1-3) – 9 арк. (Плакати з результатами науково-дослідної роботи)
  2. Архітектурно-будівельні рішення – 5 арк. (План підвалу; план першого поверху; план покрівлі; фасад в осях 1-13; фасад в осях В-А; розріз 1-1, вузли)
  3. Технологія будівельного виробництва – 1 арк. (Технологічна карта влаштування вентилязованого фасаду);


6. Консультанти розділів роботи

| Розділ  | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |  |
|---|---|--|--|
|   |   | завдання видав   | виконав/прийняв  |
| Розділ 1-3  | Христич О.В. доц., к.т.н.                 |   |   |
| Технічний розділ                                  | Христич О.В., доц., к.т.н.                |  |  |
| Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях | Кобилянська І. М., доц., к.пед.н.         |   |   |
| Економічна частина                                | Лялюк О. Г. доц., к.т.н.                  |  |  |


7. Дата видачі завдання 30.03.2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1     | Складання технічного завдання та вступу до МКР    | 31.01-06.02.23                |          |
| 2     | Науково-дослідна частина                          | 07.02-11.03.23                |          |
| 3     | Архітектурно-будівельні рішення                   | 12.03-27.03.23                |          |
| 4     | Технічна частина                                  | 28.03-30.04.23                |          |
| 5     | Економічна частина                                | 01.05-15.05.23                |          |
| 6     | Охорона праці та цивільний захист                 | 16.05-30.05.23                |          |
| 7     | Оформлення МКР                                    | 20.05-31.05.23                |          |
| 8     | Подання МКР на кафедру для перевірки              | 01.06-05.06.23                |          |
| 9     | Попередній захист                                 | 01.06-07.06.23                |          |
| 10    | Рецензування                                      | 06.06-12.06.23                |          |

Магістрант 

Кобилюх А.Є.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи 

Христич О.В.  
(прізвище та ініціали)

## Анотація

УДК: 620.92:697.92

Кобилух А. Є. Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – Промислове та цивільне будівництво. Вінниця: ВНТУ, 2023. 107 с.

Укр. Мовою. Бібліогр.: 22 назви; рис. 23; табл. 13.

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду» складається з шести розділів пояснювальної записки, а також представлена на 15 аркушах графічної частини.

В науковій частині представлено результати комплексних аналітичних досліджень науково-технічні рішень з проектування ефективних елементів багатошарових огорожувальних конструкцій житлових будівель. Проведено оглядові дослідження наявних інженерно-технічних рішень з розробки варіантів огорожувальних конструкцій будівель. Представлено результати обґрунтування доцільності використання в будівельній практиці ресурсозберігаючої технології термомодернізації об'єктів житлового фонду.

Науковий напрямок роботи полягає у дослідженні варіантів комплексного застосування сучасних високоефективних теплоізоляційних матеріалів у складі багатошарових огорожувальних конструкцій будівель. Виявлено ключові фактори, що впливають на основні характеристики запропонованого елемента огорожувальної конструкції. Виконано комплексні розрахунки якісних і кількісних параметрів характеристик теплоізоляційного покриття для запропонованих варіантів огорожувальних конструкцій. У відповідності з регламентованими методиками виконано комплексні перевірки достовірності регламентованих експлуатаційних параметрів наведеними в ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

В розділі охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях розроблені інженерно-технічні рішення з безпечного виконання роботи й технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.

В економічній частині виконано порівняння варіантів огорожувальних конструкцій запропонованих ресурсозберігаючих науково-технічних рішень.

Ключові слова: огорожувальні конструкції, термомодернізація, житлові будівлі, вентильований фасад, огорожувальні конструкції, енергоефективність.

## Abstract

Kobylyukh A. E. Resource-saving technology in measures for thermal modernization of housing stock. Master's thesis on specialty 192 - Construction and civil engineering, educational program - Industrial and civil construction. Vinnytsia: VNTU, 2023. 107 p.

Ukraine by language Bibliography: 22 titles; Fig. 23; table 13.

The master's qualification work on the topic "Resource-saving technology in measures for thermal modernization of housing stock" consists of six sections of the explanatory note, and is also presented on 15 sheets of the graphic part.

The scientific part presents the results of complex analytical studies of scientific and technical solutions for the design of effective elements of multi-layer enclosing structures of residential buildings. Survey studies of existing engineering and technical solutions for the development of options for enclosing structures of buildings were conducted. The results of the substantiation of the feasibility of using resource-saving technology of thermal modernization of housing stock in construction practice are presented.

The scientific direction of the work consists in the research of options for the complex application of modern highly efficient heat-insulating materials as part of multi-layered enclosing structures of buildings. The key factors affecting the main characteristics of the proposed element of the fencing structure were identified. Comprehensive calculations of qualitative and quantitative parameters of the characteristics of the heat-insulating coating for the proposed variants of the enclosing structures were performed. In accordance with the regulated methods, complex checks of the reliability of the regulated operating parameters specified in DBN V.2.6-31:2021 "Thermal insulation and energy efficiency of buildings" were performed.

In the section of labor protection and safety in emergency situations, engineering and technical solutions for safe performance of work and technical solutions for occupational hygiene and industrial sanitation have been developed.

In the economic part, a comparison of options for fencing structures of the proposed resource-saving scientific and technical solutions was performed.

Keywords: enclosing structures, thermal modernization, residential buildings, ventilated facade, enclosing structures, energy efficiency.

## ЗМІСТ

|  | стор. |
|--|-------|
| ВСТУП.....   | 8     |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ І ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБІТ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ..... | 13    |
| 1.1 Аналіз стану.....  | 13    |
| 1.2 Інженерні підходи при виконанні заходів енергозбереження житлового фонду.....  | 17    |
| 1.2.1 Вибір теплоізоляційного матеріалу.....   | 17    |
| 1.2.2 Основні технології, які ефективно використовуються при термомодернізації.....  | 21    |
| 1.3 Системи вентильованого фасаду для теплоізоляції стін.....  | 26    |
| 1.3.1 Історія розвитку.....  | 26    |
| 1.3.2 Основні матеріали та конструкційні схеми для монтажу систем із вентильованими фасадами.....  | 27    |
| 1.3.3 Навісний вентильований фасад технологія влаштування.....   | 29    |
| 1.4 Висновки до розділу 1.....   | 33    |
| РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО АНАЛІЗУ. ЗОВНІШНІ СТІНИ З СИСТЕМАМИ ВЕНТИЛЬОВАНОГО ФАСАДУ.....   | 34    |
| 2.1 Метод аналізу системи навісного вентильованого фасаду за допомогою комплексу ANSYS Workbench.....  | 34    |
| 2.2 Методика обчислення опору теплопередачі конструкції зовнішніх стін будівлі з урахуванням фасадної теплоізоляції з вентильованим повітряним прошарком.....  | 37    |
| 2.3 Висновки до розділу 2.....   | 39    |
| РОЗДІЛ 3. КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМОМОСТІВ НА СИСТЕМУ ВЕНТИЛЬОВАНОГО ФАСАДУ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРМІЧНОГО АНАЛІЗУ ІСНУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ.....   | 40    |
| 3.1 Дослідження того, як термомостів впливають на систему навісного вентильованого фасаду.....   | 40    |
| 3.1.1 Основні вимоги та умови дослідження.....   | 40    |
| 3.1.2 Дослідження впливу термомостів в залежності від висоти кріпильних кронштейнів та наявності терморозривної подушки....  | 49    |
| 3.1.3 Дослідження впливу термомостів на теплопровідність системи вентильованого фасаду з урахуванням конструктивних особливостей кріпильних кронштейнів та їх матеріалів.....  | 57    |
| 3.2 Висновки за розділом 3.....  | 62    |
| Висновки за розділом 3.....  | 64    |
| РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....  | 64    |
| 4.1 Архітектурно-будівельні рішення.....   | 64    |
| 4.1.1 Результати обстеження.....   | 64    |
| 4.1.2 Розрахунки теплової ізоляції.....  | 65    |

|   |            |
|---|------------|
| 4.2 Технологічна карта на влаштування вентиляованого фасаду.....  | 69         |
| 4.2.1 Галузь застосування.....  | 69         |
| 4.2.2 Загальні положення.....   | 70         |
| 4.2.3 Організація і технологія виконання робіт.....   | 71         |
| 4.2.4 Монтаж кронштейнів.....   | 74         |
| 4.2.5 Монтаж протипожежних екранів.....   | 79         |
| 4.2.6 Монтаж утеплювача.....  | 79         |
| 4.2.7 Вимога до якості і приймання робіт.....   | 82         |
| 4.3 Висновки до розділу 4.....  | 84         |
| Висновки до розділу 4.....  | 96         |
| <b>РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>   | <b>85</b>  |
| 5.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи.....   | 86         |
| 5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць.....  | 86         |
| 5.1.2 Електробезпека.....   | 88         |
| 5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....   | 89         |
| 5.2.1 Мікроклімат.....  | 89         |
| 5.2.2. Склад повітря робочої зони.....  | 90         |
| 5.2.3 Виробниче освітлення.....   | 91         |
| 5.2.4 Виробничий шум.....   | 91         |
| 5.2.5 Виробничі вібрації.....   | 92         |
| 5.2.6 Психофізіологічні фактори.....  | 93         |
| 5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....   | 94         |
| 5.3.1 Радіаційний захист.....   | 94         |
| 5.3.2 Розрахунок коефіцієнту протирадіаційного захисту приміщення першого поверху дев'ятиповерхової житлової будівлі..... | 95         |
| 5.4 Висновки до розділу 5.....  | 99         |
| <b>РОЗДІЛ 6. РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>  | <b>100</b> |
| 6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів утеплення.....  | 100        |
| 6.2 Висновки до розділу 6.....  | 102        |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>  | <b>104</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>  | <b>105</b> |
| Додаток А. Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи...   | 108        |
| Додаток Б. Локальні кошториси.....  | 109        |
| Додаток В. Відомість аркушів графічної частини.....   | 128        |

## ВСТУП

Зовнішні огорожувальні конструкції, як конструктивний елемент будівлі, окрім регламентованих проектними рішеннями фізико-механічних експлуатаційних характеристик, повинні регулювати і забезпечувати нормовані параметри мікроклімату всередині приміщень. Таким чином, зовнішні стіни, покриття та перекриття перших поверхів окрім виконання просторових функцій поділу зовнішнього і внутрішнього середовищ повинні забезпечувати необхідні показники теплопровідності, повітропроникності, вологостійкості і теплоємності конструкції.

Фізичні механізми температурних і вологісних міграцій в структурі матеріалу огорожувальної конструкції існують у тісній взаємодії з різними фізико-кліматичними параметрами зовнішнього середовища і реалізуються в залежності від наявності у складі багат шарових конструкцій зовнішніх стін матеріалів з високою теплостійкістю, яким властива наявність допустимих амплітуд коливання температур при добових і сезонних перепадах. При цьому також повинно забезпечуватись збереження нормального вологісного режиму з допустимими показниками повітропроникності.

Досвід проектування багат шарових теплоефективних елементів зовнішніх огорожувальних конструкцій і будівництва будинків з використанням новітніх проектних рішень показує, що в сучасних умовах зовнішні стіни або покриття – це складана поліфункціональна система, яка включає матеріали з високими фізико механічними характеристиками і матеріали з високими теплоізоляційними характеристиками. Самі по собі відокремлено такі стінові матеріали не можуть використовуватись як елемент огорожувальної конструкції, а тому існує потреба в синтезі таких складників при спорудженні таких багат функціональних конструкційно-теплоізоляційних композиційних систем.

В період імплементації Вітчизняного нормативно-будівельного законодавства до нормативної бази країн Євросоюзу в Україні відбувається постійна трансформація вимог до кількісних і якісних параметрів елементів огорожувальних конструкцій будівель. Приймаючи до уваги, так звана «стихійна тепло модернізація» відбувалась по мірі появи на ринку теплоізоляційних виробів і



супутніх матеріалів для виготовлення захисних покриттів, увага проектувальників приділялась наявним нормованим вимогам до параметрів огорожувальних конструкцій. Тобто величина термічного опору зовнішніх стін змінювалась з 2006 року від  $2.8 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$  (ДБН В.2.6-31:2006) до теперішніх  $4,0 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$  (ДБН В.2.6-31:2021). Таким чином Переважна більшість об'єктів збудованих або термомодернізованих до 2021 року знову ж таки потребує покращення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій.

Постає очевидним питання розробки раціональних науково-технічних рішень для тепло модернізації захисних оздоблювальних покриттів з метою отримання належних теплотехнічних параметрів елементів будівель. Питання зменшення показників експлуатаційних тепловтрат особливо гостро постає для об'єктів житлового будівництва у зв'язку з агресією російської федерації до України, наслідком якої є великомасштабні руйнування інфраструктури населених пунктів, зокрема об'єктів енергозабезпечення.

Серед варіантів можливого прийняття інженерно-технічних рішень очевидним є той факт, що через зростання вимог до теплового захисту будівель і споруд виготовлення конструкцій з використанням традиційних видів теплоізоляції (мінеральна вата, екструдований пінополістирол і інші) при великій товщині шару утеплювача буде малоефективним. Раціональне рішення можливо отримати шляхом створення і впровадження нових більш доступних і достатньо ефективних способів утеплення будівель.

Одним з перспективних варіантів створення технологічних рішень з тепло модернізації огорожувальних покриттів будівель, які вже експлуатуються є влаштування додаткового теплозахисного покриття з влаштуванням конструкцій вентиляованого фасаду.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена дослідженням і розробці ефективних заходів з тепло модернізації багат шарових конструкцій фасадів будівель які за своїми термофізичними характеристиками не відповідають сучасним нормативним вимогам.

Актуальність теми.

Оптимізація споживання енергетичних ресурсів при умові забезпечення належного комфорту всередині приміщень передбачає широкий комплекс

інженерно-технічних заходів з метою термомодернізації існуючих будівель. Такі комплексні вирішення сучасних життєво необхідних потреб людства також передбачають влаштування або оновлення конструктивних вирішень з влаштування зовнішньої термоізолюючої оболонки об'єкту нерухомості. Наряду зі скороченням витрат на енергоспоживання будівлі, заходи з енергозбереження сприяють підвищенню національної енергетичної безпеки для держави і зменшують обсяги забруднення навколишнього середовища. Таким чином актуальність обраного напрямку досліджень полягає у потребах нових ефективних технологій у заходах тепломодернізації існуючих житлових будівель, зовнішню оздоблення яких не відповідає вимогам теплотехнічних характеристик відповідно до діючих будівельних норм.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана в рамках напрямків наукових досліджень кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури ВНТУ, спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Мета и задачі дослідження.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розробка комплексу ефективних заходів у складі ресурсозберігаючої технології термомодернізації огорожувальних конструкцій існуючих житлових будівель.

У відповідності з поставленою метою необхідно було вирішити наступні задачі:

- провести комплексний аналіз існуючих інженерно-технічних рішень в технологіях проектування і будівництва огорожувальних конструкцій будівель;
- обґрунтувати варіанти влаштування ефективних багатошарових огорожувальних конструкцій будівель і дослідити теплофізичні властивості елементів багатошарового покриття з метою підвищення енергоефективності будівель;
- провести розрахунки теплофізичних характеристик запропонованого варіанту багатошарової огорожувальної конструкції і виконати графічну інтерпретацію динаміки зміни кількісних параметрів теплових і паро-водяних потоків у товщині конструкції;
- виконати роботи з проектування архітектурно-будівельних,

конструкторських та технологічних рішень з тепло модернізації огорожувальних конструкцій експлуатованої житлової будівлі;

- запроектувати і розрахувати технологічні параметри будівельних процесів для об'єкту будівництва;

- виконати розрахунки економічних показників ефективності використання запропонованих автором технологічних рішень в будівельній практиці.

- розробити заходи з охорони праці та оцінки впливів надзвичайних ситуацій при будівництві та подальшій експлуатації громадської будівлі.

*Об'єкт дослідження.*

Об'єктом даного дослідження є елементи багат шарових огорожувальних конструкцій існуючих житлових будівель.

*Предмет дослідження.*

Предметом дослідження є обґрунтування варіантів технологічних рішень і дослідження теплотехнічних параметрів зовнішніх огорожувальних конструкцій житлової будівлі.

*Наукова новизна.*

- встановлено раціональний варіант технологічних рішень покращення теплотехнічних характеристик експлуатованих будівель з використанням інноваційних теплоізоляційних матеріалів;

- обґрунтовано метод технічних рішень і розроблено ефективний варіант тепло модернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій стін житлової будівлі.

*Практичне значення результатів роботи.*

Запропоновані в магістерській кваліфікаційній роботі варіанти ресурсозберігаючих рішень для улаштування енергоефективних огорожувальних конструкцій експлуатованих будівель можуть бути використані для вибору при проектуванні заходів з термомодернізації громадських та житлових будівель відповідно сучасним нормативним вимогам щодо енергозбереження.

*Апробація та публікації.*

За тематикою досліджень магістерської кваліфікаційної роботи підготовлено наукові публікації і зроблені доповіді:

- на тему «Сучасні ефективні технології влаштування огорожувальних

конструкції при будівництві громадської будівлі» на ЛІ Науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2023). [Електронний ресурс]. Режим доступу:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/18510>.

Структура та обсяг роботи.

Робота складається із вступу, шістьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури та додатків. Графічна частина представлена на 15 аркушах формату А1.

**РОЗДІЛ 1.**  
**АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ І ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ**  
**ЗАСТОСУВАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З**  
**ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**  
**ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБІТ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВОГО**  
**ФОНДУ**

1.1 Аналіз стану

Енергоефективність, або енергозбереження є основним інструментом пом'якшення кліматичної кризи. Недаремно 40% виробленої в Європі енергії споживається будівлями, з яких 60% йде на опалення будинків.

Таким чином, оптимізація споживання енергії шляхом забезпечення належного комфорту та зменшення впливу на навколишнє середовище має важливе значення.

Енергозбереження в будівлях – це зменшення енергоспоживання будівлі без зниження теплового комфорту. Це зазвичай призводить до кращої якості повітря в приміщенні та продуктивності мешканців. Заходи з енергозбереження не завжди дають миттєвий фінансовий стимул; однак вони підвищують національну енергетичну безпеку, зменшують забруднення навколишнього середовища, зменшують залежність від викопного палива тощо.

Перш ніж рекомендувати будь-який захід енергозбереження, необхідно отримати розуміння поточної моделі споживання енергії та тарифів на комунальні послуги. Результати аналізу даних, описані раніше, повинні забезпечити розуміння, після чого можна запропонувати заходи з енергозбереження. Деякі з загальних заходів з енергозбереження в будівлях можна згрупувати за огороженнями, електроприладами, системами опалення, вентиляції та кондиціонування, контролем управління енергією, контролем поведінки та новими технологіями.

За статистичними даними, крізь стіни та дахи втрачається до 50% тепла. Рациональне використання теплоізоляційних матеріалів в будівництві дасть змогу зберегти тепло та зменшити витрати на опалення на 50-70%.

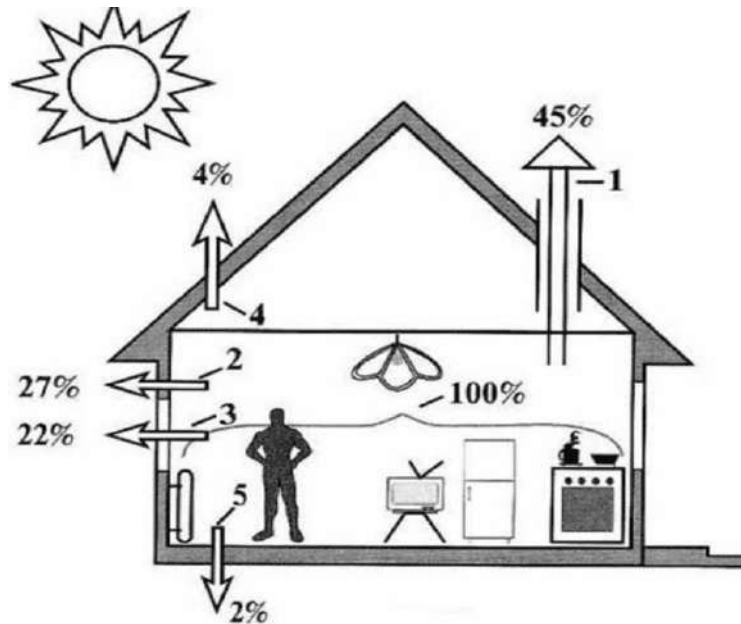


Рисунок 1.1 – Орієнтовна структура теплового балансу в житловому будинку під час опалювального періоду

1. втрати тепла за рахунок повітрообміну;
2. Втрати тепла через стіни;
3. втрати тепла через вікна;
4. втрати тепла через дах;
5. втрати тепла через підлогу

На сьогоднішній день найбільш енергоспоживаючим сектором в Україні є житлово-комунальне господарство яке споживає близько 60-70% енергоресурсів. Через низьку енергоефективність велика частина енергоресурсів марно

втрачається, що змушує керівництво держави поступово збільшувати нормативні вимоги до термічного опору огороджувальних конструкцій.

Постійна трансформація будівельних норм відбувалась протягом 2006-2022 років, починаючи з 2006 року відколи було прийнято перший нормативний документ який регламентував мінімальний опір теплопередачі ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», до якого з 1 липня 2013 року було внесена зміна. В подальшому даний нормативний документ перевидано в редакції ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», а в подальшому він трансформувався в ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», який являється чинним на сьогоднішній день.

В таблиці 1 наведено зміни до мінімального опору теплопередачі огороджувальних конструкцій для I температурної зони до відповідно прийнятих нормативних документів. [9-11]

Таблиця 1.1. Зміни до мінімального опору теплопередачі визначені нормативними документами в різні періоди.

| Вид огороджувальної конструкції   | 2006 р               | 2013 р               | 2016 р               | 2021 р               |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|   | Rqmin<br>м2<br>·К/Вт | Rqmin<br>м2<br>·К/Вт | Rqmin<br>м2<br>·К/Вт | Rqmin<br>м2<br>·К/Вт |
| Зовнішні стіни  | 2,8                  | 3,3                  | 3,3                  | 4,0                  |
| Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям                         | 3,3                  | 4,95                 | 6,0                  | 7,0                  |
| Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалам | 2,8                  | 3,75                 | 3,75                 | 5,0                  |
| Світлопрозорі огороджувальні конструкції                                    | 0,6                  | 0,75                 | 0,75                 | 0,9                  |
| Зовнішні двері  | 0,44                 | 0,44                 | 0,6                  | 0,7                  |

Для забезпечення енергоефективності будівель Кабінетом Міністрів України, Міністерством регіонального розвитку та Міністерством енергетики України прийнято ряд нормативних актів, у яких прописано умови, що

регулюють та визначають теплові втрати будівлі. А також щороку проводяться всеукраїнські та міжнародні гранти, проекти і програми підвищення фінансування енергоефективності як існуючих будівель, так і зведення нових будинків із залученням сучасних енергоефективних матеріалів.

У 2016 році Європейським банком реконструкції та розвитку (ЄБРР) підготовлено програму «IQ energy». В 2021 році цю програму успішно завершено. Дана програма являлась частиною його глобального фонду фінансування зеленої економіки. Це сприяло підвищенню енергоефективності в житловому секторі України, згідно з європейськими стандартами енергоефективності. Інвестори мали змогу інвестувати у високоефективні енергозберігаючі та енергогенеруючі технології і заходи, які мають енергетичні показники щонайменше на 20% вищі, ніж середні показники на ринку нашої країни. А фахівці у сфері енергоефективного будівництва надавали допомогу та технічний супровід для будівельних проектів, що фінансуються. В наслідок чого проекти, що приймали участь у програмі, досягли енергозбереження 72596 МВт·год на рік та зменшили рівень викидів CO<sub>2</sub> на 27732 тонн на рік.

Постійне наближення сучасних стандартів до Європейських умов приводять до того, що будівлі які були модернізовані до 2022 року із залученням коштів державних та міжнародних фондів, можуть не відповідати вимогам нормативним документам які регламентують мінімальний опір теплопередачі станом на сьогоднішній день.

Більшість проектів що підпадали під дію програм фонду енергоефективності виконані із застосуванням технології «мокрый фасад» в якій передбачається, що теплоізоляційний матеріал приклеюється до стіни та закріплюється і дюбель-грибком, після чого клейовий розчин закріплюється армуюча полімерна сітка і все це оздоблюється декоративною штукатуркою та фарбується. Тому приведення цих будинків до вимог сучасних стандартів зовнішніх огорожувальних конструкцій являється неможливим без демонтажу існуючих енергозберігаючих матеріалів.



Натомість при застосуванні систем утеплення зовнішніх стін за технологією вентильований фасад значно легше вирішуються питання зміни товщини утеплювача.

Даний спосіб значно рентабельніше та менш ресурсозатратно, і виправдовує високу вартість даного способу при першому монтажу.

## 1.2. Інженерні підходи при виконанні заходів енергозбереження житлового фонду

### 1.2.1. Вибір теплоізоляційного матеріалу

На сьогоднішній день на ринку представлено багато дешевих і поширених ізоляційних матеріалів. Багато з них існують уже досить давно. Кожен з цих ізоляційних матеріалів має свої плюси і мінуси. Тому, вирішуючи, який ізоляційний матеріал слід використовувати, необхідно знати, який матеріал буде найкращим.

Одним із основних теплоізоляційних матеріалів в Україні є пінополістирол, мінеральна вата, а також скловата. Пінополістирольні плити використовуються у 40 % випадках при виконанні теплоізоляції будівель. Мінеральна вата та скловата займають орієнтовно 30 % і 25 % відповідно, і лише 5 % займають інші види теплоізоляційних матеріалів. Основні властивості теплоізоляційних матеріалів для огорожуючих конструкцій наведено у таблиці 2 згідно з [2].

Таблиця 1.2 – Основні теплоізоляційні матеріали та їх характеристики

| Назва матеріалу              | Густина, кг/м <sup>3</sup> | Питома теплоємність, кДж/кг/К | Теплопровідність в сухому стані, Вт/(м К) | Розрахункова теплопровідність, Вт/(м К) | Коефіцієнт паропроникності, мг/(м год Па) |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---|---|---|
| Мінеральна вата              | 30-225                     | 0,84                          | 0,039-0,040                               | 0,046-0,054                             | 0,30-0,55                                 |
| Скловолокно                  | 10-70                      | 0,84                          | 0,032-0,044                               | 0,042-0,057                             | 0,45-0,70                                 |
| Екструдований пінополістирол | 30-35                      | 1,45                          | 0,034-0,035                               | 0,035-0,037                             | 0,008                                     |
| Пінополіуретан               | 40-80                      | 1,47                          | 0,029-0,041                               | 0,040-0,050                             | 0,05                                      |
| Пінополістирол               | 40-100                     | 1,68                          | 0,038-0,047                               | 0,041-0,064                             | 0,23                                      |
| Пінополіетилен               | 30-50                      | 1,34                          | 0,038-0,043                               | 0,042-0,047                             | 0,02                                      |
| Перліт                       | 250-450                    | 0,84                          | 0,071-0,110                               | 0,083-0,202                             | 0,1-0,20                                  |
| Піноскло                     | 120                        | 0,84                          | 0,045                                     | 0,053-0,054                             | 0,002                                     |
| Арболіт                      | 300-800                    | 2,3                           | 0,07-0,16                                 | 0,11-0,3                                | 0,11-0,3                                  |
| Деревоволокнисті та          | 200-1000                   | 2,3                           | 0,06-                                     | 0,07-0,29                               | 0,12-                                     |

|                          |  |  |      |  |       |
|--------------------------|--|--|------|--|-------|
| деревостружкові<br>плити |  |  | 0,15 |  | 0,324 |
|--------------------------|--|--|------|--|-------|

За останні кілька років на українському будівельному ринку з'явилися кілька нових теплоізоляційних матеріалів. Це призвело до значного прориву в сфері енергозбереження, особливо в цьому секторі. Сучасні ізоляційні матеріали стали більш ефективними, екологічно безпечними та різноманітними завдяки розвитку нових технологій. Вони дозволяють будувати висотні будівлі, зменшити товщину огорожувальних конструкцій, знизити масу будівель і витрати будівельних матеріалів, а також економити паливо-енергетичні ресурси, створюючи нормальний мікроклімат у приміщенні.

Поговоримо про останні досягнення в області енергозбереження.

**Пластмігран** - найновіший утеплювач, створений за допомогою технологій тонких волокон. Цей продукт ще не широко використовується. Його виготовлення вимагає складного та дорогого обладнання.

Матеріал складається з перфорованого металевого модуля, який заповнений сумішшю мінеральної вати та пилу полістиролу. Продув парою під підвищеним тиском відбувається після того, як суміш поміщають у модуль. Цей модуль не втрачає своїх теплозахисних властивостей при зовнішніх впливах, на відміну від модуля з мінватою. Матеріал перевершує пінополістирол і є складним у виробництві. Збір модулів простий і швидкий..

**Піноскло** — це неорганічний матеріал, який використовується для теплоізоляції. зроблено з певного виду скла, яке утворюється після обробки пінистої маси відповідним чином. Таким чином створюється матеріал з дрібнокомірковою структурою. Готове піноскло значно покращує теплопровідність (до 0,08–0,1 Вт/мК) і звукоізоляцію (здатність до поглинання шуму до 56 дБ).

Піноскло має ряд переваг. Ця щільна структура (до 600 кг/м<sup>3</sup>) і не схильна до усадки. Піноскло також стійке до хімічно активних речовин, грибків або бактерій. Нарешті, його монтаж простий.

**Вакуумно-ізоляційні панелі**, які виготовлені за допомогою вакуумної технології та призначені для ізоляції будівель, є тонкими листами з чудовими тепловими властивостями та дуже низькою теплопровідністю. Вони працюють краще, ніж традиційні матеріали такої ж товщини, більш ніж в десять разів.

Негорюча серцевина панелі, яка складається з мікропористого порошку кремнезему, захищена плівкою з високою газозахисною плівкою, щоб запобігти проникненню повітря та води до внутрішньої частини панелі. Це надзвичайно інноваційне рішення для ізоляції, яке може бути використано у всіх сферах застосування, де висока ізоляція поєднується з обмеженим простором, який заважає традиційним матеріалам.

**Конопляні мати** — це утеплювач, виготовлений з очищеного конопляного волокна за технологією термоскріплення. Він виготовляється шляхом змішування 85–90% конопляного волокна та 10–15% бікомпонентного волокна, а потім випікати в печі при температурі 200 градусів Цельсія. При цьому конопляний утеплювач є безпечним і екологічно чистим матеріалом, оскільки в ньому відсутні клеї та формальдегідні сполуки.

**Керамоізол** — це теплоізоляційний матеріал, який використовується для створення покриттів на поверхнях будь-якої форми та складності. Він також має теплоізоляційні та антикорозійні властивості, а також має широкий спектр застосування. Даний матеріал використовується для теплоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових, громадських і промислових будівель під час капітального будівництва та реконструкції. Він використовується для покриття трубопроводів пари, гарячої води, водогрійного обладнання котельнь, ангарів, нафтопроводів і нафтових цистерн, офісів і дахів рефрижераторів. Крім того, керамоізол захищає частини сталевих профільованих конструкцій, які

використовуються в будівництві, від утворення конденсату на їх поверхні. Товщина 1 мм шару керамоізолу відповідає теплоізоляційним властивостям 250 мм цегли, 50 мм пінобетону та 80 мм керамзитобетону. При температурі експлуатації від -50 градусів Цельсія до 220 градусів Цельсія усуває грибок, промерзання стін, конденсат і іржу, надлишкове охолодження та перегрів приміщень, дах промислових споруд, житлових будинків, огорожувальних конструкцій, трубопроводів і різноманітне устаткування. Він також усуває грибок, промерзання стін, конденсат і іржу.

1.2.2. Основні технології, які ефективно використовуються при термомодернізації

Сучасні будівельні матеріали мають більш високі термічні опори, а ніж традиційні. Вони дають змогу будувати зовнішні стіни тоншими, а, відповідно, дешевшими та легшими. Усе це добре, але чим тонша стіна тим менша теплоємність, тобто стіни гірше накопичують тепло. Опалювати доводиться постійно, а стіни дуже швидко нагріваються та з такою ж швидкістю остивають. До прикладу у старих будівлях з товстими стінами влітку завжди прохолодно, так як стіни за ніч накопичують холод, а вдень нагріваються.

Тому саме утеплення необхідно розглядати комплексно разом із повітропроникністю стін. Якщо збільшення теплового опору стін пов'язано із зменшенням повітропроникності, то не варто його застосовувати.

Неправильне застосування теплоізоляції призводить до погіршення санітарно-гігієнічних умов житла.

На сьогоднішній день в Україні використовується три найпоширеніших методи утеплення зовнішніх стін

1. «Мокрий» метод, або утеплення, яке використовує різні види штукатурки для оздоблення. Таке утеплення поділяється на «легке» та «важке». Легша система має легшу конструкцію та нижчу вартість. У простій методиці теплоізоляційний

матеріал приклеюється до стіни за допомогою дюбель-парасольки, а потім його зовнішній шар армується скловолоконною сіткою та покривається тонким шаром штукатурки товщиною менше 10 міліметрів. Зовнішня штукатурка важких систем товща. Технологія мокрого фасаду цього типу не передбачає приклеювання утеплювача до стіни, що є особливістю важкої системи. У стіну монтуються дюбеля з гаками, а потім на них насаджуються плитний утеплювач без клею. Зверху його фіксують притискними пластинами та металевою сіткою. Після цього сітку обштукатурюють і покривають останнім шаром. Проектувальники визначають товщину сітки та розміри осередків відповідно до товщини штукатурки та поверховості будівлі.

Таким чином утеплювач і стіна працюють окремо. Вона здатна витримати значні зміни температури, вологості та сейсмів. За аналогією з підлогами цю систему можна назвати «плаваючим утеплювачем».

Мокрий метод дозволяє теплоізоляції бути єдиною конструкцією, яка добре стійка до різних атмосферних впливів. Рисунок 1.2 показує суть цього методу.

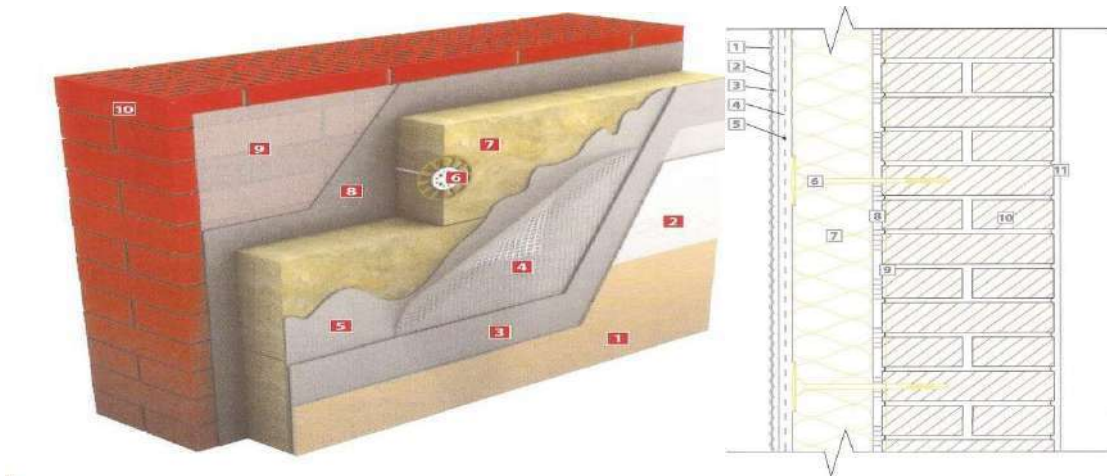


Рисунок 1.2 – Схема утеплення стін при «мокрому» методі

- 1 – фасадна фарба (за необхідністю);
- 2 – декоративна штукатурка;
- 3 – кварцева ґрунтівка;
- 4 – склотканева сітка;
- 5 – базовий армуючий шар;
- 6 – тарільчастий фасадний анкер;
- 7 – утеплювач;
- 8 – клей для теплоізоляційних робіт;
- 9 – зміцнююча ґрунтівка;
- 10 – зовнішня стіна

## 2. Багатошарова технологія теплоізоляції стін із цеглою

Зовнішні стіни, які мають теплоізоляцію фасада та оснащені цеглою або стіновими каменями Цей будинок складається з трьох шарів: несучої стіни, облицювальної стіни та утеплювача. Для забезпечення необхідної товщини повітряного прошарку тепловий шар прикріплений до основної несучої стіни. Облицювальні стіни та несучі стіни встановлені на одному фундаменті. Найчастіше зовнішній шар складається з облицювальної цегли або будівельної цегли, яка потім оштукатурюється, покривається штучним каменем, клінкерною плиткою тощо.

Цей тип системи широко використовується як огорожувальні стінові конструкції, які спираються на плити перекриттів, у житлових будинках багатоповерхових каркасно-монолітних конструкцій (рис. 3).

Для проектування таких стін необхідно враховувати наступні характеристики: - Розрахунок несучої здатності фасадної цегляної кладки на температурно-вологісні та вітрові навантаження.

За результатами розрахунків визначте відстані між вертикальними деформаційними швами та армуванням цегляних шарів, а також крок і кількість гнучких в'язів, необхідних для поєднання шарів між собою.

Розрахуйте термічний опір і паропроникнення системи.

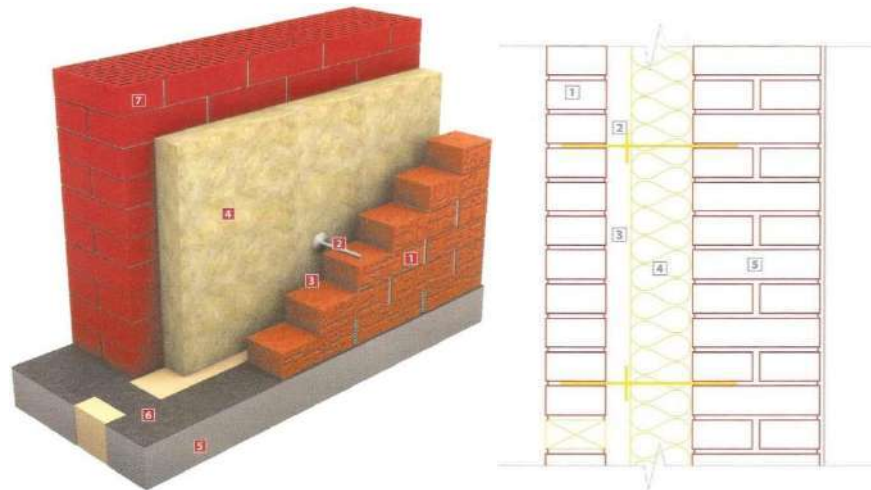


Рисунок 1.3. Фасадна система з використанням шаруватої кладки з облицюванням декоративною цеглою

1. облицювальна цегла;
2. гнучкі зв'язки;
- 3 – вентиляємий зазор;
- 4 – утеплювач;
5. опорне покриття з системою «термовкладишів»;
6. гідроізоляційна відсічка;
7. несуча/самонесуча частина стіни (цегла, «легкі блоки» густиною не нижче 600 кг/м<sup>3</sup> , монолітний залізобетон)



3. «Сухі» фасадні системи утеплення з опорядженням панелями з вентиляльованим прошарком або «вентильований фасад». При влаштуванні такого утеплення штукатурні суміші не використовуються. Теплоізоляційний матеріал закріплюється до зовнішньої огорожувальної конструкції дюбель-грибком. Потім утеплювач покривається паропропроникною мембраною, яка використовується як захист від вітру. Між теплоізоляційним матеріалом та зовнішнім облицюванням системи передбачається повітряний прошарок товщиною 20...50 мм, який надійно захищає теплоізоляційну систему і стіну від атмосферних впливів. За рахунок цього теплоізоляційний шар завжди підтримується в сухому стані, а фасад в цілому не зазнає руйнівних впливів заморожування-відтавання.

Таким чином забезпечують захист теплоізоляційного матеріалу від надлишкової вологи. Панелі оздоблення прикріплюються на алюмінієвий або сталевий каркас.

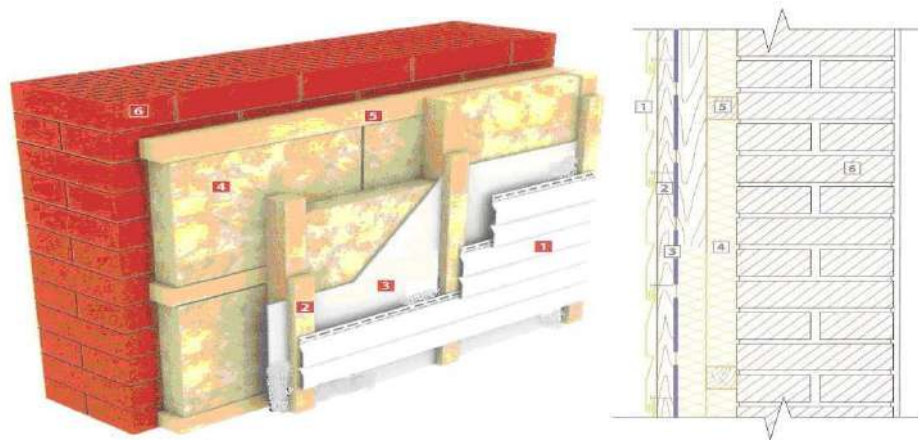


Рисунок 1.4. Фасадна система з облицюванням навісними панелями

1. облицювальні панелі;
2. контррейка товщиною 3-5 см;
3. плівка гідро-вітрозахисна; 4. утеплювач;
5. каркас під т теплоізоляцію;

6. кам'яна кладка.

### 1.3. Системи вентиляваного фасаду для теплоізоляції стін

#### 1.3.1. Історія розвитку

Спроби використання вентиляваних фасадів розпочались ще сотні років тому. Згадується [4], що лише у 1849 р. Жан-Батист Жобард, зміг описати найпершу версію вентиляваного багат шарового фасаду. У своїх роботах він зазначає про те, що у зимовий період тепле повітря повинно циркулювати між двома оболонками, а саме – стіною будівлі та огорожувальною конструкцією, тоді як влітку в ньому повинно циркулювати холодне повітря.

Перший екземпляр такої системи з'являється у 1903 р. на найвідомішому в Німеччині заводі м'яких іграшок «Steiff», що розташований у Гінгені. У пріоритеті тоді була максимізація теплоізоляції та освітлення з урахуванням холодної погоди та сильного вітру регіону. Рішенням стала триповерхова конструкція з першим поверхом для складськими приміщеннями для зберігання та двома верхніми поверхами, які використовувались для робочих зон. Така конструкція будівлі мала успіх і тому до неї в 1904 і 1908 роках додали дві прибудови, що були побудовані за тією ж технологією, проте виходячи з бюджетних міркувань для каркасу використовували деревину замість сталі. Ці будівлі досі використовуються і в наш час.

У 1903 році Отто Вагнер переміг у конкурсі на Ощадний банк пошти у Відні, Австрія. Будівля, побудована у дві фази з 1904 по 1912 рік, має подвійне вентиляване скління стелі в головному залі. Наприкінці 1920-х років такі системи розроблялися з урахуванням інших пріоритетів.

[3] Свою концепцію подвійного фасаду також дослідив і випробував швейцарсько-французький архітектор Ле Корбюзьє на початку 20 століття. Його ідея, яку він назвав *mur neutralisant* (нейтралізуюча стіна), передбачала вставлення труб опалення/охолодження між великими шарами скла. Така система була

застосована на його віллі ( Ла-Шо-де-Фон , Швейцарія, 1916). Американські інженери, які досліджували цю систему в 1930 році, повідомили Ле Корбюзьє, що вона споживатиме набагато більше енергії, ніж звичайна повітряна система, але Харві Брайан пізніше дійшов висновку, що ідея Ле Корбюзьє має переваги, якщо вона включає сонячне опалення.

Іншим раннім експериментом був будинок Альфреда Луміса 1937 року архітектора Вільяма Лескейза в Тукседо Парк, Нью-Йорк. Цей будинок включав «складну подвійну оболонку» з повітряним простором глибиною 2 фути, який кондиціонувався окремою системою від самого будинку. Метою було підтримувати високу вологість усередині.

Одним із перших сучасних зразків, який було побудовано, була Occidental Chemical Building (Ніагарський водоспад, Нью-Йорк, 1980) компанією Cannon Design. Ця будівля, по суті, скляний куб, включала порожнину завглибшки 4 фути між скляними шарами для попереднього нагріву повітря взимку.

У наш час досить часто використовуються вентилявані фасади, так як вони забезпечують високу енергоефективність будівель і їх архітектурну привабливість при оптимальному використанні трудових і матеріальних ресурсів.

### 1.3.2. Основні матеріали та конструкційні схеми для монтажу систем із вентиляваними фасадами

Згідно з [5] монтаж фасадної теплоізоляції здійснюється після завершення зведення та оцінки якості несучої частини зовнішньої стіни будівлі або споруди, де встановлюється теплоізоляція. До початку монтажних робіт зовнішньої поверхні несучої частини стіни, покрівлі та цоколя будівлі або споруди перевіряють, щоб визначити:

будь-які відхилення від вертикалі в межах поверху та будівлі або споруди в цілому;

пошкодження в стінах і цоколі, у місцях з'єднання цоколя та стін, у місцях прилягання віконних і дверних блоків;

або будь-які нерівності на поверхні стін.

Конструкція вентиляваного фасаду складається з металевого каркасу для кріплення, теплоізоляційного шару та індустриальних компонентів. У системі потрібно створити повітряний прошарок з фіксованою товщиною між теплоізоляційними шарами та опоряджувальним матеріалом. Така схема є найкращою, оскільки шари різних матеріалів розташовані таким чином, щоб знизити характеристики їхньої теплопередачі, а ззовні в середину зростає опір паропроникності. У вентиляваному фасаді повітряний прошарок працює за принципом витяжної системи через перепад тиску, що відрізняє його від інших типів фасадів. В результаті надлишкова внутрішня волога видаляється з утеплювача. У зв'язку з тим, що він функціонує як температурний буфер, вентиляваний повітряний прошарок також знижує тепловтрати. У ньому температура повітря орієнтовно на три градуси вища, ніж на вулиці. Зовнішнє оздоблення захищає теплоізоляційний шар, який знаходиться за ним, і стіну від атмосферних впливів.

Три основні матеріали використовуються для створення каркасних систем: нержавіюча сталь, оцинкована сталь і алюміній.

Для влаштування каркасної системи використовують три основні види матеріалів, а саме: алюмінієвий сплав, оцинкована сталь і нержавіюча сталь.

Оцинкована сталь дешевша за алюмінієву на 20-30%, проте терміни її експлуатації значно знижується при найменшому пошкодженні, що може статися при монтажі чи транспортуванні до місця монтажу, для елементів з оцинкованої сталі ( що мають сколи, зрізи, подряпини) орієнтовно через 7...10 років розпочинається корозія.

Кронштейн являє собою елемент каркасу, на який опирається теплоізоляція та опоряджувальний шар, завдяки кронштейну вся конструкція вентиляваного

фасаду кріпиться до зовнішньої стіни. Саме через кронштейни не рідко утворюються містки холоду. Для зменшення теплових втрат використовують паранітову або ПВХ термopідкладку. Дана підкладка одночасно захищає кронштейн від негативних впливів, яке зумовлює стіна будівлі.

При виборі теплоізоляційного матеріалу рекомендується використовувати волокнисті матеріали такі як мінераловатні, базальтові та скловолокнисті плити. Всім відомо, що волокнисті матеріали є дуже вітряні і легко видуваються повітряними потоками. Для запобігання руйнувань верхнього шару теплоізоляції, які можуть виникнути в результаті інтенсивного руху повітряних потоків у вентиляваному прошарку, використовують вітрогідрозахисну мембрану.

Для влаштування захисного і одночасно декоративного шару системи вентиляваного фасаду на сьогоднішній день є безліч виробників з широкою кольоровою гамою. Одним із основних видів облицювальних матеріалів, які використовуються для навісного фасаду є композитні матеріали (такі як рейноборд, алюконборд, алполик), керамогранітні плити, цементно-волокнисті (фіброцементні, азбестоцементні) листи та металеві облицювальні матеріали типу сайдингу, касет, панелей.

### 1.3.3. Навісний вентиляований фасад технологія влаштування

Перед монтажем системи вентиляваного фасаду необхідно розробити окремий проєкт, в якому будуть враховані всі необхідні конструктивні рішення, визначаються навантаження, що буде діяти на готову конструкцію, розміри конструктивних елементів, необхідна кількість матеріалів.

Основні вимоги до проектування та монтажу системи визначені [5]

Під час монтажу необхідно[6] :

– прибрати всі зайві конструкції: декоративні елементи, освітлювальні прилади, кріплення та ін.;

– відремонтувати у разі наявності всі великі тріщини стін для уникнення зайвого охолодження приміщень, утеплювач звичайно перекриє їх, але в тріщинах можливе накопичення конденсату і поступово руйнуватиме будівлю;

– Видалити цвіль і грибок та здійснити обробку стін протигрибковими засобами для уникнення подальшого їхнього розвитку;

– Перевірити здатність стіни витримати передбачуване навантаження. Для цього потрібно закріпити на основі 2–3 дюбеля (в різних місцях) і переконатися, що кріплення надійне. За результатами огляду вибирають матеріали для опорядження, а також враховують ці показники при виборі утеплювача;

Вирівнювати стіни перед монтажем вентиляованих фасадів не є обов'язковим, однак все ж необхідно враховувати кривизну стіни. Вентилюваний зазор між фасадним облицюванням та утеплювачем повинен бути однаковим по всій площині, а компенсація нерівностей відбувається за рахунок різної довжини несучих кронштейнів. Розмітки на стіну краще виконувати за допомогою лазерного рівня для забезпечення належної точності. При використанні шнура, необхідно щоби він був капроновим, щоб запобігти утворення провисань. Розмітку починають знизу будинку. Відстань між рейками вибирається у відповідності до розмірів облицювальних виробів і утеплювача. Якість виконання розмітки визначає загальний вигляд фасаду і якість установки каркасу.

Правильність установки і фіксація направляючих рейок визначена в інструкції з монтажу у відповідності до проекту. Єдиних рекомендацій немає так як в залежності від виробника всі елементи можуть бути виконані по-різному. Єдиною умовою є влаштування усіх зовнішніх поверхонь направляючих у одній площині, щоби не було перекосів в облицюванні. Крок влаштування направляючого каркасу вибирають, урахуваючи розміри утеплювача. Навколо вікон і дверей обов'язково встановлюють каркас. Для кріплення каркасу на стіні розмічають точки кріплення кронштейнів для вертикальних направляючих.

Розпочинають від кута, дотримуючись відстані 45–50 см між точками. Відстань від краю стіни становить щонайменше 100 мм.

Для того, щоб запобігти місткам холоду під кронштейнами, підкладають прокладки з пароніту. П-подібні профілі-стояки пригвинчуються до кронштейнів, які прикріплюються до стіни.

Решту виводять в одну площину після встановлення перших і останніх стояків. Якщо стіна має велику довжину, деякі додаткові проміжні стояки встановлюються перед монтажем решти стояків. Горизонтальні перемички використовуються для створення прорізів для дверей, вікон і кутів.

Коли проект передбачає укладання панелей вертикально, профілі встановлюються горизонтально. Анкери, оброблені антикорозійними засобами або оцинковані, прикріплюються до кронштейнів у певних місцях. Для встановлення анкера за допомогою перфоратора свердлить отвір діаметром на п'ять міліметрів більше, ніж довжина дюбеля. У жодному разі анкерні дюбелі не встановлюються в шов кладки.

Зазвичай теплоізоляція включає шар утеплювача. У вентиляованих фасадах не використовується пінополістирол, лише негорючі утеплювачі.

Існує широкий вибір плитних утеплювачів для навісних фасадів, включаючи гідрофобізовані плити з щільнішим зовнішнім шаром. Утеплювач кріплять на несучі елементи при монтажі в дерев'яний каркас або врозпір між стійками. Теплоізоляційні матеріали прикріплюють до стіни дюбелями, щоб уникнути зазорів між плитами та каркасом. У нижній частині стіни встановлюють стартову планку для утримання утеплювача та захисту його від гризунів. Щоб запобігти утворенню містків холоду в конструкції, під час монтажу теплоізоляції необхідно контролювати змінання матеріалу.

Мінеральні плити також фіксують тарілчастими дюбелями відповідно до схеми, запропонованої виробником або проектантом. У результаті цієї технології можна влаштувати додатковий шар мінеральних плит, а нижній шар виробів має

меншу щільність. Розрахунок навантаження та товщини теплоізоляційних матеріалів визначає вибір дюбелів.

Для навісних вентиляованих фасадів випускають спеціальну мінеральну вату, яка є гідрофобізованою (стійкою до вологи) і має щільний зовнішній шар, який запобігає вивітрюванню матеріалу. Це досягається шляхом покриття зовнішнього шару мінеральних волокон склополотном підвищеної щільності. Для навісних вентиляованих фасадів використання традиційних мінераловатних утеплювачів передбачає кріплення ізоляційної мембрани поверх теплоізоляційного шару. Вона зроблена з нетканого синтетичного текстилю, який захищає від вітру та вологи, але не пропускає газу та водяні пари. Мембрану необхідно повністю натягнути.

Ізоляційна мембрана є обов'язковим компонентом системи вентиляованих фасадів. Дифузійна мембрана з високою паропроникністю закриває утеплювач зовні. Вона дозволяє виводити вологу з мінеральної вати, яка утворюється через коливання температур всередині будинку та зовні, але не дозволяє волозі потрапляти ззовні. Полотно вітрогідроізоляційної мембрани розтягуються горизонтально з нижньої сторони. Попередньо зробивши розрізи, полотно монтується на кронштейни з невеликим натягом. Наступне полотно покривається попереднім з напуском 15 см; стик не потрібно проклеювати. Багато тарільчастих дюбелів кріплять мембрану. Заводять плівку за утеплювач і залишають напуск 10–15 см зверху та знизу.

Для облицювання навісних фасадів можна використовувати різні матеріали. Для «легких» систем можна використовувати пластиковий та металевий сайдинг, металеві профілі, панелі та дерев'яну обшивку. Для «важких» систем можна використовувати плити керамограніту, штучного або натурального каменю, розміром від 30×30 см до 120 см з однією стороною.

Фасадні панелі можна встановлювати як на стіну, так і на обрешітку. Кріплення панелей як видиме, так і невидиме. Для видимого кріплення



використовуються заклепки, саморізи та клямери. Несучі конструкції каркасу пригвинчують панелі. Наприклад, можна прикрасити головки кріпильних елементів золотом або пофарбувати їх у колір облицювання. У прихованому способі внутрішні пази панелей виточуються, щоб кріпильні деталі могли кріпити їх до несучих конструкцій. Цей приклад має більш привабливий вигляд, але витрати зростають.

#### 1.4. Висновок по розділу I

В розділі розглянуто сучасні інженерно-конструкторські рішення з влаштування систем утеплення зовнішніх стін житлових будинків, розглянуто функціональний принцип проектування складних систем, якою являється сучасна стінова конструкція.

Сформульовано та визначено актуальність теми роботи. Встановлено, що підвищення енергетичної ефективності будівель шляхом влаштування системи вентиляваного фасаду є одним із пріоритетним напрямком держави.

На підставі нормативної літератури та описаного в них практичного досвіду щодо влаштування та використання вентиляваних фасадів встановлено проблематику та сформульовано задачі власних досліджень.

## РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО АНАЛІЗУ. ЗОВНІШНІ СТІНИ З СИСТЕМАМИ ВЕНТИЛЬОВАНОГО ФАСАДУ

2.1 Метод аналізу системи навісного вентиляованого фасаду за допомогою комплексу ANSYS Workbench

Базуючись на методі кінцевих елементів, програмний комплекс ANSYS може вирішувати задачі з різних областей фізики, таких як теплопередача, механіка твердого тіла, механіка рідин і газів, а також стаціонарні та нестаціонарні. Режим ANSYS Workbench зручний для вирішення складних завдань, які включають алгоритми, що включають переходи, структури, цикли та багато іншого.

Метод закінчених елементів (МЗЕ) дозволяє математично вирішувати велику кількість проблем, які математично формують шляхом встановлення варіацій або розрахункових диференціальних рівнянь. Термоаналіз і інші пов'язані з ним проблеми також вирішуються за допомогою цього методу. Завдання розраховуються методом закінчених елементів ANSYS у 3 етапи відповідно до структури методу.

У першу чергу створюється фундамент майбутньої елементної моделі зразка чи об'єкта, який буде досліджено. Він бере до уваги наступні кроки:

1. Визначається фізичний тип завдання (у наших розрахунках теплопередача), що визначає налаштування програми.

2. Тип кінцевого елемента визначається залежно від геометричних розмірів об'єкта та інших характеристик. Елемент може мати визначені основні характеристики.

3. Вибирається матеріал об'єкта, а потім вказуються всі його властивості, необхідні для розрахунку. Набір клавіатури може змінювати властивості матеріалу.

або вони можуть бути імпортовані з бібліотеки матеріалів ANSYS. Модель матеріалу (пружно-пластична, лінійно-пружна, білінійна тощо) визначається за допомогою цих властивостей, що впливає на підбір визначальних рівнянь МСЕ.

4. Модель об'єкта будується відповідно до його геометрії за допомогою модуля Design Modeler. Крім того, модель можна експортувати з будь-якого CAD-пакета.

5. Геометричну модель можна розділити на кінцеві елементи. При розбивці параметри сітки можуть змінюватися.

6. У випадку контактної задачі встановлюються контактні пари, що дозволяє визначити модель контакту та його особливості.

Три основні дії є важливими для другого кроку, який включає в себе впровадження моделі необхідних фізичних умов і рішення завдання:

1. Застосовуються граничні умови.

2. Тип аналізу вибирається (статичний, динамічний, модальний тощо). Крім того, є можливість надати параметри обчислювальних процедур, такі як кількість ітерацій, а також вибрати метод розв'язання системи рівнянь МЗЕ.

3. Розраховується система рівнянь за допомогою методу МЗЕ. Далі створюється файл результатів із всіма потрібними параметрами.

Третім кроком є аналіз результатів розрахунку, який було виконано. Графічні вікна ANSYS містять ілюстрації, таблиці, графіки та діаграми теплових характеристик, розрахованих методом МЗЕ.

Пункт 3.1 містить перелік всіх параметрів дослідження та результатів.

2.2 Методика обчислення опору теплопередачі конструкції зовнішніх стін будівлі з урахуванням фасадної теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком

Згідно з [26], мінімальна опір теплопередачі огорожувальних конструкцій ( $R_q \text{ min}$ ) визначається залежно від місця розташування об'єкту та температурної зони, у якій будинок буде експлуатуватися (рис.2.1).



Рисунок 2.1 – Карта температурних зон України

Згідно з [27], акредитовані лабораторні експерименти визначають основні характеристики теплопровідності шару утеплення зовнішньої стіни в умовах експлуатації. Під час проектування будівель необхідно враховувати основні теплофізичні характеристики будівельних матеріалів [10].

Для аналізу було обрано окремих ділянку зовнішньої стіни житлового будинку, який мав фасадну теплоізоляцію, індустриальне освітлення та вентиляований фасад повітряний шар, який знаходиться в I температурному діапазоні. Для розрахунку буде використовуватися фрагмент зовнішньої частини будівлі розміром три метри на чотири метри (висота на ширину), з паралельними частинами стіни з усіх боків.

Формула (2.1) використовується для визначення опірності теплопередачі зовнішніх стін ( $R_{\Sigma}$ ) згідно з [10]:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (2.1),$$

де  $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  –тепловіддача внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожуючої конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>•К) (табл. 2.2);

$\delta_i$  – товщина і-го шару зовнішніх стін, м;

$\lambda_{i\text{р}}$  – теплопровідність матеріалу, що розраховується для і-го шару зовнішніх стін в розрахункових умовах, Вт/(м•К), що приймається для умов експлуатації «Б».

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнтів тепловіддачі ( $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$ )

| Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м <sup>2</sup> •К)                    |   |
|--|---|
| Внутрішньої поверхні, $\alpha_{\text{в}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> •К) | Зовнішньої поверхні, $\alpha_{\text{з}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> •К) |
| 8,7  | 12  |

Особливі включення теплопровідності, пов'язані з огорожуючою конструкцією навісного вентиляованого фасаду, включають лінійні елементи (віконні відкоси та підвіконня в зоні перемички над вікном); точкові елементи

(кріпильні дюбелі для утеплюючого матеріалу); і точкові елементи (кріпильна підсистема навісного вентиляованого фасаду з несучими кронштейнами).

Точні коефіцієнти теплопередачі включаються до кількісного показника та основних характеристик усіх вищезгаданих елементів теплопровідних включень за проектом та даними [10].

Таблиця 2.3 містить середні коефіцієнти теплопередачі включень для проведення розрахунків кваліфікаційної роботи.

Таблиця 2.3 – Коефіцієнти теплопередачі основних теплопровідних включень

| Назва включення  | Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $k$ , Вт/(м·К) | Точковий коефіцієнт теплопередачі, $\psi$ , Вт/К |
|--|---|--|
| Віконний відкос в зоні перемички протяжністю 1,5м  | 0,0625  | -  |
| Віконний відкос в зоні підвіконня протяжністю 1,5м   | 0,0345  | -  |
| Віконний відкос в зоні рядового примикання протяжністю 1,5м                                | 0,048   | -  |
| Дюбелі для кріплення утеплювача у кількості 74 шт  | -   | 0,0055   |
| Несучі кронштейни для кріплення елементів підсистеми вентиляованого фасаду кількості 20 шт | -   | 0,016  |

На основі даних, зібраних про матеріали, а також даних, наведених у таблиці 2.2, визначають приведений опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формою (2.2):

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} \quad (2.2),$$

де  $F_{\Sigma} = 12 \text{ м}^2$  – загальна площа конструкції,  $\text{м}^2$ ;

$R_{\Sigma i}$  – опір теплопередачі  $i$ -ої термічнооднорідної частини конструкції,  $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ ;

$F_i = 12 \text{ м}^2$  – площа  $i$ -ої термічнооднорідної частини конструкції,  $\text{м}^2$ ;

$k_j$  – лінійні коефіцієнти теплопередачі  $j$ -го термічнооднорідного теплопровідного включення,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$L_j$  – лінійні розміри  $j$ -го лінійного теплопровідного включення,  $\text{м}$ ;

$\psi_k$  – точкові коефіцієнти теплопередачі  $k$ -го точкового включення, що має теплопровідність,  $\text{Вт}/\text{К}$  ;

$N_k$  – загальна  $k$ -сть точкових  $k$ -их теплопровідних включень, шт. Далі проводиться перевірка відповідності нормативним вимогам [26].

### 2.3 Висновки до розділу 2

Дослідивши всі варіанти зовнішніх огорожувальних конструкцій можна винести низку переваг й недоліків при їх виробництві й довголітньому експлуатаційному періоді. Важливим етапом є не лише вибір основного матеріалу стіни але й правильний підбір утеплення.

### РОЗДІЛ 3.

## КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМОМОСТІВ НА СИСТЕМУ ВЕНТИЛЬОВАНОГО ФАСАДУ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРМІЧНОГО АНАЛІЗУ ІСНУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Дослідження того, як термомости впливають на систему навісного вентилязованого фасаду

#### 3.1.1 Основні вимоги та умови дослідження

Дослідження було проведено в два етапи:

1. Досліджуйте вплив термомостів на висоту кріпильних кронштейнів і наявність термоподушки.

2. дослідження впливу термомостів на теплопровідність системи вентфасаду з урахуванням конструкції кронштейнів кріплення та матеріалів, які вони використовують.

У «мокрому способі» утеплення стін будівель розмір і розмір утворених теплових мостів незначно впливають на конструкцію утеплення; однак це часто дуже важливо для систем вентилязованого фасаду. Це пов'язано з тим, що такі конструкції потребують значної кількості точок, де зовнішній шар фасаду повинен бути прикріплений до внутрішньої оболонки основи. Кронштейни зі сталі чи алюмінію покривають теплоізоляційний шар цих місць. Хоча кронштейни мають дуже малий об'єм у порівнянні з шаром ізоляції, їх коефіцієнт пропускання тепла перевищує 2000 разів, що призводить до інтенсивного теплового потоку між теплими приміщеннями всередині будівлі та холодним металевим каркасом взимку та влітку. Точкові термомости зменшують енергоефективність вентилязованого фасаду на понад двадцять відсотків.

У першій частині досліджувальної роботи було розглянуто проблему точкового теплового мосту системи вентилязованого фасаду. Основною метою



роботи є вивчення фізичних особливостей термомоста та того, як вони впливають на систему вентиляваного фасаду. У цьому процесі розглядаються всі елементи, які можуть вплинути на цю конструкцію, наприклад, конструкція кронштейну, розміри, матеріал стіни будівлі, на яку монтується вентиляований фасад, і матеріал утеплювача. У цьому дослідженні також розглядаються фактори, пов'язані зі стінкою термопрокладки, на місцях, де буде встановлена система вентиляваного фасаду.

У процесі дослідження буде проведено термічний аналіз проходження тепла через кріпильні елементи системи вентиляваного фасаду (рис. 3.1) і оптимізовано їх конструкцію, щоб максимізувати загальну енергоефективність системи. Кріпильні елементи будуть встановлені на огорожуючих конструкціях будівлі.

Результати дослідження дозволять створити широкі практичні рекомендації для спрощення проектування та підвищення теплоефективності будівлі шляхом зменшення впливу утворення термомосту.

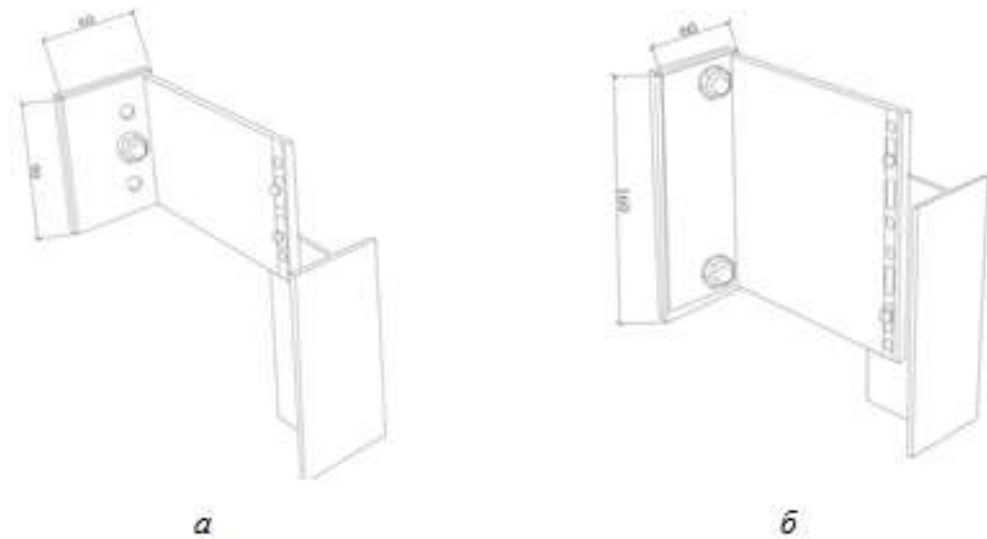


Рисунок 3.1 – Конструктивні варіанти кріпильних елементів вентиляваного фасаду:

а – кронштейн на половину висоти, б – кронштейни на повну висоту

У місцях, де НВФ прикріплюються до стіни будівлі, використовується кронштейн на половину висоти (рис. 3.1, а), а кронштейн на повну висоту (рис. 3.1, б).

Відповідно до [28], аналіз кінцевих елементів є єдиним способом досягти необхідної точності при дослідженні складних геометричних зразків. Для оцінки ефекту теплового мосту в середовищі кінцевих елементів ANSYS Workbench була розроблена обчислювальна модель (рис. 3.2).

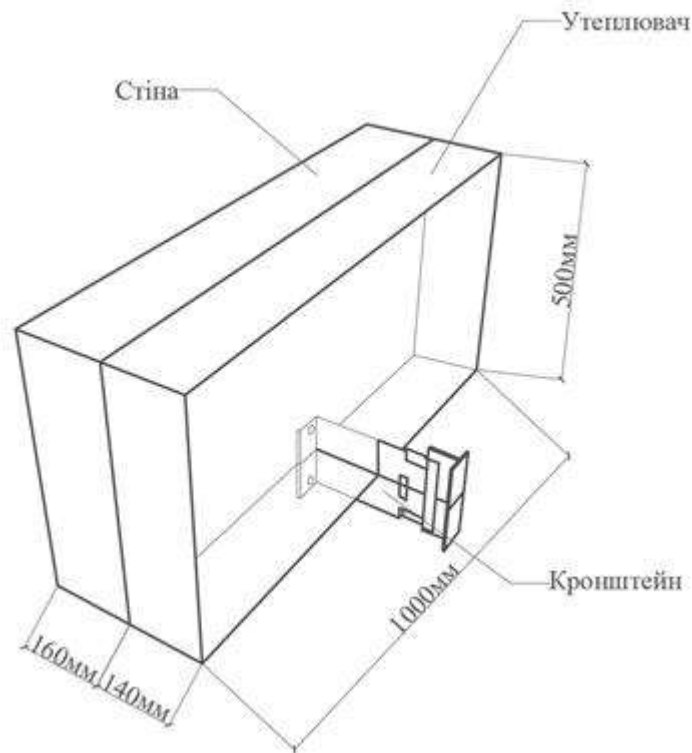


Рисунок 3.2 – Параметри досліджуваної моделі

Оскільки фактичний вузол облицювання симетричний в горизонтальній площині, симетрія використовується в аналізі системи для зменшення розміру змодельованого елемента та збільшення швидкості розрахунку. На малюнку всі характеристики, крім окремих характеристик і площі елемента, є змінними та є частиною дослідження. Відповідно до рис. 3.3, а, розрахункова сітка складається в середньому з 150000 тетраедричних елементів. Фактична кількість елементів розрахунку може змінюватися відповідно до параметрів, які досліджуються в кожному дослідженні.

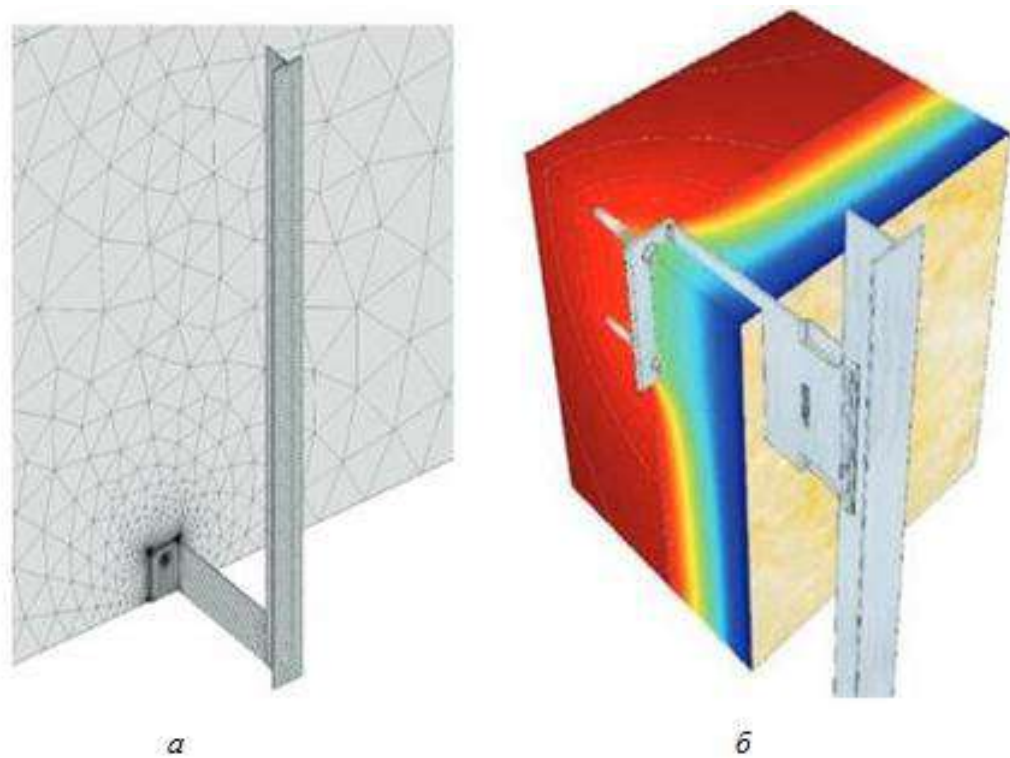


Рисунок 3.3 – Імітаційний елемент для дослідження з використанням

Багатопараметрична проблема утворення точкових термомостів сильно впливає на теплофізичні властивості та геометрію досліджуваного зразка.

Всіх матеріалів, які використовуються в конструкції. Величина теплового мосту може змінитися через зміну будь-якого параметра, яка не відповідає лінійному співвідношенню. Крім того, не завжди ясно, чи зміна величини теплового мосту буде відбуватися аналогічним чи зворотним шляхом [29]. Інженери повинні враховувати всі конструктивні та геометричні параметри системи вентиляваного фасаду, щоб забезпечити високий рівень точності, деталізації та впевненості у результаті, оскільки система повинна бути модульною та легко адаптуватися до різноманітних потреб. Таблиця 3.1 містить дані про параметри дослідження.

Таблиця 3.1 Параметри досліджувальних елементів для дослідження впливу термомостів в залежності від висоти кріпильних кронштейнів та наявності термопрокладки

| № | Тип параметра   | Діапазон даних параметра  | Коментар до параметру   |
|---|---|---|---|
| 1 | Тип кронштейна  | Повної висоти (рис.3.1-б)/<br>наполовину висоти (рис.3.1-<br>а) | Кожен окремий кронштейн системи має свій вид теплової поведінки   |
| 2 | Товщина стіни,<br>мм                                      | Від 100 до 450 і кроком 50                                      | Використані найпоширеніші в Україні товщини стін                  |
| 3 | Теплопровідність матеріалу стіни $\lambda$ , Вт / (м · К) | 0,2; 0,3; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5;<br>2,0; 2,5                     | Найпоширеніші матеріали, що використовуються в стінових елементах |
| 4 | Товщина теплової ізоляції,<br>мм                          | від 0 до 300 з кроком 25  | Використання найпоширеніших стінових теплоізолюючих матеріалів    |
| 5 | Тип анкеру  | Синтетичний, сталевий або анкер з хім. домішками                | Використовуються три типи анкерів                                 |

Для підтримки поверхонь облицювання відомі два види кронштейнів. Стабілізуючі кронштейни підтримують облицювання лише проти вітрового навантаження, а монтажні або несучі кронштейни передають як мертві, так і вітрові навантаження [30]. Найпоширенішим матеріалом для цих кронштейнів є алюміній, який має високу теплопровідність; однак нержавіюча сталь є більш стійким матеріалом. Як показано на рис. 3.4, останні можна перфоровати.

Для оцінки впливу кріпильної системи було проведено дослідження двох стін. Залізобетон мав теплопровідність 1,7 Вт/мК, тоді як автоклавний газобетон мав теплопровідність 0,16 Вт/мК. В обох випадках мінеральна вата служила теплоізоляцією.

Термоміст зазвичай створює багатовимірний тепловий потік, тому стандарт [29] вимагає використання розрахунків у двох або трьох вимірах, враховуючи складну геометрію та значні різниці в теплофізичних властивостях використовуваних матеріалів. Була використана система теплового аналізу, заснована на методі скінченних елементів. Температуру в будь-якій точці моделі, теплові потоки та ефективний коефіцієнт  $U$  ( $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ ) можна виміряти за допомогою системи. Швидкість вітру, випромінювальна здатність стінки та зовнішня температура враховуються при граничних умовах.

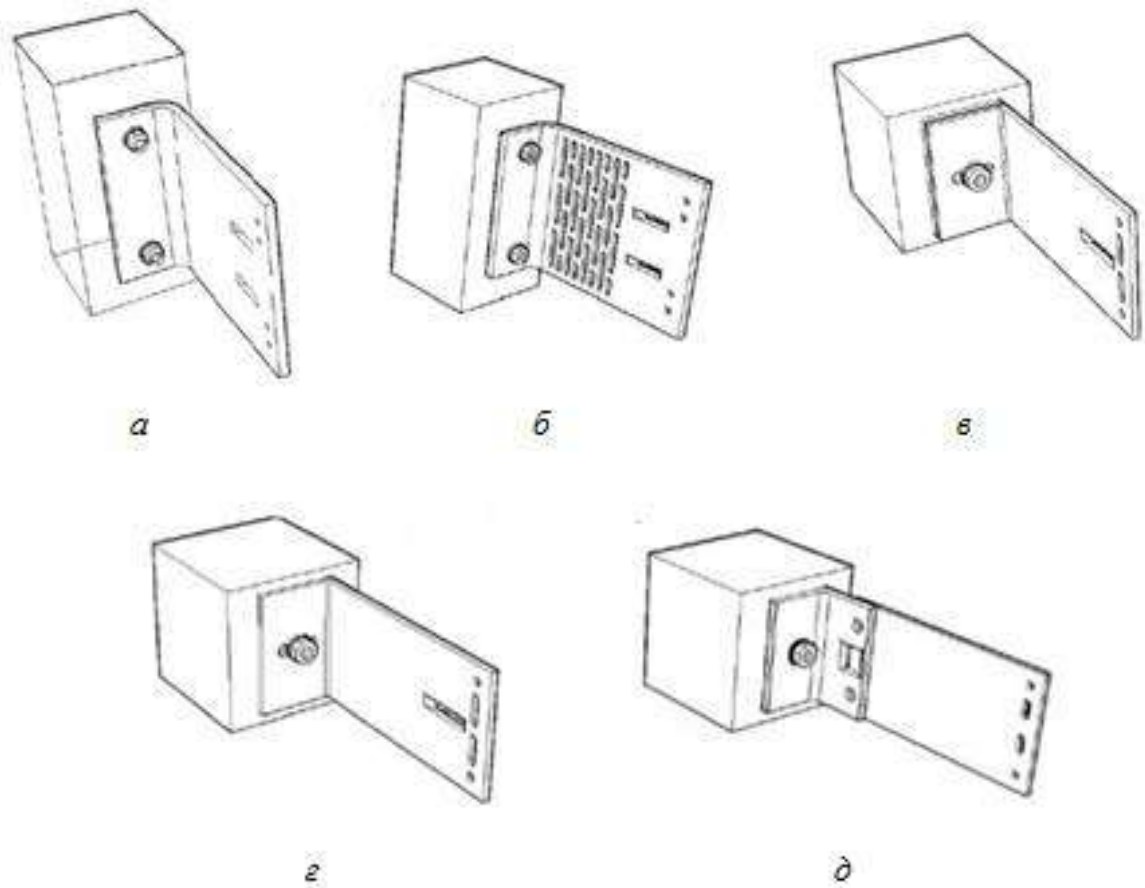


Рисунок 3.4 – Конструкції кронштейнів для монтажу вентилязованих фасадів  
*a* – алюмінієвий або нержавіючий кронштейн; *б* – перфорований кронштейн з нержавіючої сталі; *в* – алюмінієвий стабілізуючий кронштейн з термопрокладкою; *г* – алюмінієвий стабілізуючий кронштейн; *д* – стабілізуючий тепловий кронштейн з пластикового кутового кронштейна зі зміщеною алюмінієвою плоскою стійкою

Розрахунки проводилися за граничними температурами 20 градусів Цельсія та -10 градусів Цельсія, використовуючи такі спрощення: нехтування тепловою опорою за межами вентиляваного зазору, який вважався добре вентиляваним; врахування лише симетричних і повторюваних частин стіни.

Розмір елемента стіни для несучого кронштейна становить 1500 мм × 600 мм. Прямокутник 800 мм на 600 мм добре відображає елемент стіни для стабілізуючих кронштейнів. Розрахунки проводилися з врахуванням чотирьохсот вузлів.

Вплив точкових теплових мостів можна оцінити, порівнюючи розрахований коефіцієнт пропускання. Однак вплив точкових теплових мостів розраховується до одного квадратного метра, отриманого з одновимірного корпусу, який не містить теплових мостів. Ми можемо отримати точкову корекцію теплового мосту, розділивши кількість кріплень на квадратний метр.

Стіни з автоклавного газобетону та залізобетону були предметами аналізу. Для оцінки передбачалося, що висота становить 3 м, а результати були взято горизонтальну смугу шириною 600 мм. Стіни, виготовлені з автоклавного газобетону, мали встановлювати несучі кронштейни в залізобетонній стяжній балці висотою 200 мм. Аналіз перегородки включав розподіл стабілізуючих кронштейнів на відстані 800 мм вертикально та 600 мм горизонтально відповідно. Рис. 3.5 показує форми та розміри стабілізуючих кронштейнів.

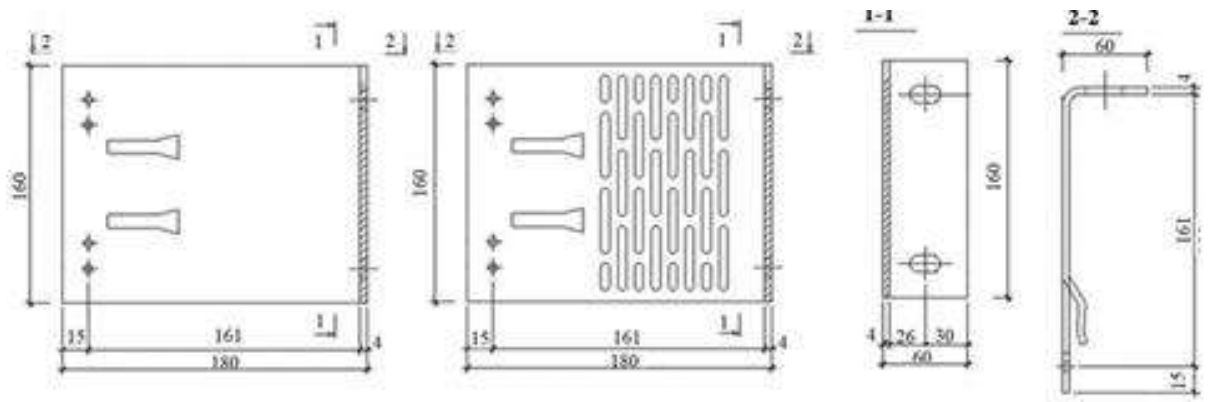


Рисунок 3.5 – Розміри аналізованих несучих кронштейнів

Для дослідження впливу стабілізуючих кронштейнів на тепловий опір стінки аналізували на алюмінієвий кронштейн з термопрокладкою або без неї, а кронштейн виготовлений із пластику з теплопровідністю  $0,30 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  (рис.3.6).

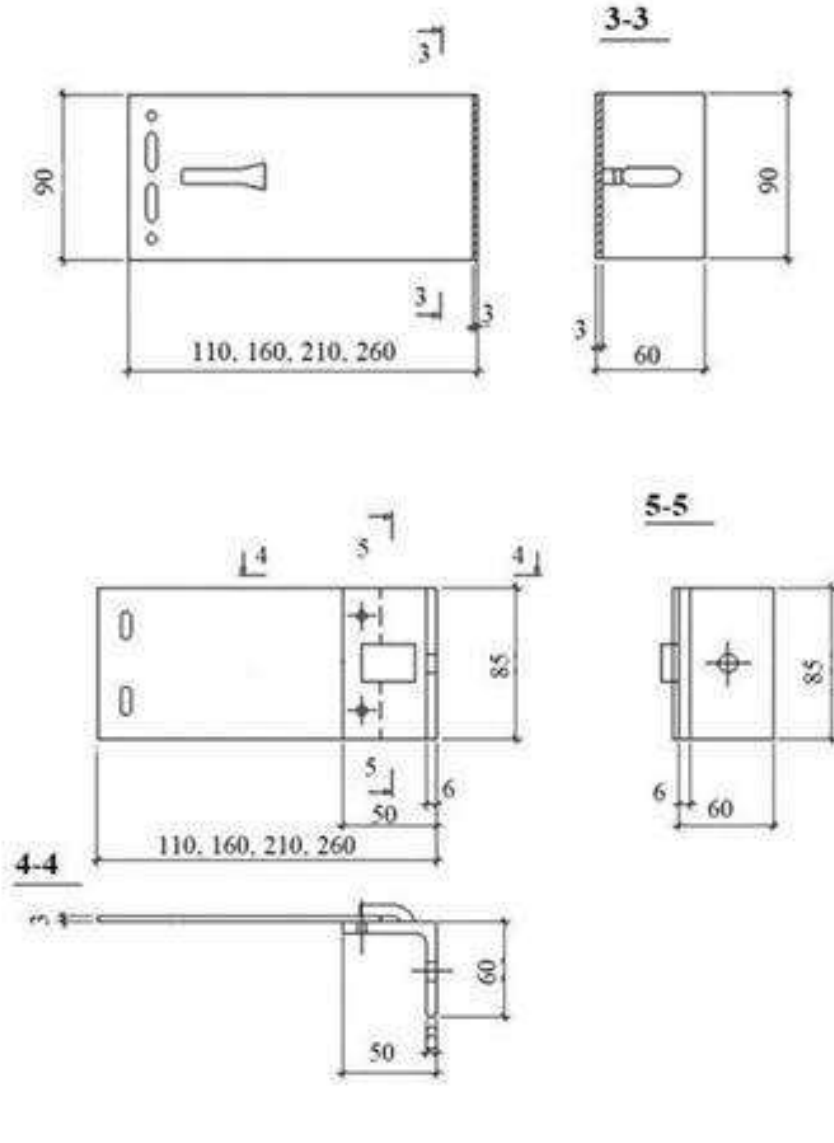


Рисунок 3.6 демонструє розміри аналізованих стабілізуючих кронштейнів. На першому зображенні алюмінієвий кронштейн, а на другому — термокронштейн, виготовлений із пластикового кутового кронштейна зі зміщеною алюмінієвою плоскою стійкою.

Термопрокладки зі спіненого полівінілхлориду (ПВХ) товщиною 5,5 мм мають теплопровідність  $0,12 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ . Рис. 3.7 показує вертикальний переріз системи.

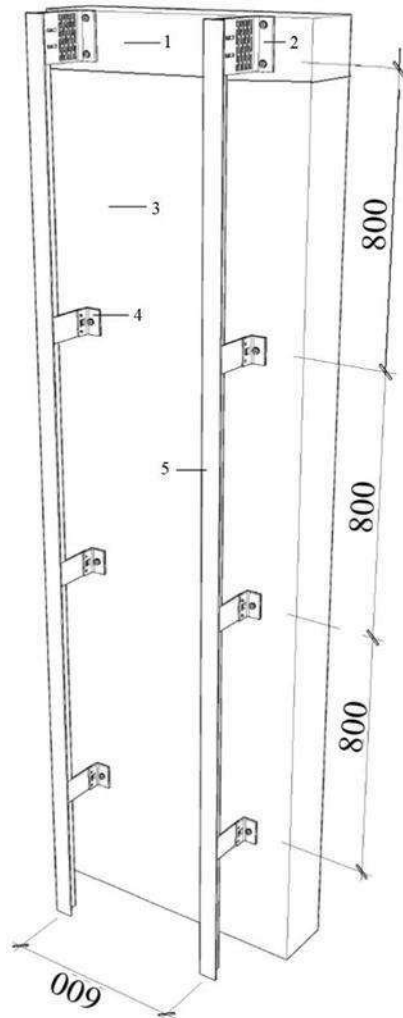


Рисунок 3.7 – Розташування опор для кріпильного каркаса для системи:

1 – залізобетонне перекриття; 2 – несучий кронштейн; 3 – міжповерхова стіна; 4 – проміжний кронштейн; 5 – вертикальна конструктивна стійка

3.1.2 Дослідження впливу термомостів в залежності від висоти кріпильних кронштейнів та наявності терморозривної подушки



Одним із ефективних методів зменшення теплових втрат є використання термопрокладки. Установка термопрокладки з низькою теплопровідністю між стіною та задньою частиною кронштейна повинна значно зменшити втрати тепла. Термічний аналіз підтверджує, що тепловий розрив значно змінює тепловий потік у зоні кронштейна (рис. 3.2). Величина зміни залежить від теплопровідності матеріалу та його товщини. Зберегти необхідні механічні міцності значно обмежує використання матеріалів з низькою теплопровідністю та достатньою товщиною.

Матеріали, які добре теплоізоляціюють, зазвичай не мають достатнього рівня міцності, і навпаки. У більшості випадків для таких систем матеріал із теплопровідністю приблизно  $1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  і товщиною не більше 6 мм є оптимальним [32]. Крім того, як показано на рис. 3.8, терморозривна підкладка не впливає на анкер, який проникає крізь стіну будівлі, тому її можливість зменшити теплопровідність обмежується прямим контактом кронштейна зі стіною.

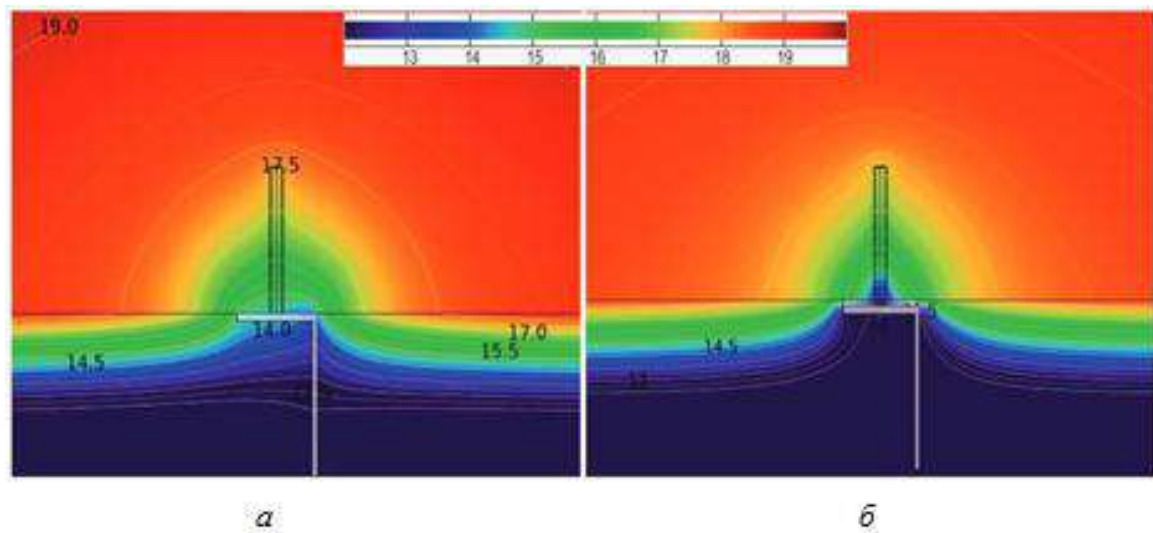
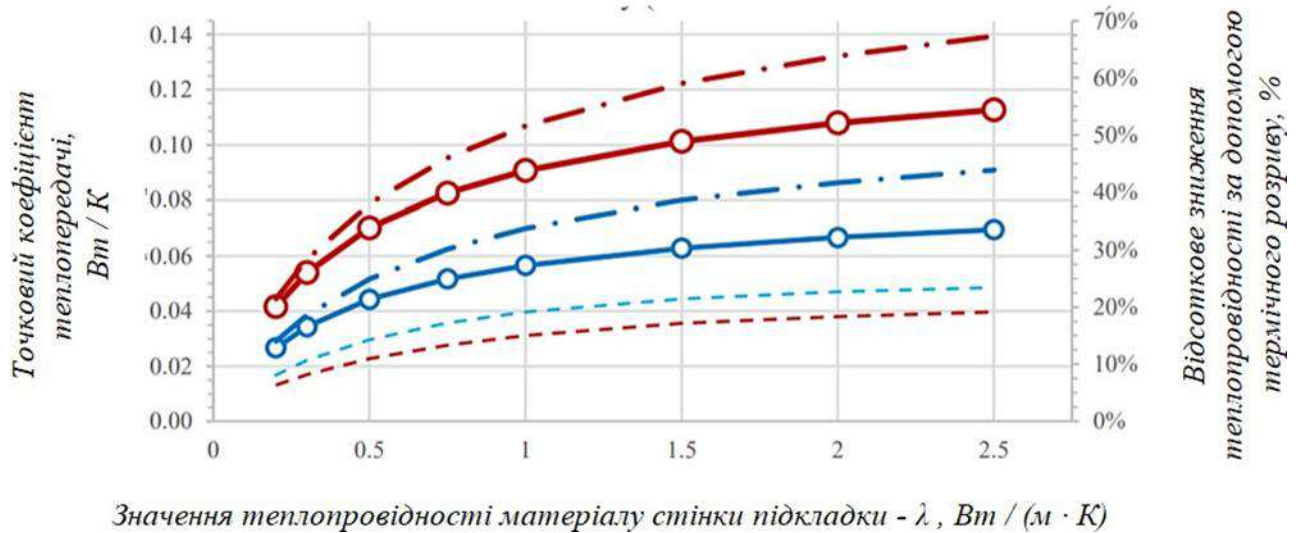


Рисунок 3.8 – Ізотермічні поверхні, що показують розподіл температури на площині, вертикальній до анкера для сценарію а – без терморозриву; б – з терморозривною подушкою.

При розриванні прямого контакту алюмінієвого кронштейна і стінки основи тепловий потік значно зменшується (рис. 3.9).

Точковий коефіцієнт теплопровідності (значення  $\gamma$ ) як функція теплопровідності матеріалу стінки підкладки (товщина теплоізоляції = 0,20 м)



Значення теплопровідності матеріалу стінки підкладки -  $\lambda$ , Вт / (м · К)

Рисунок 3.9 – Вплив теплового розриву на точковий коефіцієнт теплопередачі при різних значеннях теплопровідності стінки підкладки (для сталевго анкера)

- кронштейн повної висоти з терморозривною подушкою;
- кронштейн наполовину висоти з терморозривною подушкою;
- кронштейн повної висоти;
- кронштейн наполовину висоти;
- відсоткове зниження теплопровідності для кронштейна повної висоти;
- відсоткове зниження теплопровідності для кронштейна наполовину висоти

Вплив теплового розриву мінімізується, коли матеріал стінки підкладки має низьку теплопровідність і має високий тепловий опір.

При спорудженні стіни будівлі з порожнисто-глиняної цегли, яка має теплопровідність приблизно 0,5–0,6 Вт/(м·К), ми спостерігаємо збільшення теплового потоку за рахунок відсутності термопрокладки до близько 10% у випадку кронштейна на повну висоту (рис. 3.1, б) і до 15% у випадку кронштейна на одній висоті (рис. 3.1, в). У той же час використання бетону призводить до збільшення теплопровідності для

Використання кронштейнів на половину висоти (рис. 3.1, а) збільшує теплоізоляцію, оскільки тепловий потік направляється через один сталевий анкер після вставки термопрокладки. З іншого боку, при використанні кронштейнів на всю висоту площа провідного сталевого матеріалу збільшується вдвічі, що зменшує додатковий захист, який надає така підкладка. У випадку кронштейна з тепловим розривом тепловий потік в основному концентрується навколо анкера, як показано на рис. 3.8, б. З іншого боку, у випадку відсутності термопрокладки температура матеріалу розподіляється рівномірно, як показано на рис. 3.8, а.

Установка вентиляованого фасаду на матеріали з низькою теплопровідністю є хорошим способом зменшити кількість термомостів. Вважається, що кріплення фасаду до матеріалів з низькою механічною міцністю може виконувати лише незначну функцію. Натомість фасад слід кріпити на матеріали з більшою міцністю та теплопровідністю [28].

Існуючі стіни будинків із навісними вентиляованими фасадами можуть бути виготовлені з різних матеріалів, від легких, які не потребують теплоізоляції, до важких, таких як залізобетон, який є хорошим теплопровідником.

У процесі аналізу було проведено дослідження впливу теплопровідності стінки підкладки на точковий коефіцієнт теплопередачі. Цей діапазон теплопровідності включав найпоширеніші будівельні матеріали. Теплопровідність стінового матеріалу коливається від 0,2 до 2,04 Вт/(м•К), як показано на рис. 3.10. Теплопровідність легкого бетону 0,2 Вт/(м•К), глиняної цегли 0,60 Вт/(м•К), а залізобетону в формі колон, балок і плит 1,7–2,04 Вт/(м•К). Ці показники залежать від складу матеріалу.

Як показав аналіз, типи кронштейнів, кількість анкерів або товщина шару ізоляції не впливають на теплопровідність системи в конструкціях стін з матеріалів, що мають хороші теплоізоляційні властивості. Це пов'язано з тим, що сама стіна забезпечує високу теплоізоляцію між холодним кронштейном і теплим кронштейном внутрішньою частиною будівлі. Однак традиційні матеріали, такі як

цегла або бетон, не забезпечують достатнього захисту, а точковий коефіцієнт теплопропускання може бути надзвичайно високим. Кронштейни на повну висоту мають вищу теплопровідну здатність, ніж одноанкерні кронштейни на половину висоти, як показано на рис. 3.10.

*Точковий коефіцієнт теплової віддачі (значення  $\chi$ ) як функція теплопровідності матеріалу стінки підкладки*

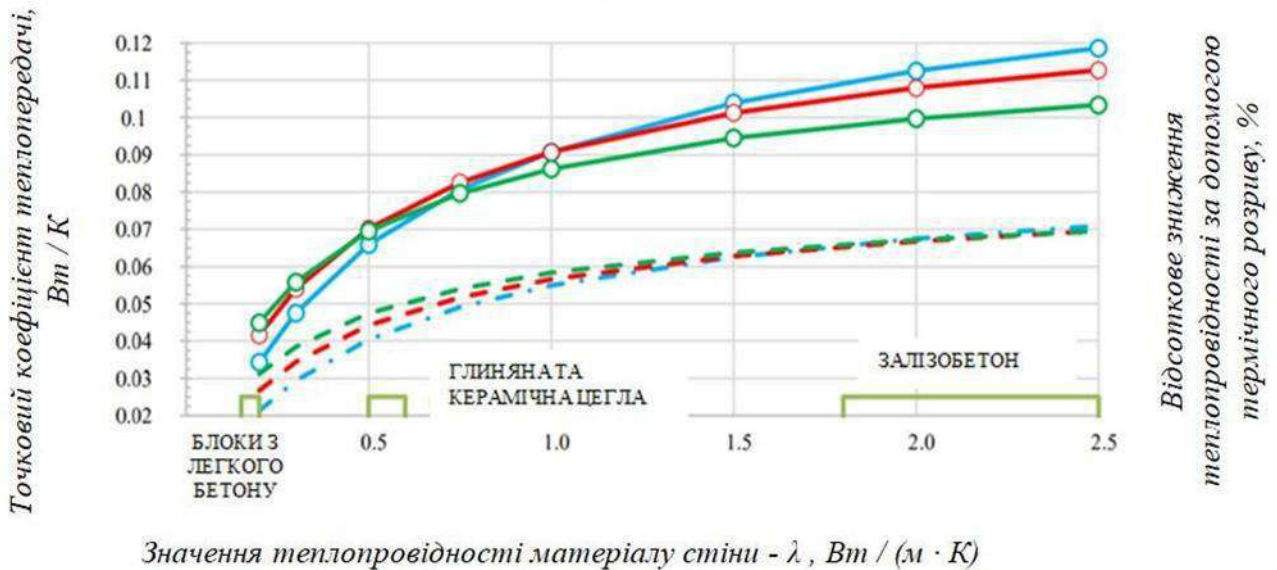


Рисунок 3.10 – Вплив значення теплопровідності матеріалу стіни на

- — товщина 0,1; кронштейн повної висоти;
- — товщина 0,2; кронштейн повної висоти;
- — товщина 0,3; кронштейн повної висоти;
- - -□- - - — товщина 0,1; кронштейн на половину висоти;
- - -□- - - — товщина 0,2; кронштейн на половину висоти;
- - -□- - - — товщина 0,3; кронштейн на половину висоти

Вентильний фасад складається з теплоізоляційного шару, який розташований на зовнішній стороні стіни основи. Ця характеристика є

найважливішою, оскільки ефективність таких систем повністю залежить від неї. У більшості випадків стандарти та вимоги [18] вимагають мінімальної товщини утеплювача, щоб гарантувати найвищий можливий коефіцієнт теплопропускання елемента.

стіни (U-значність). У цьому аналізі мінеральна вата, яка мала теплопровідність  $0,035 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , була матеріалом, який використовувався для теплоізоляції.

Рис. 3.11 показує результати дослідження теплопровідності.

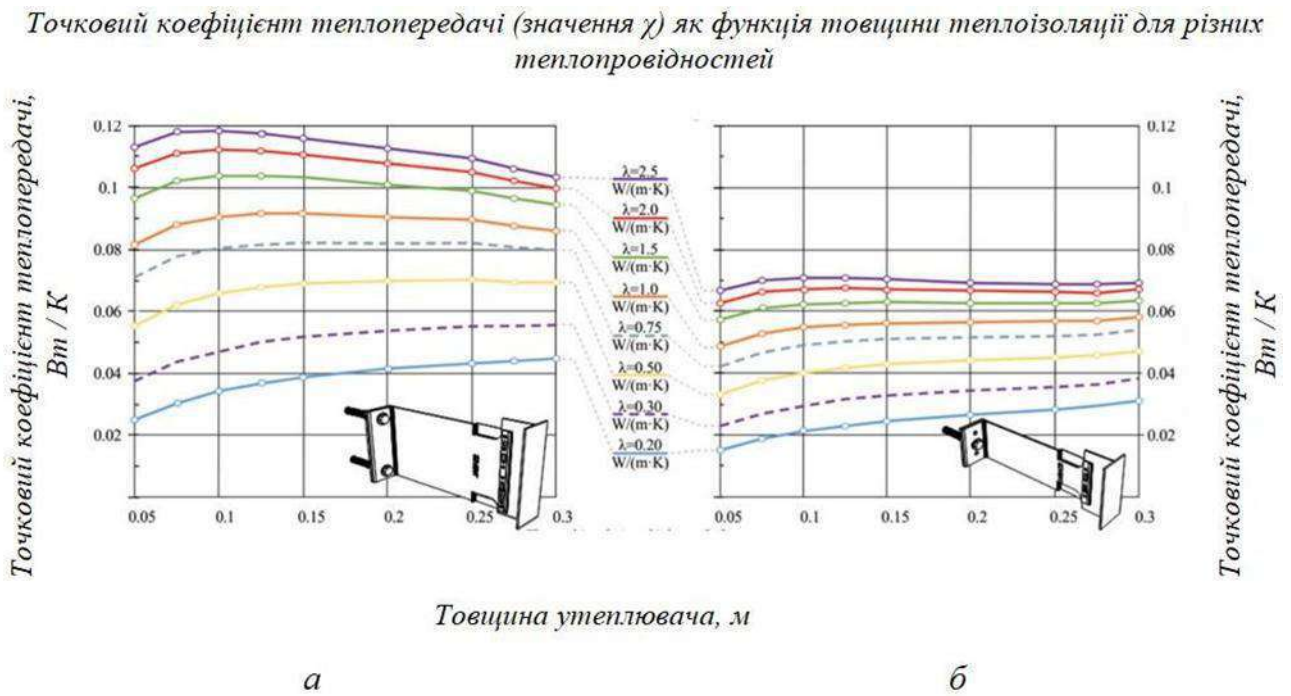


Рисунок 3.11 – Вплив товщини утеплювача з мінеральної вати ( $\lambda = 0,035 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ ) на точковий коефіцієнт теплопередачі для кронштейнів двох видів:

а – кронштейн повної висоти, б – кронштейн на половину висоти

Втрати тепла значні, коли конструктивні елементи каркасу системи вентиляваного фасаду мають низькі теплоізоляційні властивості.

Коли використовуються високі кронштейни повної висоти, очікується, що існуючі стінові матеріали мають теплопровідність більше  $0,5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , що означає, що збільшення товщини теплоізоляції може призвести до незначного зменшення теплопровідності. Це пояснюється тим, що товщина шару теплоізоляції дорівнює довжині, через яку тепло має проходити через кронштейн (рис.3.11, а).

Відмінності між різними стіновими матеріалами менші, коли використовуються кронштейни на половину висоти. У зв'язку з більшою теплостійкістю цього типу

Порівняно з попередньою ситуацією, кількість анкерів, які проникають через ізоляцію кронштейна, зменшена на п'ятдесят відсотків. Отже, теплопровідність самої стіни не є такою важливою, оскільки теплові потоки термомостів вже зменшені завдяки вищому тепловому опору одинарного кронштейна (рис. 3.11, б).

Для анкерів можна використовувати сталь або пластик, залежно від основи. Анкери з хімічними домішками є привабливою альтернативою для систем вентфасаду, якщо якість, умови та старіння матеріалу основи можуть бути невідомі. Це головним чином через їхні механічні властивості.

Тонка суцільна підкладка, яка відокремлює кріплення від матеріалу підкладки, виконує функцію теплоізолятора, зменшуючи тепловий контакт між кріпленням і стіною. Це є найслабшою частиною анкерної системи для утворення термомосту.

Дослідження показують, що досліджувані матеріали мають значний вплив на ефект утворення теплового мосту. Значення теплопровідності сталевих анкерів становить  $0,65 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , тоді як значення пластикових анкерів становить  $0,20 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  і  $0,09 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ . Однак дуже тонкий шар (2...3 мм) на сталевому кріпильному елементі може вказувати на важливість самого анкера.

Враховуючи повну висоту кронштейна та високу теплопровідність матеріалу стіни, як показано на малюнку 3.12, значення анкера збільшується. Це свідчить про те, що анкер з хімічними домішками може зменшити теплові потоки в системі, особливо в ситуаціях, коли інші параметри кріпильної системи не дозволяють утворювати «містки холоду» в найкращому можливому вигляді. Зменшення теплопровідності спостерігається на приблизно 10%.

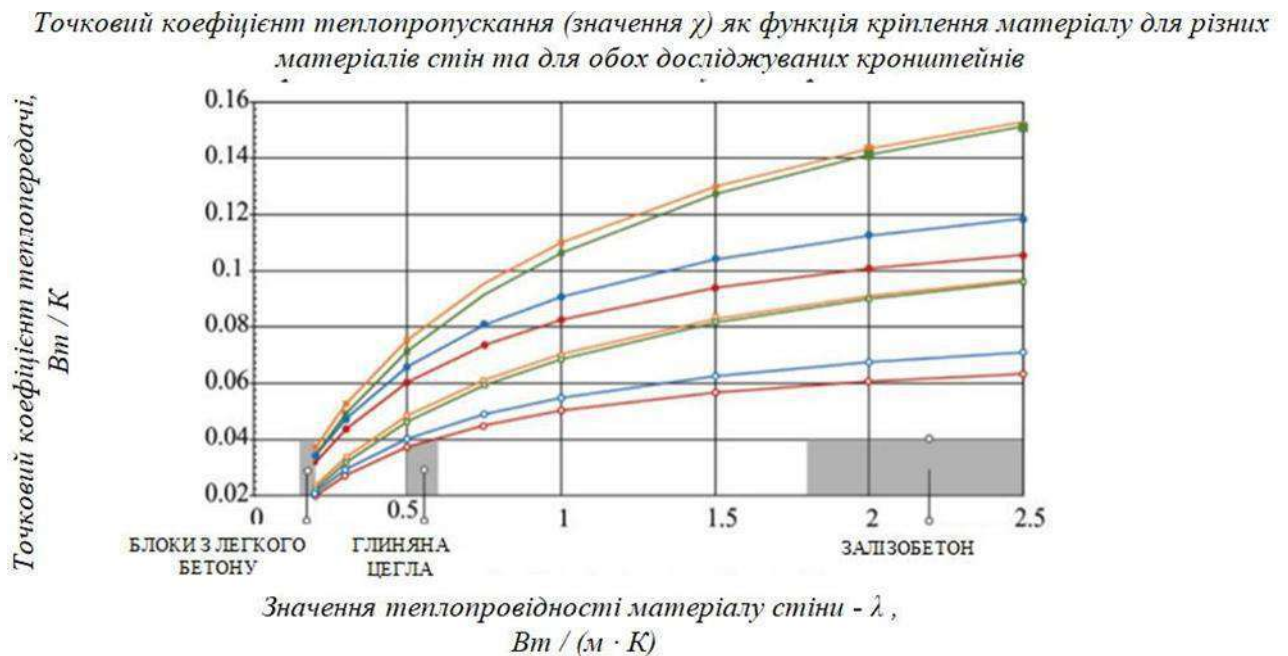


Рисунок 3.12 – Вплив товщини теплоізоляції на точковий коефіцієнт теплопередачі для різноманітної теплопровідності стінки анкера

- — анкер з хім. домішками з терморозривною подушкою, кронштейн повної висоти;
- — анкер з хім. домішками з терморозривною подушкою, кронштейн на половину висоти;
- — анкер з хім. домішками, кронштейн повної висоти;
- — анкер з хім. домішками, кронштейн на половину висоти;
- — товщина 0,2; кронштейн на половину висоти;
- — товщина 0,3; кронштейн на половину висоти
- — сталевий анкер з терморозривною подушкою, кронштейн повної висоти;
- — сталевий анкер з терморозривною подушкою, кронштейн на половину висоти.

Розчини з термопрокладкою та без неї мають різницю в коефіцієнтах теплопередачі від 7% до 10% у відповідних товщинах. Хоча ці зміни невеликі, на жаль, вони не значно покращують ізоляцію перегородки через підвищений точковий вплив алюмінію на втрати тепла. При використанні алюмінію в якості кронштейна застосування таких прокладок перевищує теплові властивості фасаду, навіть при товщині теплоізоляції 250 мм.

3.1.3 Дослідження впливу термомостів на теплопровідність системи вентиляваного фасаду з урахуванням конструктивних особливостей кріпильних кронштейнів та їх матеріалів

На рис. 3.13 показано результати аналізу впливу конструктивних особливостей кронштейнів для чотирьох різних варіантів товщини мінеральної вати: 100, 150, 200 і 250 мм. Результати показують, що як для стін без точкових мостів, так і для конструкційних кронштейнів можна виправити точкові теплові мости. Конструкційні кронштейни мають товщину 4 мм, а площа контакту зі стіною становить 60 мм на 160 мм (рис. 3.5). Наприклад, на рис.3.13 показано, що ефект впливу кронштейнів більший у матеріалах з більшим тепловим опором (автоклавний газобетон), спостерігається збільшення на 11–13 відсотків, тоді як для залізобетонних стін це лише 3–5 відсотків.



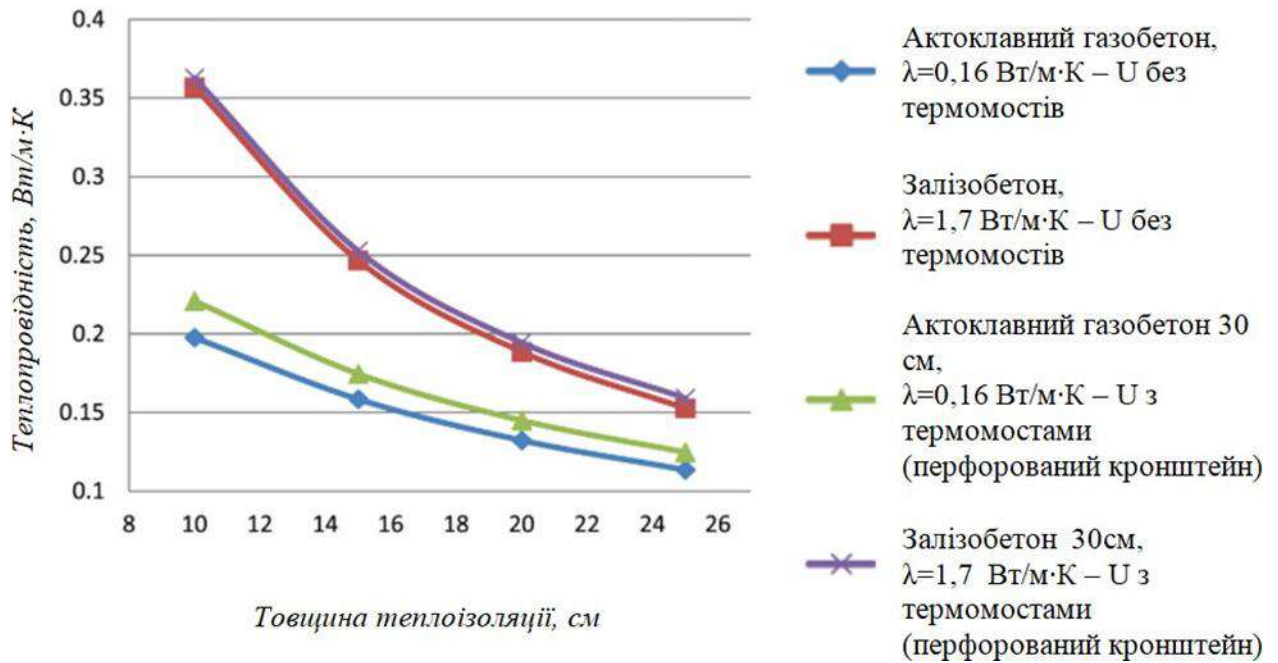


Рисунок 3.13 – Значення коефіцієнтів теплопередачі в залежності від товщини шару теплоізоляції для фасаду з урахуванням впливу додаткових теплових втрат, спричинених наявністю перфорованого кронштейна з нержавіючої сталі

У наступних аналізах використовувалися різні стабілізатори для визначення впливу перфорованих структурних кронштейнів.

кронштейнів. Застосування алюмінію (з теплопровідністю при 200 Вт/м·К) як стабілізуючого кронштейна спричиняє значні втрати тепла.

Залізобетонна підкладка підвищує температуру між теплоізоляцією та залізобетоном, посилюючи теплообмін. Стабілізуючий кронштейн має товщину 3 мм, а площа контакту зі стіною становить 60 мм на 90 мм. У цьому випадку залізобетонна стіна має теплопровідність всієї перегородки, яка збільшується до 46–71%. Газобетон становить лише 23–28%.

Кількість впливу на будівельні частини стіни визначається відстанню між кронштейнами. Для всіх проаналізованих випадків кількість стабілізуючих

кронштейнів становила 2,09 на квадратний метр поверхні, тоді як кількість структурних кронштейнів становила 0,57 на квадратний метр.

На рис. 3.14 показано значення коефіцієнтів теплопровідності для різних стін із системою вентиляваного фасаду, а також для стабілізуючих кронштейнів із термопрокладками з алюмінію та нержавіючої сталі. Застосування термопрокладки діаметром п'ять міліметрів під алюмінієві кронштейни при встановленні кронштейнів на залізобетонну стіну з низькою теплоємністю забезпечує збереження тепла на п'ять-десять відсотків. Стіни, виготовлені з газобетону, потребують незначного покращення.

На рис. 3.15 показано значення коефіцієнтів теплопровідності для різних стін у системі вентиляваного фасаду з перфорованими нержавіючими сталевими кронштейнами та алюмінієвими стабілізуючими кронштейнами.

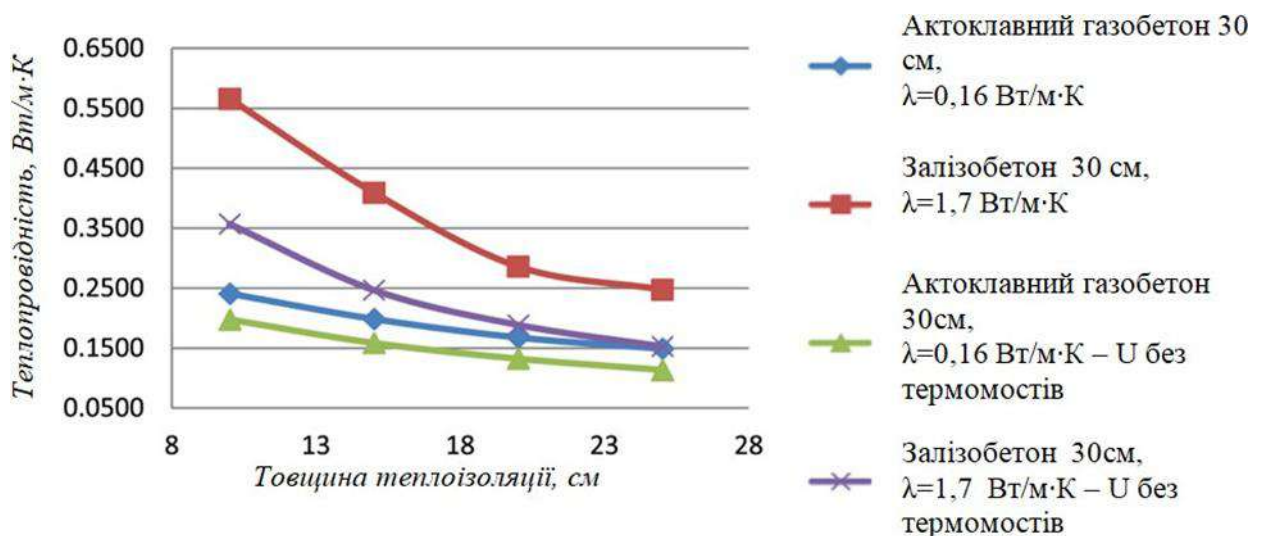


Рисунок 3.14 - Значення коефіцієнтів теплопровідності різних стін з системою вентиляваного фасаду і перфорованими нержавіючими сталевими кронштейнами з нержавіючої сталі та алюмінієвими стабілізуючими кронштейнами з термопрокладками

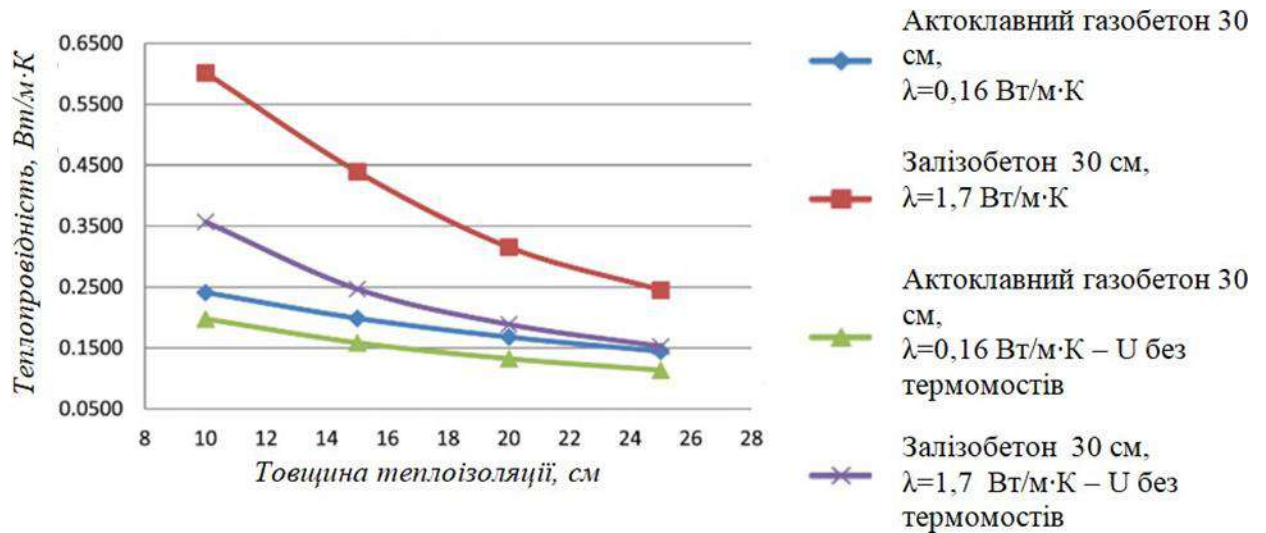


Рисунок 3.15 - Значення коефіцієнтів теплопровідності різних стін з системою вентиляваного фасаду перфорованими нержавіючими сталевими кронштейнами та алюмінієвими стабілізуючими кронштейнами

Багато виробників вентиляваних фасадних систем пропонують використовувати пластик для стабілізації кронштейнів. Таким чином, Г-подібний кронштейн із пластику з коефіцієнт теплопровідності  $\lambda = 0,30$  Вт/(м·К). На ньому встановлена плоска планка з алюмінію. У цьому методі високопровідний алюмінієвий елемент відокремлюється від несучої стіни приблизно на тридцять міліметрів, а не лише на п'ять міліметрів, як у випадку з термопрокладкою. Рис. 3.16 демонструє вплив цього рішення, яке зосереджується на стабілізації кронштейна на кінцевому значенні швидкості проникнення тепла.

На рис. 3.16 показано значення коефіцієнтів теплопровідності стіни для системи вентиляваного фасаду, яка використовує термокронштейни, а також перфоровані нержавіючі сталеві кронштейни.

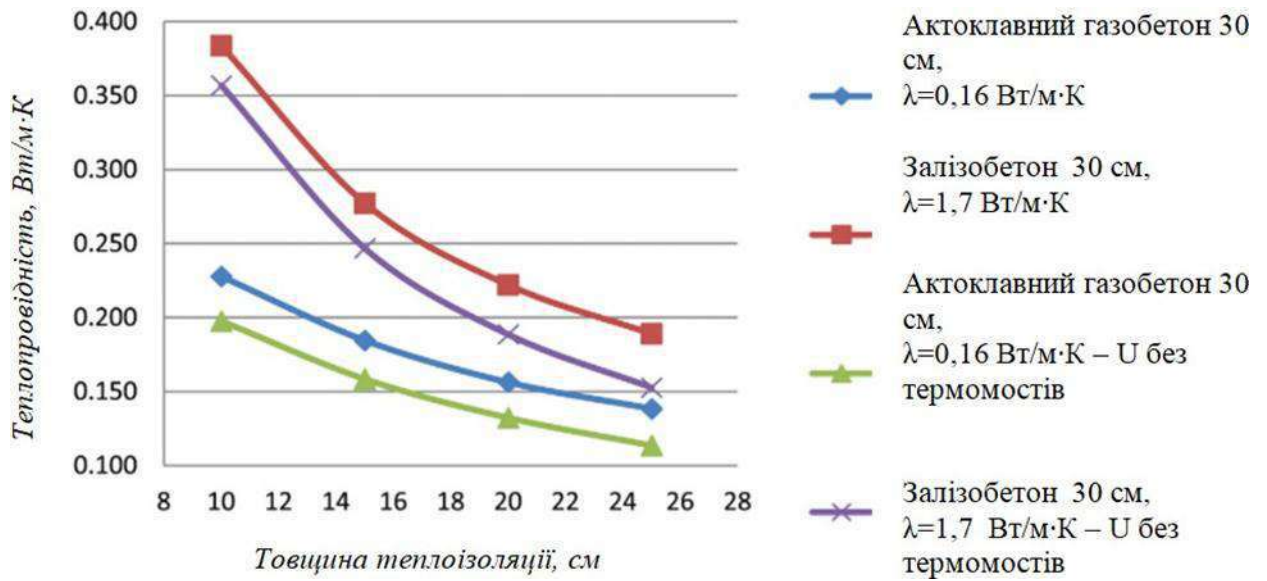


Рисунок 3.16 – Значення коефіцієнтів теплопровідності стіни з системою вентильованого фасаду з перфорованими нержавіючими сталевими кронштейнами та стабілізуючими кронштейнами з пластику (термокронштейни)

Необхідно пам'ятати, що використання кронштейнів, перфорованих з нержавіючої сталі, а також термостабільних кронштейнів, що стабілізують, значно впливає на коефіцієнт пропускання компонента. Збільшення для стін з автоклавного газобетону становить від 14% до 20% залежно від товщини теплоізоляції, тоді як для стін із залізобетону становить від 7 до 22%. Коефіцієнт теплопровідності залізобетонних стін особливо важливий. Контакт алюмінію

Кронштейни та залізобетонні стіни забезпечують більш інтенсивний теплообмін порівняно з автоклавним газобетоном.

Дослідження та результати, представлені в ньому, дозволяють оцінити вплив точкових теплових мостів. На втрати тепла значно впливає тепловий ефект кронштейнів. Не завжди збільшення товщини теплоізоляційного шару компенсує цей ефект. Щоб компенсувати збільшення деформації кронштейна, необхідно збільшити його перетин, оскільки товщина ізоляції збільшується. Через це коефіцієнт теплопередачі буде більшим, ніж результати розрахунку.

Незалежно від товщини використовуваної ізоляції, поперечні перерізи кронштейнів були однаковими, як припускали під час проведення аналізів. Використання шарів ізоляції з підвищеною теплопровідністю ( $\lambda$  (Вт/м·К) з практичної точки зору також призведе до інтенсифікації точкових теплових мостів за допомогою кронштейнів, а також до покращення корекції величини  $\Delta U$ . Використання пластикових кронштейнів і вентильованих фасадів на стінах із матеріалів з високим термічним опором є найефективнішим способом зменшення теплових містків.

### 3.2. Висновки за розділом 3

Вплив точкових термомостів на систему вентильованого фасаду оцінено за допомогою досліджень і аналізів, представлених у цьому розділі. Термомости, що зосереджуються в місцях, де кріпильна система з'єднується з зовнішньою стіною будівлі, спричиняють значні втрати тепла для огорожуючих конструкцій. У деяких випадках збільшення товщини шару теплоізоляції збільшує деформацію кріпильного кронштейна та не компенсує цей вплив на систему. Таким чином, перетин кронштейна повинен бути більшим. Як наслідок, збільшується площа, яка залишається між кронштейном і стіною. Коефіцієнт теплопровідності всієї конструкції буде значно вищим через це.

Незалежно від товщини використовуваної ізоляції кронштейни мали однакові поперечні перерізи, коли проводилися дослідження. Використання шарів ізоляції з підвищеною теплопровідністю ( $\lambda$  (Вт/м·К) з практичної точки зору призведе до покращення точкових теплових мостів за допомогою кронштейнів і збільшення корекції величини  $\Delta U$ . Використання пластикових кронштейнів і вентильованих фасадів на стінах із матеріалів з високим термічним опором є найефективнішим способом зменшення термомостів.

Для найбільш поширених типів стін оптимальні товщини утеплювального матеріалу визначаються шляхом розрахунку опору теплопровідності елементів конструкцій зовнішніх стін з урахуванням впливу кріпильного каркасу вентильованого фасаду. Після цього визначте середні вартості облицювальних матеріалів на квадратний метр.

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

В технічному розділі розглянуто термомодернізацію житлового об'єкта у місті Хмельницький.

### 4.1 Архітектурно-будівельні рішення

#### 4.1.1 Результати обстеження

Земельна ділянка для термомодернізації багатоквартирних 9-ти поверхових житлових будинків з вбудовано-прибудованими приміщеннями громадського призначення по вул.Бандери, 80 розташована в північній частині м.Хмельницького, в мікрорайоні «Озерна».

Земельна ділянка має прямокутну форму загальною площею 1,2096 га. На даний час на земельній ділянці розташована стоянка для автомобілів та незавершене будівництво 2-х поверхової будівлі. Через земельну ділянку проходить мережа водопроводу Ø 100мм та напірна каналізація від мийки, що розташована зі сторони вул.Бандери.

Рельєф ділянки має значний перепад. По вул.Залізняка загальною довжиною 125м перепад складає 3м. Ділянка вільна від зелених насаджень.

Ділянка межує:

- зі сходу – 9-ти поверховий панельний житловий будинок та територія школи, що будується, та вулиця Залізняка;
- з півдня – стоянка легкових автомобілів;
- півночі – 2-х поверхова котеджна забудова;
- із заходу – мийка автомобілів та вулиця С.Бандери.

Проектом передбачається термомодернізація 8-ми блок-секцій житлового будинку.

I черга – 2 рядові блок-секції і 1 кутова, в якій розташовані приміщення громадського призначення, розділені на 4 відділи.

II черга – аналогічно 2 рядові і одна кутова, в яких розташовані вздовж вул.Залізняка 10 відділів приміщень громадського призначення.

III черга – це дві рядові блок-секції, без вбудовано-прибудованих приміщень громадського призначення.

Загальна кількість квартир по всіх чергах будівництва складає 292 квартири, загальною площею житла 18300 м<sup>2</sup>; загальна кількість вбудовано-прибудованих приміщень – 14 відділів загальною площею 980,6 м<sup>2</sup>.

#### 4.1.2 Розрахунки теплової ізоляції

Розрахунок товщини теплової ізоляції зовнішніх стін. Визначаємо товщину шару теплової ізоляції зовнішніх стін, м.Хмельницький знаходиться в I-й температурній зоні України ( ДБН В.2.6-31:2016 табл. В).

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни ( згідно з таблицею 1) становить:  $R_q \min = 4,0 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ .

Таблиця 4.1 Конструкція стіни з її характеристиками.

| № шару | Найменування шару                               | Густина $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup> | Товщина $\delta$ , м | Теплопровідність $\lambda$ , Вт(м x К) |
|--------|---|--------------------------------------|----------------------|--|
| 1      | Внутрішня штукатурка з вапняно-піщаного розчину | 1800                                 | 0,015                | 0,93                                   |
| 2      | Кладка цегляна з повнотілої глиняної цегли      | 1800                                 | 0,51<br>0,38         | 0,81                                   |
| 3      | Мінераловатні плити                             | 135                                  | ?                    | 0,045                                  |
| 4      | Розчин клею чий по склосітці                    | 1600                                 | 0,01                 | 0,81                                   |



Опір теплопередачі для даної чотирьохшарової конструкції визначаємо по формулі ( И.1)

$$R \Sigma = 1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_{з} .$$

Приймаючи  $R \Sigma = R_{q \min}$ , знаходимо товщину утеплювача

$$\delta_3 = ( R_{q \min} - 1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 ) \times \lambda_3, \text{ де}$$

$\alpha_{в} = 8,7 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні.

$\alpha_{з} = 23 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої.

$$\text{Тоді } \delta_3 = (3,3 - 1/8,7 - 0,015/0,93 - 0,51/0,81 - 0,010/0,81) \times 0,045 = 0,10233 \text{ м.}$$

$$\text{Тоді } \delta_3 = (3,3 - 1/8,7 - 0,015/0,93 - 0,38/0,81 - 0,010/0,81) \times 0,045 = 0,10953 \text{ м}$$

Згідно з розрахунками приймаємо товщину утеплюючого шару — 120 мм.

Опір теплопередачі зовнішніх стін, з урахуванням прийнятої товщини утеплювача, становить:

$$R \Sigma = 1/8,7 + 0,015/0,93 + 0,51/0,81 + 0,12/0,045 + 0,010/0,81 + 1/23 = 3,59 \text{ К*м}^2/\text{Вт} \text{ ( цегла 510мм.)}$$

$$R \Sigma = 1/8,7 + 0,015/0,93 + 0,38/0,81 + 0,12/0,045 + 0,010/0,81 + 1/23 = 4,179 \text{ К*м}^2/\text{Вт} \text{ ( цегла 380 мм.)}$$

Розрахунок товщини теплової ізоляції покриття даху

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі покриття даху ( згідно з таблицею

становить:  $R_{q \min} = 6,00 \text{ м}^2 * \text{К/Вт}$

Таблиця 4.2 Шари покриття даху

| № шару | Найменування шару                 | Густина $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup> | Товщина $\delta$ , м | Теплопровідність $\lambda_p$ , Вт(м x К) |
|--------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--|
| 1      | Залізобетонна плита<br>перекриття | 1450                                 | 0,22                 | 2,04                                     |
| 2      | Утеплювач<br>Мінераловатний       | 160                                  | ?                    | 0,05                                     |
| 3      | Цементно-пісчана стяжка           | 1600                                 | 0,04                 | 0,81                                     |

Опір теплопередачі для даної трьохшарової конструкції визначаємо по формулі ( И.1)

$$R_{\Sigma} = 1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_{1p} + \delta_2/\lambda_{2p} + \delta_3/\lambda_{3p} + 1/\alpha_{з} .$$

Приймаючи  $R_{\Sigma} = R_q \text{ min}$ , знаходимо товщину утеплювача

$$\delta_3 = R_q \text{ min} - (1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3) \times \lambda_3, \text{ де}$$

$\alpha_{в} = 8,7 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої.

$\alpha_{з} = 23 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні.

$$\text{Тоді } \delta_3 = (6,00 - 1/8,7 - 0,22/2,04 - 0,04/0,81 - 1/23) \times 0,05 = 0,2621 \text{ м.}$$

Згідно з розрахунками приймаємо товщину утеплюючого шару — 300 мм.

Опір теплопередачі покриття даху, з урахуванням прийнятої товщини утеплювача, становить

$$R_{\Sigma} = 1/8,7 + 0,22/2,04 + 0,3/0,05 + 0,04/0,81 + 1/23 = 6,758 \text{ К*м}^2/\text{Вт}$$

Умова ( 1 )  $R_{\Sigma} > R_q \text{ min}$ , виконується.

Будівля запроектована з внутрішніми та зовнішніми несучими поздовжніми стінами із звичайної цегли.

Фундаменти прийняті — пальові із паль січенням 300x300 по серії 1.011.1-10 Вип1.

Ростверки монолітні бетонні з бетону класу С12/15 армовані арматурою класу А500С та А240С стрічкового типу під стіни.

Стіни підвальної частини - із збірних бетонних блоків по ГОСТ 13279-78\*.

Стіни надземної частини — із звичайної повнотілої цегли на цементно піщаному розчині. Марка цегли та розчину приведені в розділі АБ.

Перемички — збірні залізобетонні по серії 2831-ПБ-1.

Плити перекриття — збірні залізобетонні по серії 1105-ПЕ-0-1; серія 87.4.10.

Сходи, площадки — сходові марші збірні залізобетонні по серії 1.151.1-7 площадки по серії 1.152.1-8

Вікна і балконні двері — металопластикові індивідуального виготовлення під запроектовані прорізи.

Двері - в технічні приміщення протипожежні сертифіковані, в квартири: вхідні — броньовані, внутрішні між кімнатні згідно ГОСТ 6629-88.

Підлога — керамічна плитка, бетонні, лінолеум.

Прибудовані частини магазинів

Фундаменти – стовпчасті, монолітні бетонні армовані арматурою класу А 500С та А240С з бетону класу С16/20.

Каркас (пілони, плита перекриття) – монолітні бетонні з бетону класу С 18/22,5 армовані арматурою класу А500С та А240С.

Стіни надземної частини – зовнішні з ніздрюватого газоблоку товщиною 250мм. Вікна і двері – металопластикові індивідуального виготовлення під запроектовані прорізи. Підлога – керамічна плитка.

Зовнішні стіни житлового будинку оштукатурюються по сітці та утеплювачу і фарбуються мінеральною водостійкою фасадною фарбою двох кольорів TRIORA 6033 Р та TRIORA143 А. Цокольна частина штукатуриться цементно-піщаним розчином і фарбується.

Накриття балконів виконується з металочерепиці червоного кольору RAL8007.

## 4.2 Технологічна карта на влаштування вентиляованого фасаду

### 4.2.1 Галузь застосування

Дана технологічна карта розроблена для монтажу навісного вентиляованого фасаду з облицюванням НРL панелями Crown із використанням під конструкції KMD VF. Технологічна карта застосовується: при будівництві нових будівель і споруд, реконструкції та капітальному ремонті існуючих будівель та споруд.

Карта (ТК) призначена для виробництва зовнішніх облицювальних робіт.

У змісті ТК включені вимоги, що пред'являються до облицювальних матеріалів, порядок і технологія монтажу, сортамент профілів, типові вузлові рішення, рішення по технології і організації виконання облицювальних робіт з забезпеченням їх якості, техніки безпеки і охорони праці.

В організаційно-технологічній частині карти містяться рішення щодо організації робіт, наводиться технологічний комплект обладнання, засобів механізації, ручного та механізованого інструменту, пристосувань та інвентарю, характеристики і схеми кріплення облицювання до підсистеми і підсистеми до основи.

При використанні даної технологічної карти, **ОБОВ'ЯЗКОВО** необхідно:

- прив'язати до конкретного робочого проекту (РП);
- прив'язати до умов конкретного об'єкту (будівельного майданчика), де буде здійснюватися монтаж НВФ;
- узгодження варіантів рішення ТК з представниками замовника або Генпідрядної організації;
- прив'язати до використовуваних засобів механізації, ручного і механізованого інструменту і пристосувань інвентарю;
- прив'язати до конкретних умов праці.

Організація і проведення робіт, передбачені цією технологічною картою при будівництві, реконструкції і ремонті об'єктів на території України повинні здійснюватися з дотриманням вимог інструкцій про роботи з оздоблення фасадів

будь-яких зовнішніх частин будівлі, споруд і будівель, розташованих на території України.

До складу робіт, що розглядаються в ТК, входять:

- розмітка і установка кронштейнів;
- установка утеплювача;
- установка напрямних і виставлення по площині;
- установка елементів облицювання;

ТК може бути застосована при будівництві об'єктів будь-якої складності і призначення з урахуванням конкретних умов будівництва та допустимої поверховості.

В процесі монтажу необхідно строго дотримуватися всіх вимог техніки безпеки та охорони праці відповідно до діючих нормативних документів на території України.

#### 4.2.2 Загальні положення

Навісні вентилявані фасади призначені для утеплення та облицювання зовнішніх огорожувальних конструкцій, будівництві нових, реконструкції та капітального ремонту існуючих будівель і споруд.

Системи KMD VF є багатошаровими конструкціями, що включають несучий металевий (з алюмінієвого сплаву) каркас (систему кріплення), прикріплений до основи (несучих конструкцій зовнішньої стіни), шар утеплювача і фасадний облицювальний шар, прикріплений до елементів несучого каркаса.

При цьому, між облицювальним шаром і шаром утеплювача влаштовується вентиляований повітряний прошарок, за допомогою якого волога, яка накопичується в утеплювачі, ефективно видаляється. Можливий варіант застосування цих систем без утеплювачів.

Система кріплення KMD VF складається з деталей і збірних одиниць. По

функціональному призначенню можна розділити на:

- основні деталі: кронштейни; стійки несучі; подовжувачі кронштейнів;
- облицювальні елементи: заклепки, профілі аграфні, анкерні заклепки;
- другорядні деталі: терморозриви; допоміжні профілі;
- вироби для закріплення кронштейнів, утеплювача: анкера, фасадні дюбеля;
- деталі для закріплення підсистеми: болти, гайки, шайби, гвинти, заклепки витяжні, саморізи;
- базові деталі і несучі елементи системи кріплення виготовляються з алюмінієвого сплаву АД31Т1 ДСТУ Б.В.2.6-30: 2018 (6063), термічно обробленого для отримання найбільшої твердості і міцності.

В системі застосовуються кронштейни 3х типів:

- несучі;
- опорні;
- універсальні;

Варіанти фіксації облицювання з підсистемою виконуються 3ма способами:

1. на заклепку;
2. на клейову систему;
3. приховане кріплення TUF-S на аграфи;

#### 4.2.3 Організація і технологія виконання робіт

Підготовка до проведення робіт з монтажу KMD VF.

До початку робіт необхідно:

- завершити всі роботи по влаштуванню монолітних конструкцій будівлі;
- перевірити стан зовнішніх стін (вертикальність, стан поверхні стін, укосів, вертикальних і горизонтальних розмірів віконних прорізів і т.д.);
- підготувати поверхню (очищення від незв'язаних зі стіною елементів: штукатурки, фарби і т.д.);

- зміцнити рогачі для водостічних труб і скоби для підвіски мережі вуличного освітлення;
- встановити кріплення пожежних сходів;
- закінчити влаштування лоджій, балконів і їх огорожень, козирків, карнизів і т.д;
- завершити монтаж кронштейнів і точок кріплення під кондиціонери, вивести всі необхідні комунікації;
- встановити всі необхідні закладні деталі, для зовнішніх елементів фасаду будівлі, які пов'язані з конструкцією НВФ;
- заготовити матеріали у місцях виробництва робіт;
- встановити і перевірити на міцність підмостки, встановити риштування;
- на межі небезпечної зони від роботи люлек встановити на майданчику інвентарну огорожу відповідно до ДСТУ та вивісити попереджувальні написи;
- забезпечити освітлення робочих місць, забезпечити майданчик електроенергією, побутовими приміщеннями і окремим щитом для підключення монтажних люлек і електроінструменту.

Не дозволяється виконання робіт з монтажу фасадної системи:

- при виконанні суміжних робіт іншими організаціями НАД або ППД зоною роботи монтажної люльки. Виконання будь-яких робіт заборонено, якщо в межах небезпечної зони паралельно працює інша організація;
- без наявності комплекту проектної документації, погодженої та затвердженої в установленому порядку;
- при відсутності покрівлі та огорож;
- під час дощу або снігопаду, при густому тумані;
- при вітрі, швидкість якого перевищує 10 м/с;
- при температурі зовнішнього повітря нижче -25 градусів Цельсія
- без проходження монтажної бригади інструктажу з охорони праці

- виконувати підйом на будівельній люльці, не впевнившись про її працездатність та перевірки кріплення консолей.

Роботи з монтажу системи можуть виконувати організації, фахівці якої пройшли навчання і мають ліцензію на право виконання зазначених робіт. Всі роботи виконувати під контролем особи відповідальної за безпечне виробництво робіт.

У процесі виконання робіт не допускається:

- консервація закріпленого на стіні утеплювача без захисної мембрани (якщо це не передбачено проектом);
- кріплення будь-яких виробів, не передбачених проектом безпосередньо до фасадного облицювання;
- відхилення від технічних рішень, передбачених проектною документацією без узгодження конструктора проекту або виконроба;

Перед початком робіт з монтажу системи необхідно:

- пройти інструктаж способів виконання монтажних робіт (виконавець - бригадир або виконроб);
- отримати (від конструкторів об'єкта) комплект документації для монтажу по захватці на зміну, ознайомитися з монтажними схемами і вузлами конструкції (під керівництвом бригадира або виконроба);
- пройти інструктаж з охорони праці та техніки безпеки на робочому місці;
- перевірити наявність засобів індивідуального захисту і страхувальних канатів в зоні роботи люльки по захватці;
- перевірити працездатність і надійність закріплення консолей будівельної люльки (виконавець - механік, бригадир);
- перевірити наявність і працездатність електричних інструментів, слюсарного і допоміжного інструменту, необхідного для виконання даного обсягу робіт (виконавець - бригадир);



- отримати від представника геодезичної служби прив'язки розбивочних вісей для установки кронштейнів та рівня старту монтажу (виконавець - бригадир);

Всі роботи з монтажу фасадної системи повинні виконуватися відповідно до проектної документації та «альбому технічних рішень KMD VF».

Монтаж НВФ виробляти:

- з електричних люлек;
- підмосток;
- тур;
- будівельних риштувань.

Місця розташувань, точки установки, точки підключень, кріплення і т.д. всіх пристосувань, з яких буде виконуватися монтаж - повинні бути передбачені і опрацьовані в ППР.

#### 4.2.4 Монтаж кронштейнів

Виконати розмітку для свердління отвору під установку кріпильних виробів. Кріпильні вироби поділяються на 3 типи:

1. Фасадний дюбель (читай розділ 3 «Термінологія») - застосовується для кріплення вітрового або універсального кронштейна, який сприймає вітрове навантаження. Таке кріплення використовується для кріплення в цеглу, газоблок, піноблок, ракушняк і інші пористі або пустотілі матеріали.

2. Механічний анкер распорного типу (читай розділ 3 «Термінологія») - застосовується для кріплення несучого або універсального кронштейна, який сприймає вертикальні і вітрові навантаження.

3. Хімічний анкер (читай розділ 3 «Термінологія») – універсальний анкер, який застосовується на всіх видах основи, де неможливо встановити фасадний

дюбель або механічний анкер. Даний анкер можна застосовувати як для несучого, так і для вітрового вузла.

Перед установкою анкерного кріплення будь-якого типу, необхідно проконсультуватися з виробником кріплення. Згідно ДСТУ Б В.26-35: 2008 5.2.2.1 анкерна техніка повинна бути виготовлена з нержавіючої сталі марки 25Х13Н2 або з гарячецинковим покриттям товщиною не менше 45 мкм.

Допустиме зміщення щодо проектних значень:

- по вертикалі +/- 50 мм, або, за погодженням з головним конструктором проекту, але не більше 1 висоти елемента заповнення кладки (цегли, керамоблока і т.д.);

- по горизонталі не більше +/- 10 мм (допуск на горизонтальне відхилення визначає головний конструктор проекту, виходячи з ширини лицьової опорної площини вертикальної напрямної і способу фіксації плит до направляючої);

Стартові точки прив'язки, для розмітки кронштейнів приймають згідно робочої документації, вони можуть бути:

- від будівельних осей будівлі;
- віконних або дверних конструкцій;
- інших загальнобудівельних конструкційних елементів будівлі;
- по вертикалі: від висотних відміток;

Крок кронштейнів по горизонталі визначається проектною документацією виходячи з:

- розмірів плити;
- розмірів вертикальних швів;
- розкладки плити на фасаді;

Завершивши розмітку кронштейнів на фасаді приступити до буріння отворів.

Буріння (свердління) отворів виконувати механізованим інструментом обертальної дії, за допомогою:

- перфоратора (з відбійним впливом свердла з твердосплавним наконечником) в міцних повнотілих основах, таких як монолітний бетон і бетонні блоки, повнотіла силікатна або керамічна цегла;

- дрилі (без відбійного впливу спеціального свердла) в пустотілих, щілинних керамічних матеріалах, пористих елементів заповнення кладки. У пористих матеріалах, волокнистих плитах свердління за допомогою перфоратора може привести до розбивання отвору або викрошіння матеріалу стіни. У таких випадках свердлити отвір необхідно без ударного впливу свердла;

Діаметр свердла повинен дорівнювати діаметру анкерного кріплення крім газобетону або іншого пористого матеріалу, при його застосуванні з пластиковим фасадним дюбелем отвір повинен бути на 1 мм менше зовнішнього діаметра дюбеля тому навіть невелике збільшення діаметра отвору від розрахункового під фасадний дюбель може привести до провертання дюбеля і слабкому кріпленню.

При свердлінні бур направляти і утримувати строго перпендикулярно площині будівельної основи.

- глибина отвору повинна перевищувати глибину анкерування дюбеля, як мінімум на 5-10 мм, при цьому, напрямок буріння повинно бути строго перпендикулярно площині основи;

- після свердління, отвори в обов'язковому порядку продути від пилу «грушею» або за допомогою спеціального балончика із стислим повітрям;

Якщо отвір просвердлений помилково, не в тому місці, і потрібно просвердлити нове, то він повинен бути від помилкового на відстані як мінімум однієї глибини просвердленого отвору. Установку фасадних дюбелів в шви кладки забороняється. Відстань від центру дюбеля до горизонтального шва повинна бути не менше 25 мм, а від вертикального не менше 60 мм.

Для фасадних дюбелів (використовується для вітрових кронштейнів):

Встановити поліамідну гільзу фасадного дюбеля в отвір стіни, посадка повинна бути щільною і надійною (прокручування гільзи навколо своєї осі НЕ

ДОПУСКАЄТЬСЯ). На фасадних дюбелях передбачені конічні бортики на гільзі, довжина шурупа повинна перевищувати довжину фасадного дюбеля (згідно рекомендаціям каталогів виробників анкерного кріплення). Пошкодження, зминання, поломка поліамідної гільзи не допускається. У разі, коли необхідно гільзу «забити» в основу, «забивання» виконувати плавно, без зайвого зусилля, ударний контакт з основою забороняється, це може привести до руйнування зовнішнього контуру отвору, що в свою чергу зменшить несучу здатність анкерного кріплення. Кронштейн фіксують до стіни **ОБОВ'ЯЗКОВО** через терморазрив, встановлення кронштейна без терморазрива не допускається.

Для хімічного анкера:

Порядок установки хімічного анкера, рекомендується проводити згідно каталогам і технологічними картами виробників кріплення.

Порядок монтажу та розмітки кронштейнів:

1. Встановлюються на плити перекриття несучі кронштейни. На початку крайові кронштейни. Натягується нитка (вісь) або лазерним рівнем проводиться вісь кронштейнів.

2. Відповідно до кроку кронштейнів, зазначеного у проектній документації, встановлюються в ліво / право наступні кронштейни, з відхиленням, що не перевищує допустимі.

3. Повторюємо дію, зазначені в пункті 1 і 2 на плитах перекриття поверхами вище/нижче.

4. Відвісом або лазерним рівнем проводимо вертикальну вісь для вітрових (опорних) кронштейнів. Крок право / ліво повинен відповідати кроку несучих кронштейнів або як вказано в проектній документації.

5. Відстань між несучими кронштейнами ділимо на кількість рядів і отримуємо кількість рядів опорних (вітрових) кронштейнів. Кількість рядів вказано в проектній документації. Вертикальний крок між кронштейнами не

повинен перевищувати зазначений в проектній документації і повинен бути в рамках допустимих відхилень.

6. Встановлюємо всі опорні (вітрові кронштейни)

7. У разі, коли необхідні додаткові кронштейни (привіконні), згідно з проектною документацією встановлюємо.

Рекомендується, в кутових зонах будівлі додавати два додаткових стовпчика кронштейнів, що підсилюють кутову зону. Це повинно бути так само, передбачено проектною документацією.

Забороняється:

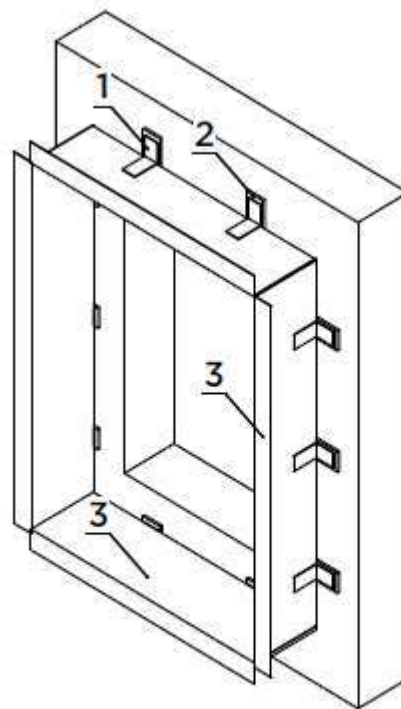
- використання анкерного кріплення непередбаченого для даної основи;
- установка кронштейнів на непідготовлену поверхню;
- установка кронштейна на пошкоджену основу;
- установка без терморозрива;
- відступ від краю підстави по горизонталі менше 100 мм;
- без підтвердження натурними випробуваннями необхідної несучої здатності анкерних елементів;
- нещільне і неповне прилягання опорної площини кронштейна до основи.
- підрізка кронштейна, яка призведе до зменшення несучої здатності.

Допускається підрізування довжини (виносу) кронштейна з умовою, що будуть забезпечені температурні (для лінійного розширення) отвори при подальшому монтажі вертикальних напрямних. Все підрізування повинні бути узгоджені з головним конструктором проекту або особою, яка відповідає за будівельний об'єкт;

- використання анкерного гвинта і гільзи (втулки) різних виробників;
- підкладання під опорну площадку кронштейна будь-яких елементів, збільшуючи їх винос від площини стіни. Для цього використовується спеціальний подовжувач кронштейна;
- використання раніше демонтованих анкерних кріплень;

#### 4.2.5 Монтаж протипожежних екранів

Згідно п 6.6.1 ДБН В.2.6-33:2018: при застосуванні конструкцій із фасадною теплоізоляцією : опорядженням індустріальними та світлопрозорими елементами під опоряджувальним шаром по всьому периметру віконних і дверних прорізів фасаду слід встановлювати захисні козирки-екрани з оцинкованої сталі завтовшки не менше ніж 0,50 мм або інших негорючих матеріалів. Захисні козирки-екрани слід розташовувати перпендикулярно до основної площі фасаду на відстані не менше ніж 70 мм від відповідного укосу прорізу на всю ширину повітряного прошарку.



1- кронштейн з оцинкованої сталі 50x50x70x1  
2 - терморозрив  
3 - екрани з оцинкованої сталі 0,50 мм

#### 4.2.6 Монтаж утеплювача

Плити утеплювача кріпляться до зовнішньої стіни в один або два шари. Для запобігання наднормативного зволоження ізоляції під час монтажу під впливом атмосферних опадів рекомендується обмежувати площу захватки.

Установка теплоізоляційних плит ведеться на захватці такої площі, на якій може бути повністю змонтований фрагмент фасаду протягом 2-х - 3-х робочих днів.

Тип і довжина анкера визначаються з урахуванням даних виробника в залежності від товщини утеплювача і матеріалу стіни (малюнок 4.4) Глибина отвору повинна бути не менше глибини, яка визначається з розрахунку:

$L_{кріпл} = l_{ізол} + \text{мінімум } 60 \text{ (мм)}$ . Рекомендується виконувати натурні випробування несучої здатності дюбеля для кріплення теплоізоляції.

Згідно ДСТУ Б.В.2.6-35: 2008 п.5.2.13 Дюбелі для кріплення теплоізоляції повинні витримувати відривні зусилля зі стіни не менше, кгс:

- цегла: 40 кгс;
- бетон марки не вище В15: 50 кгс;
- природний камінь: 50 кгс;
- пористий бетон (газоблок): 25 кгс;

Згідно п.5.2.2.12 Дюбеля для кріплення теплоізоляції повинні виготовлятися з поліпропілену з розпірним елементом зі склонаповненого поліаміду або сталі з гарячеоцинкованим покриттям товщиною не менше 45 мкм. Діаметр притискної головки дюбеля повинен бути не менше 80 мм Тип утеплювача, кріпильних елементів і вітрозахисної плівки, що застосовується для утеплення фасаду визначається проектом. Згідно ДСТУ Б.В.2.6-35: 2008 п.5.2.2.7 теплоізоляційні плити повинні належати до груп горючості НГ. Зовнішній шар утеплювача повинен бути щільність не менше 75 кг / м<sup>3</sup>, внутрішній шар для двошарового утеплювача допускається використання теплоізоляції групи горючості Г1 і Г2 і щільністю 30 кг / м<sup>3</sup>. Допускається застосування зовнішнього шару утеплення класу горючості Г1 і Г2, якщо це не суперечить ДБН В.2.6-33 діє до: 2016 пункту таблиця 1, конструктивна схема збірної системи «В».

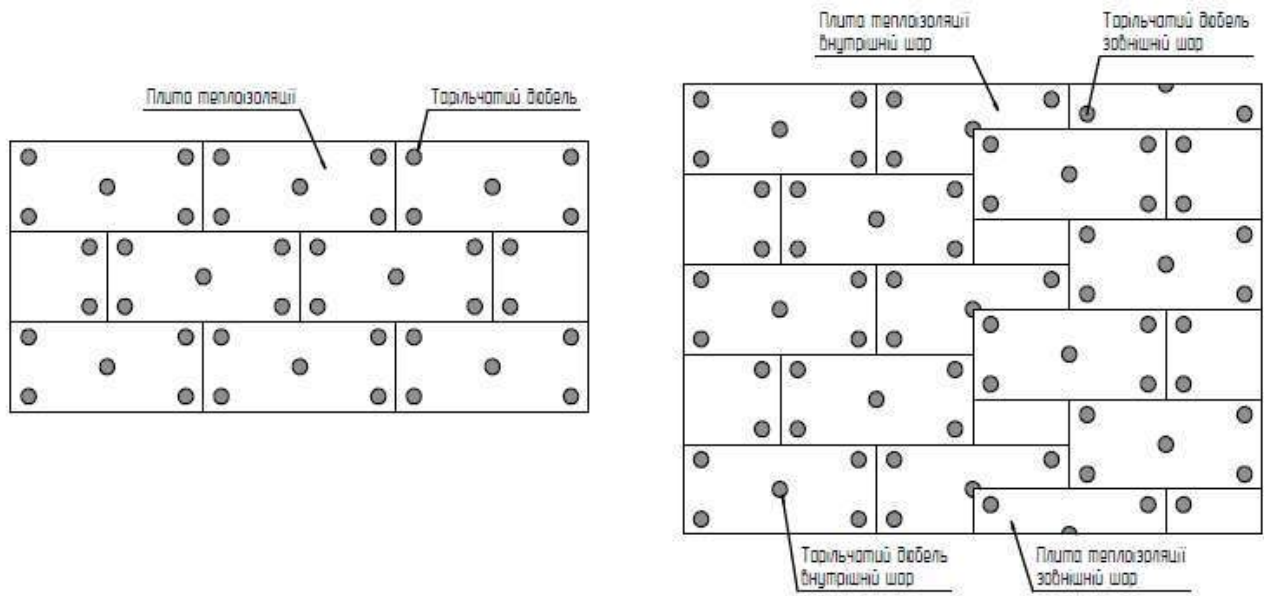


Рисунок 4.5. Схема установки плит для однашарового утеплення

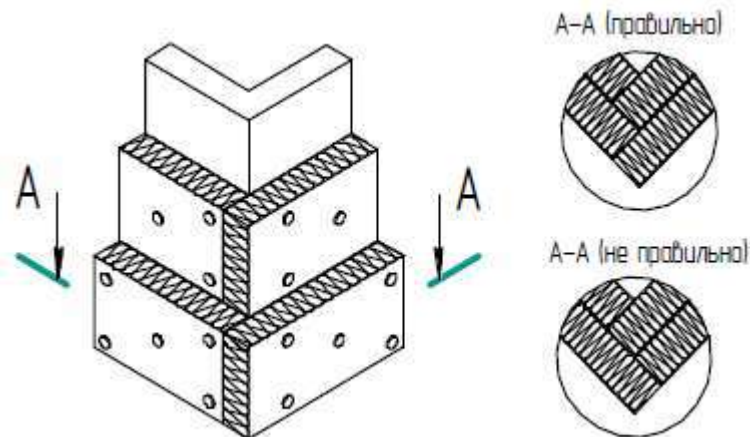


Рисунок 4.6. Схеми укладання плит утеплювача на кут будівлі. Двошарове утеплення.

При встановлених віконних і дверних обрамлень утеплювач монтується впритул до них (без зазорів). При відсутності обрамлень утеплювач необхідно укласти з припуском не менше 50 мм в глиб віконного (дверного) прорізу, з подальшою підрізкою при монтажі обрамлень. Допускається монтаж утеплювача по контуру віконного отвору на відстані 200 мм від укосів, з подальшою



установкою вставок з утеплювача і кріплення кожної з них двома тарілчастими дюбелями.

Добірні теплоізоляційні плити повинні бути надійно закріплені на поверхні стіни.

Для установки добірних теплоізоляційних плит їх необхідно підрізати за допомогою ручного інструменту. Ламати плити утеплювача забороняється.

Місця проходження кронштейнів крізь утеплювач рекомендується виконувати способом прибивання. Торець кронштейна прорізає при цьому утеплювач.

Дозволяється робити в місці проходження кронштейнів хрестоподібний або вертикальний надріз. Якщо при установці виривається шматок утеплювача, він закладається назад в консоль кронштейна. Неприпустимо встановлювати плити утеплювача з зазором між ними. При установці плити на кронштейн і утворення зміщення - необхідно змістити плиту і встановити заново. Зазори між утеплювачем призводять до утворення «містків холоду» і зниження теплотехнічних властивостей стіни.

Забивку дюбелів виконувати в напрямку перпендикулярно площині стіни, за допомогою тарілчастого дюбеля з гумовим наконечником.

Не допускається поломка або установка з перекосом притискного кола тарілчастого дюбеля, в цьому випадку не забезпечується надійність кріплення.

#### 4.2.7 Вимога до якості і приймання робіт

На всіх етапах будівельно-монтажних робіт, в тому числі робіт по монтажу навісної фасадної системи, слід виконувати виробничий контроль якості будівельно-монтажних робіт.

Контроль якості включає в себе вхідний контроль робочої документації, конструкцій, виробів, матеріалів і устаткування, операційний контроль

оздоблювальних будівельних процесів або виробничих операцій і приймальний контроль проміжних і остаточних робіт.

Склад контрольованих показників, обсяг, і методи контролю повинні відповідати вимогам:

- ДСТУ Б В.2.6-35: 2008 Конструкції зовнішніх стін Із фасадні теплоізоляцією та опорядження індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком.

- ДБН В.2.6-33: 2018 Конструкції зовнішніх стін Із фасадні теплоізоляцією.  
Вимоги до проектування

- ДБН А.3.1-5 діє до: 2016 Організація будівельного виробництва.

Контроль якості, повинен здійснюватися фахівцями, спеціальними службами, що входять до складу будівельних організацій або залучаються зі сторони і оснащеними технічними засобами, що забезпечують необхідну достовірність і повноту контролю.

При вхідному контролі робочої документації проводиться перевірка її комплектності та достатності містить в ній технічної інформації для виконання робіт.

У робочій документації на НВФ повинні бути розроблені і деталізовані наступні етапи робіт: підготовка основи, обробне покриття, монтаж підконструкції, монтаж декоративного захисного екрану (облицювання), віконних і дверних обрамлень, частин примикання системи до конструктивних частин будівлі, а так само установка риштувань (помостів), технологічного оснащення, заходи захисту від атмосферних і сонячних впливів, обробка особливих ділянок, зняття і установка водостічних труб, цокольна частина будівлі, місця примикань, захисні козирки), заходи протипожежної безпеки і т.д.

Будівельні організації, які виконують роботи з облаштування систем вентиляльованих фасадів з повітряним зазором, повинні мати наступний комплект технічної та проектної документації:

- загальна пояснювальна записка;
- креслення фасадів будівлі, включаючи фасадне скління;
- розрізи по фасадах із зазначенням матеріалів огороджувальних конструкцій і теплоізоляційного шару і декоративних покриттів.

#### 4.3 Висновки до розділу 4

В технічному розділі розглянуто термомодернізацію житлового об'єкта у місті Хмельницький. Розраховано товщину утеплювача.

Розроблена технологічна карта на влаштування вентиляованого фасаду.

## РОЗДІЛ 5.

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В цьому розділі магістерської дипломної роботи досліджуються принципи реалізації заходів з охорони праці під час термомодернізації об'єктів житлового фонду. Аналіз потенційних небезпек проведемо за [12, 13] для будівельно-монтажного персоналу. Під час термомодернізації житлової будівлі необхідно передбачати заходи із запобігання впливу на працівників таких шкідливих виробничих факторів: фізичних, хімічних і трудового процесу.

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо). Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил). Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

У розділі охорони праці потрібно дослідити такі питання як технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць, електробезпека, мікроклімат, склад повітря робочої зони, виробниче освітлення, виробничий шум, виробничі вібрації, психофізіологічні фактори, безпека в надзвичайних ситуаціях для працівників і для об'єкта проектування в цілому під час будівництва та після прийняття його в експлуатацію.

## 5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

### 5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд (прокладання трубопроводів, монтаж сантехнічного, опалювального, вентиляційного та газового обладнання) необхідно вживати заходів із запобігання впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

розташування робочого місця на висоті 1,3 м і більше щодо землі (підлоги);

підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини;

гірські породи, що обвалюються;

підвищена загазованість повітря робочої зони.

За наявності шкідливих виробничих факторів, зазначених вище, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд повинна відповідати вимогам цих Норм, заходам безпеки, зазначеним у проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), і зокрема: під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані вентиляцією, засобами пожежогасіння; додержанням заходів безпеки під час виконання робіт у траншеях і колодязях; додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення трубопроводів.

Заготівлю і припасування труб необхідно виконувати в заготівельних майстернях. Виконання цих робіт на риштуваннях, призначених для монтажу трубопроводів, забороняється.

Ліквідацію недоліків, виявлених під час випробувань змонтованої системи і обладнання, необхідно виконувати на підставі розроблених і затверджених замовником і генеральним підрядником разом із субпідрядними організаціями заходів щодо безпеки виконання цих робіт.

Встановлення і зняття перемичок (зв'язків) між змонтованим і діючим устаткуванням, а також підключення тимчасових установок до діючих систем

(електричних, парових, технічних тощо) без письмового дозволу генерального підрядника і замовника не допускається.

Монтаж трубопроводів і повітроводів на естакадах необхідно виконувати з інвентарного риштування, обладнаного сходами для піднімання і спускання працівників. Піднімання і спускання конструкціями естакад не допускається.

Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх остаточного закріплення. Опускати труби у закріплену траншею необхідно так, щоб не порушувати кріплення траншеї.

Не дозволяється скочувати труби в траншею за допомогою ломів і ваг, а також використовувати розпірки кріплення траншей як опори для труб.

У приміщеннях знежирення трубопроводів забороняється користуватися відкритим вогнем і допускати іскроутворення. Місце, де проводиться знежирення, необхідно відгородити і позначити знаками безпеки.

Електроустановки у зазначених приміщеннях повинні бути у пожежовибухобезпечному виконанні.

Приміщення, в яких проводиться знежирення, повинно бути обладнано припливно-витяжною вентиляцією. У разі виконання робіт на відкритому повітрі працівники повинні перебувати з навітряної сторони.

Працівники, зайняті на знежиренні трубопроводів, повинні бути забезпечені відповідними протигазами, спецодягом, рукавицями і гумовими рукавичками згідно з нормами безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам згідно з ДСТУ-Н Б А.3.2-1, ДСТУ ГОСТ 12.4.041.

Монтаж обладнання, трубопроводів і повітроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

За неможливості зняття напруги роботи необхідно виконувати за нарядом-

допуском, затвердженим у визначеному порядку (додаток Ж).

Під час продування труб стисненим повітрям забороняється перебувати в камерах і колодязях, де встановлено засувки, вентиля, крани тощо.

Під час продування трубопроводів необхідно встановлювати на кінцях труб щити для захисту очей від окалини та піску.

Персоналу забороняється перебувати проти чи поблизу кінців труб, що продуваються. Під час монтажу трубопроводів і обладнання стикування та з'єднання отворів і перевіряння їх збігу в деталях, що монтуються, необхідно виконувати за допомогою спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок тощо). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається.

Під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його вмиканню. Під час монтажу обладнання з використанням домкратів необхідно вжиття заходів, що запобігають перекосу чи перекиданню домкратів.

### 5.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання будівельного майданчика, житлового масиву та системи освітлення здійснюється від електричної мережі з заземленою нейтраллю напругою 380 x 220 В з частотою 50 Гц.

Проектування та експлуатація електричних мереж і установок повинна здійснюватися за умови дотримання вимог з їхньої електробезпеки [15, 16].

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам під час виконання робіт:

1) Для запобігання електротравм від контакту зі струмопровідними елементами електроустаткування потрібно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні – написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів

здійснювати в закритих конструкціях підлоги.

2) При живленні однофазних споживачів струму при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

### 3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

## 5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### 5.2.1 Мікроклімат

Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні [17], де встановлена лінія, наведено в таблиці 5.1.



Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

| Період року | Категорія робіт | Температура, °С | Відносна вологість | Швидкість руху |
|-------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Теплий      | Пб              | 15-29           | 70 при 25°С        | 0,2-0,5        |
| Холодний    | Пб              | 13-23           | не більш 75        | не більш 0,4   |

Для забезпечення потрібних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [18]: утеплення фасаду будівлі, встановлення вентиляції приміщень.

#### 5.2.2. Склад повітря робочої зони

В умовах, що розглядаються в роботі, можливим забруднювачем повітря може бути пил нетоксичний [17].

Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення

| Найменування речовини | ГДК, мг/м <sup>3</sup> |                | Клас небезпечності |
|-----------------------|------------------------|----------------|--------------------|
|                       | Максимально разова     | Середньодобова |                    |
| Пил нетоксичний       | 0,5                    | 0,15           | 4                  |

Для забезпечення складу повітря робочої зони в роботі передбачені такі рішення [18]: робочі місця, де можливе виділення пилу та, обладнані вентиляційними пристроями, які повинні бути постійно готовими до роботи; будь-які порушення у системі вентиляції відображаються попереджувальними сигнальними пристроями; установки для кондиціонування повітря або механічні вентиляційні установки під час їх роботи не створюють для працівників протягів.

### 5.2.3 Виробниче освітлення

Штучне освітлення в будівлі запроектоване загальне, освітлення, за якого світильники розміщуються рівномірно у верхній зоні приміщення (загальне рівномірне освітлення). Нормовані значення виробничого освітлення наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

| Х-ка зорової роботи | Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм | Розряд зорової роботи | Під-розряд зорової роботи | Контраст об'єкта з фоном | Х-ка фону                | Штучне при системі комбінованого освітлення |                        | Природне Ен пр | Сумісне Е сум |
|---------------------|--|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---|------------------------|----------------|---------------|
|                     |  |                       |                           |                          |                          | всього                                      | у т. ч. від загального |                |               |
| Середньої точності  | Від 0,5 до 1,0 включно                                     | IV                    | г                         | середній великий великий | світлий світлий середній | -   | 200                    | 4              | 2,4           |

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [9] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г».

Для забезпечення нормованого значення освітлення у проекті передбачено:

- використання природного та штучного освітлення;
- штучне освітлення повинне бути рівномірне та достатньо інтенсивне;
- світло не повинне створює різких тіней на місцях роботи, значних контрастів між освітленим робочим місцем і навколишньою обстановкою;
- штучне світло не створює зайвих відблисків у полі зору працівника.

### 5.2.4 Виробничий шум

Джерелами шуму, що розглядаються в роботі, для працівників є шум будівельних машин і механізмів. Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму наведено в таблиці 5.4

Таблиця 5.4 Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму

| Характер робіт               | Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частотами (Гц) |    |     |     |     |      |      |      |      | Допустимий рівень звуку, дБА |
|------------------------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------------------------------|
|                              | 32   | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                              |
| Основні виробничі приміщення | 86   | 71 | 61  | 54  | 49  | 45   | 42   | 40   | 38   | 50                           |

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) в приміщенні проектом передбачено:

- раціональне розташування робочих місць;
- постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників;
- обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

#### 5.2.5 Виробничі вібрації

Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сидниці).

На будівельному майданчику присутня вібрація типу – За. Тобто технологічна вібрація діюча на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання. Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються роторні вагоноперекидачі, які відносяться до типу загальної вібрації. Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

| Категорія вібрації по санітарним | Напрямок дії | Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення |     |   |    |
|----------------------------------|--------------|---|-----|---|----|
|                                  |              | Віброприскорення  |     | Віброшвидкість                                  |    |
|                                  |              | $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$  | ДБ  | $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$<br>$\cdot 10^{-2}$ | ДБ |
| Загальні                         | $Z_0, Y_0,$  | 0,1   | 100 | 0,2   | 92 |

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин.

#### 5.2.6 Психофізіологічні фактори

Робота будівельно-монтажного персоналу є достатньо складною і потребує різних навичок та характеристик працюючого, тому і впливи від робіт різні і визначаються за Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [12].

Важкість праці визначається за дод. 15 [12], звідки видно, що даний вид робіт за показниками важкості умов праці характеризується як допустимі умови праці.

- енергозатрати організму: при регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) для жінок - до 7800;

- загальні енергозатрати організму, Вт - до 290;

- робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної);

- нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: 51-100;

Напруженість праці визначається за дод. 16 [12], робота відноситься до інтелектуальної, і має наступні характеристики:

- зміст роботи: відсутня необхідність прийняття рішення;

- сенсорні навантаження : 51-75;

- розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни: 5,0-1,1 мм більше 50% часу;

- тривалість робочого дня, год. – 8 годин;

- змінність роботи - однозмінна робота (без нічної зміни).

Дані характеристики вказуються на те, що за напруженістю робота інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання перерозподілу зусиль між елементами кущового пальового фундаменту в залежності від кількості паль відноситься до другого класу з допустимими умовами напруженості праці (напруженість праці середнього ступеня).

### 5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Радіаційний захист

#### 5.3.1 Дія радіації на людину

Організм людини, рослинний і тваринний світ постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання, яке складається з природної (космічне випромінювання, випромінювання радіоактивних газів з верхніх шарів земної кори) і штучної (рентгенівські апарати, телевізійні прилади, радіоізотопи, атомоходи, атомні електростанції, ядерні випробування) радіоактивності.

Усі джерела радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, під яким розуміють дозу іонізуючого випромінювання, що складається з космічного випромінювання, випромінювання природних радіонуклідів, які знаходяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря,

океани, а звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і молюсками. Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою – в організм людини.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

Деякі речовини харчових продуктів (пектинові, барвники) утворюють нерозчинні сполуки зі стронцієм, кобальтом, свинцем, кальцієм та іншими важкими металами, які не перетравлюються і виводяться з організму. Отже, ці речовини виконують радіозахисну функцію. Тому пектин, а також пектиномісткі продукти (чорна смородина, агрус, полуниці та ін.), використовують у спеціальному харчуванні для виведення радіоактивних елементів з організму.

Первинним процесом дії радіоактивних речовин в організмі людини є іонізація. Збуджена при цьому енергія іонізуючого опромінювання передається на різні речовини організму людини. У разі дії на прості речовини (гази, метали та ін.) будь-яких змін фізико-хімічної природи у них не спостерігається. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони розпадаються (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини організму людини. Більш суттєву роль відіграє механізм непрямой дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

5.3.2. Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення підвального поверху

Коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення, в якому переховуватимуться люди розраховуватимемо за формулою

$$K_3 = \frac{0,77 \times K_1 \times K_{CT} \times K_{II}}{K_M \times (1 - K_{III}) \times [(K_0 \times K_{CT} + 1) \times (K_{II} + 1)]}$$

Для розрахунку використаємо такі дані:

1. Стіни залізобетонні (400 мм), маса  $1\text{ м}^2$  – 610 кг;
2. Стіни залізобетонні (500 мм), маса  $1\text{ м}^2$  – 816 кг;
3. Дверні прорізи:  $1,9\text{ м}^2$ .
4. Маса  $1\text{ м}^2$  міжповерхового перекриття –  $690\text{ кг/м}^2$ .
5. Площа підлоги для розрахунку приміщення –  $115,6\text{ м}^2$ ;
6. Висота приміщення – 3 м;
7. Ширина зараженої ділянки, що примикає до приміщення – 31 м;
8. Плоскі кути:

Кут  $\alpha_1 = 38^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (500 мм) площею  $18,75\text{ м}^2$ .

Кут  $\alpha_2 = 142^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (500 мм) площею  $55,5\text{ м}^2$ .

Кут  $\alpha_3 = 38^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (500 мм) площею  $18,75\text{ м}^2$ .

Кут  $\alpha_4 = 142^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (400 мм) площею  $55,5\text{ м}^2$  з прорізом площею  $12,3\text{ м}^2$
- стіна залізобетонна (500 мм) площею  $55,5\text{ м}^2$ .

Визначаємо зведені маси стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут  $\alpha_1 = 38^\circ$ .

Маса  $1\text{ м}^2$  стіни залізобетонної (500 мм) площею  $18,75\text{ м}^2$

$$G_{38} = 816\text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін і перегородок плоского кута  $\alpha_1$

$$G_{\Sigma}^1 = 816 \text{ (кг)}$$

Кут  $\alpha_2 = 142^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни залізобетонної (500 мм) площею 55,5 м<sup>2</sup>

$$G_{36} = 816 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін плоского кута  $\alpha_2$

$$G_{\Sigma}^2 = 816 \text{ (кг)}$$

Кут  $\alpha_3 = 38^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни залізобетонної (500 мм) площею 18,75 м<sup>2</sup>

$$G_{36} = 816 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін плоского кута  $\alpha_3$

$$G_{\Sigma}^3 = 816 \text{ (кг)}$$

Кут  $\alpha_4 = 142^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни залізобетонної (400 мм) площею 55,5 м<sup>2</sup> з прорізом площею 12,3 м<sup>2</sup>

$$\alpha_{ст} = \frac{12,3}{55,5} = 0,22, \quad G_{36} = 610(1 - 0,22) = 475 \text{ (кг)}$$

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни залізобетонної (500 мм) площею 55,5 м<sup>2</sup>

$$G_{36} = 816 \text{ (кг)}$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін плоского кута  $\alpha_4$

$$G_{\Sigma}^4 = 475 + 816 = 1291 \text{ (кг)}$$

Сумарні маси 1 м<sup>2</sup> стін і перегородок проти плоских кутів приміщення

$$G_{\Sigma}^1 = 816 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^2 = 816 \text{ (кг)};$$



$$G_{\Sigma}^3 = 816 \text{ (кг)}; G_{\Sigma}^4 = 1291 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса стін і перегородок проти четвертого плоского кута приміщення більше  $1000 \text{ кг/м}^2$ , тому коефіцієнт  $K_1$ , що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами складе

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 218} = 1,42$$

За мінімальною сумарною масою стін  $G_{\text{сер}} = 816 \text{ кг/м}^2$  визначаємо [11] коефіцієнт  $K_{\text{СТ}} = 290$ .

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання  $K_{\text{Ш}} = 0,15$  (висота приміщення складає 3 м) [11].

Коефіцієнт  $K_0$ , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги менше 0,8 м розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{\text{П}}} = 0,8 \frac{0}{115,6} = 0,$$

де  $S_0 = 0 \text{ м}^2$  – загальна площа віконних перерізів приміщення, що виходять на вулицю;  $S_{\text{П}} = 115,6 \text{ м}^2$  – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будинку, розташованому районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд  $K_{\text{М}} = 0,55$  [11].

Коефіцієнт, що враховує кратність послаблення радіації переkritтям підвалу  $K_{\text{П}} = 800$  [11].

Тоді

$$K_3 = \frac{0,77 \times K_1 \times K_{\text{СТ}} \times K_{\text{П}}}{K_{\text{М}} \times (1 - K_{\text{Ш}}) \times [(K_0 \times K_{\text{СТ}} + 1) \times (K_{\text{П}} + 1)]} =$$

$$= \frac{0,77 \times 1,41 \times 290 \times 800}{0,55 \times (1 - 0,15) \times [(0 \times 290 + 1) \times (800 + 1)]} = 672$$

Проведені для приміщення підвального поверху розрахунки показали, що коефіцієнт протирадіаційного захисту цього приміщення складає 672, тому дане приміщення можна використати як протирадіаційне укриття для чого необхідно:

- забезпечити можливість герметизації приміщення;
- забезпечити наявність мінімум двох виходів з приміщення;
- створити запас води та харчових продуктів тривалого зберігання;
- встановити в приміщенні фільтровентиляційну систему.

#### 5.4 Висновки до розділу 5

Виконано технічне рішення з безпечного виконання роботи, технічне рішення що до безпечної організації робочих місць, технічне рішення з гігієни праці та виробничої санітарії. Розраховано коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення першого поверху дев'ятиповерхової житлової будівлі.

## РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів утеплення

У даному розділі необхідно визначити техніко-економічне порівняння різних варіантів виправлення утеплення яке було здійснене на початку 2000 років. Для визначення кошторисної вартості розробляємо локальні кошторисні документи за допомогою програмного комплексу АВК (Додаток Б).

Вони розроблялися на основі:

- Настанови з визначення вартості робіт.(Кошторисні норми України) від 01.11.2021 р
- збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка 18 до Настанови з визначення вартості робіт.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат. Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Обрано три варіанти по технології утеплення ( Додаток Б) :

- Утеплення пінополістирольними плитами.
- Утеплення мінераловатними плитами;
- Утеплення за технологією вентильований фасад.

Для порівняння розглядаємо зовнішні стіни нашої будівлі, загальною площею 2125 м<sup>2</sup>, для якої складаємо кошторисну документацію.

Варіанти вкладання інвестицій в основні фонди ( в даному випадку стіни), що мають різні терміни служби, при порівнянні слід звести до зіставного вигляду шляхом врахування додаткових інвестицій для того, щоб системи з коротшими термінами служби замінити новими. Розрахунок виконується за такою формулою:

$$P_d = K_v + \sum_{i=1}^t C_i / (1+E_m)^i, \quad (6.1)$$

де  $P_d$  – приведені витрати на виробництво одиниці продукції об'єкта, що має великий термін служби, грн.;

$C_i$  – річні експлуатаційні витрати у відповідні роки, грн/рік;

$t$  – термін функціонування основних фондів з великим терміном служби, років;

$K_v$  – обсяги інвестицій в об'єкти з великим терміном служби, грн.

Для основних фондів, що мають короткий термін служби:

$$P_k = K_1 + K_j / (1+E_m)^j + \dots + K_m / (1+E_m)^m + \sum_{i=1}^t C_i / (1+E_m)^i, \quad (6.2)$$

де  $P_k$  – приведені витрати на виробництво одиниці продукції об'єкта з коротким терміном служби, грн;

$K_1$  – обсяг інвестицій у будівництво об'єкту з коротким терміном служби, грн;

$K_j, \dots, K_m$  – обсяги інвестицій на зміну основних фондів з короткими термінами служби через  $j \dots m$  років, грн:

$E_m$  – модифікована норма дисконту,  $E_m = 0,25$ :

Собівартість робіт (обсяг інвестицій) визначається за формулою:

$$C = ПВ + ЗВВ, \quad (6.3)$$

де  $ПВ$  – прямі витрати, грн. Під прямими витратами розуміють витрати, пов'язані з виконанням будівельних робіт, які можна прямо та безпосередньо включити до собівартості конкретних будівельних робіт;

$ЗВВ$  – кошторисна величина загальноновиробничих витрат, грн.

$ПВ$  та  $ЗВВ$  визначаємо із локального кошторису (таблиці 6.1-6.3).

Економічний ефект:  $E = П1 - П2$  (6.4)

Порівняння отриманих результатів дасть змогу вибрати економічно доцільний варіант, на який приходяться мінімальні приведені витрати. Результати порівняння варіантів покрівель наведені в таблиці 6.1

Таблиця 6.1. Порівняння варіантів влаштування «утеплених фасадів»

| <b>Показники (дані)</b>                        | <b>Варіант 1</b> | <b>Варіант 2</b> | <b>Варіант 3</b> |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Прямі витрати, тис. грн.                       | 4184,254         | 4056,697         | 3575,492         |
| Кошторисна трудомісткість, тис. люд. год.      | 23,91039         | 23,91039         | 12,15813         |
| Кошторисна заробітна плата, тис. грн.          | 1695,795         | 1695,795         | 773,044          |
| Загальновиробничі витрати, тис. грн.           | 925,753          | 925,753          | 449,621          |
| Усього за кошторисом, грн.                     | 6463,119         | 6310,051         | 4998,501         |
| Кошторисний прибуток, тис. грн.                | 182,914          | 182,914          | 93,01            |
| <b>Показники (обчислені)</b>                   |                  |                  |                  |
| Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.             | 925,753          | 925,753          | 449,621          |
| Собівартість робіт (С), тис. грн.              | 5110,01          | 4982,32          | 4025,113         |
| Обігові кошти, тис. грн.                       | 1703,336         | 1660,773         | 1153,93          |
| Основні виробничі фонди, тис. грн.             | 0,5173           | 0,5173           | 4,541            |
| Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн. | 1703,853         | 1661,290         | 1158,471         |
| <b>Показник приведених витрат, тис. грн.</b>   | <b>5314,469</b>  | <b>5181,675</b>  | <b>4161,130</b>  |
| <b>Економічний ефект, тис. грн.</b>            |                  | <b>132,794</b>   | <b>1153,339</b>  |

## 6.2 Висновки до розділу 6

У даному розділі виконано техніко-економічне порівняння влаштування утеплення за технологією «мокрый» та «вентильований» фасад. Для кожного варіанту розроблений локальний кошторис, в якому визначені кошторисна

вартість робіт, кошторисну заробітну плату, кошторисну трудомісткість, загально виробничі витрати.

Порівнюючи кожний варіант із таблиці 6.4 ми бачимо, що найбільш економічним є варіант 3 – улаштування вентилязованого фасаду.

Кошторисна вартість становить – 4998,501 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 12,15813 тис. люд. год., приведені витрати – 4161,130 тис. грн. Економічний ефект- 1153,339 тис. грн.

## ВИСНОВКИ

Проведено аналіз існуючих інженерно-технічних рішень в технологіях проектування і будівництва огорожувальних конструкцій будівель й обґрунтувати варіанти влаштування ефективних багат шарових огорожувальних конструкцій будівель.

Проведено розрахунки теплофізичних характеристик запропонованого варіанту багат шарової огорожувальної конструкції та виконано розрахунки економічних показників ефективності використання запропонованих технологічних рішень.

Сформульовано та визначено актуальність теми роботи. Встановлено, що підвищення енергетичної ефективності будівель шляхом улаштування системи вентиляваного фасаду є одним із пріоритетним напрямком держави.

Термомости, що зосереджуються в місцях, де кріпильна система з'єднується з зовнішньою стіною будівлі, спричиняють значні втрати тепла для огорожуючих конструкцій. У деяких випадках збільшення товщини шару теплоізоляції збільшує деформацію кріпильного кронштейна та не компенсує цей вплив на систему. Таким чином, перетин кронштейна повинен бути більшим. Як наслідок, збільшується площа, яка залишається між кронштейном і стіною. Коефіцієнт теплопровідності всієї конструкції буде значно вищим через це.

Використання пластикових кронштейнів і вентиляваних фасадів на стінах із матеріалів з високим термічним опором є найефективнішим способом зменшення термомостів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевчук А. Ефективне енергозбереження. Збірник наукових праць «Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи». 2006. № 2. С. 54–65.
2. Про користь переробки будівельного сміття. URL: <https://bio.ukr.bio/ua/articles/2467/> (дата звернення: 10.03.2021).
3. Дудар, І. Н., Потапова, Т. Е., & Прилипко, Т. В. (2005). Довідник нормативно-технічних даних для проектів виконання комплексу робіт зі зведення надземної частини будівель та споруд. Довідник. Вінниця: ВНТУ. (137 с.)
4. Сердюк, В. Р., Ровенчак, Т. Г., & Христич, О. В. (2003). Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Організація, планування будівництва" для студентів спеціальності 7.06010101 - "Промислове та цивільне будівництво". Вінниця: ВДТУ. (50 с.)
5. ДБН А.3.1-5:2016. (1996). Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Київ: Держкоммістобудування України. (65 с.) - (Національні стандарти України).
6. ДБН В.1.1-12:2014. (2006). Будівництво у сейсмічних районах України. [Чинний від 2014-10-01]. Київ: Мінбуд України. (84 с.) - (Національні стандарти України).
7. ДБН Б.2.2-12:2019. (2002). Планування і забудова міських і сільських поселень. [Чинний від 2019-10-01]. Київ: Держбуд України. (108 с.) - (Національні стандарти України).
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. (2011). Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Київ: Мінрегіонбуд України. (123 с.) - (Національні стандарти України).
9. ДБН В.2.6-31:2021. (2021). "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель". Міністерство розвитку громад та територій України.



11. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» // Міністерство розвитку громад та територій України. – 2021.

12. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=58073](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073).

13. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

14. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

15. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

16. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

17. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

18. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

19. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

20. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

21. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

22. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2006. 109 с.



ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації  
об'єктів житлового фонду

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unicheck**

Оригінальність 88,6 % Схожість 11,4%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

  
(підпис)

Кобиліух А.С.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Христич О.В.

(прізвище, ініціали)

| 1                                | 2         | 3  | 4      | 5      | 6                            | плати               | 8          | 9          | плати                   | на одини-<br>цю         | всього                  |
|----------------------------------|-----------|--|--------|--------|------------------------------|---------------------|------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1                                | 2         | 3  | 4      | 5      | 6                            | 7                   | 8          | 9          | 10                      | 11                      | 12                      |
| 1                                | КР20-5-1  | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м    | 100м2  | 21,25  | <u>4946,68</u><br>4946,68    | -                   | 105116,95  | 105116,95  | -                       | <u>72,5000</u>          | <u>1540,63</u>          |
| 2                                | КБ15-78-1 | Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 50 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі     | 100 м2 | 21,25  | <u>82853,18</u><br>34206,02  | -                   | 1760630,08 | 726877,93  | -                       | <u>417,8600</u>         | <u>8879,53</u>          |
| 3                                | КР20-5-1  | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м    | 100м2  | 21,25  | <u>4946,68</u><br>4946,68    | -                   | 105116,95  | 105116,95  | -                       | <u>72,5000</u>          | <u>1540,63</u>          |
| 4                                | КР19-1-2  | Розбирання ізоляції з мінераловатних плит  | м3     | 113,69 | <u>286,36</u><br>279,76      | <u>6,60</u><br>2,05 | 32556,27   | 31805,91   | <u>750,36</u><br>233,06 | <u>4,5600</u><br>0,0250 | <u>518,43</u><br>2,84   |
| 5                                | КБ15-78-1 | Утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі | 100 м2 | 21,25  | <u>102627,48</u><br>34206,02 | -                   | 2180833,95 | 726877,93  | -                       | <u>417,8600</u>         | <u>8879,53</u>          |
| Разом прями витрати по кошторису |           |  |        |        |                              |                     | 4184254,20 | 1695795,67 | <u>750,36</u><br>233,06 |                         | <u>21358,75</u><br>2,84 |

| 1 | 2 | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8                      | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|--|---|---|---|---|------------------------|---|----|----|----|
|   |   | Разом будівельні роботи, грн.                        |   |   |   |   | 4184254,<br>20         |   |    |    |    |
|   |   | в тому числі:  |   |   |   |   |                        |   |    |    |    |
|   |   | вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.     |   |   |   |   | 2487708,<br>17         |   |    |    |    |
|   |   | всього заробітна плата, грн.                         |   |   |   |   | 1696028,<br>73         |   |    |    |    |
|   |   | Загальновиробничі витрати, грн.                      |   |   |   |   | 925752,77              |   |    |    |    |
|   |   | трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. |   |   |   |   | 2548,8                 |   |    |    |    |
|   |   | заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.  |   |   |   |   | 300451,37              |   |    |    |    |
|   |   | <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>                |   |   |   |   | <b>5110006,<br/>97</b> |   |    |    |    |
|   |   | -----  |   |   |   |   |                        |   |    |    |    |
|   |   | <b>Всього по кошторису</b>                           |   |   |   |   | <b>5110006,<br/>97</b> |   |    |    |    |
|   |   | Кошторисна трудоємність, люд.год.                    |   |   |   |   | <b>23910,39</b>        |   |    |    |    |
|   |   | Кошторисна заробітна плата, грн.                     |   |   |   |   | <b>1996480,<br/>10</b> |   |    |    |    |



| 1                                | 2         | 3   | 4      | 5      | 6                            | 7                   | 8          | 9          | 10                      | робітної машини         |                         |
|----------------------------------|-----------|---|--------|--------|------------------------------|---------------------|------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                  |           |   |        |        |                              |                     |            |            |                         | плати                   | плати                   |
| 1                                | 2         | 3   | 4      | 5      | 6                            | 7                   | 8          | 9          | 10                      | 11                      | 12                      |
| 1                                | KP20-5-1  | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м       | 100м2  | 21,25  | <u>4946,68</u><br>4946,68    | -                   | 105116,95  | 105116,95  | -                       | <u>72,5000</u>          | <u>1540,63</u>          |
| 2                                | KB15-78-1 | Утеплення фасадів пінополістирольними плитами товщиною 50 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі | 100 м2 | 21,25  | <u>76850,48</u><br>34206,02  | -                   | 1633072,70 | 726877,93  | -                       | <u>417,8600</u>         | <u>8879,53</u>          |
| 3                                | KP20-5-1  | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м       | 100м2  | 21,25  | <u>4946,68</u><br>4946,68    | -                   | 105116,95  | 105116,95  | -                       | <u>72,5000</u>          | <u>1540,63</u>          |
| 4                                | KP19-1-2  | Розбирання ізоляції з пінополістирольних плит   | м3     | 113,69 | <u>286,36</u><br>279,76      | <u>6,60</u><br>2,05 | 32556,27   | 31805,91   | <u>750,36</u><br>233,06 | <u>4,5600</u><br>0,0250 | <u>518,43</u><br>2,84   |
| 5                                | KB15-78-1 | Утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі    | 100 м2 | 21,25  | <u>102627,48</u><br>34206,02 | -                   | 2180833,95 | 726877,93  | -                       | <u>417,8600</u>         | <u>8879,53</u>          |
| Разом прями витрати по кошторису |           |   |        |        |                              |                     | 4056696,82 | 1695795,67 | <u>750,36</u><br>233,06 |                         | <u>21358,75</u><br>2,84 |
| 1                                | 2         | 3   | 4      | 5      | 6                            | 7                   | 8          | 9          | 10                      | 11                      | 12                      |



|  |  |                        |  |  |  |
|--|--|------------------------|--|--|--|
|  | Разом будівельні роботи, грн.                        | 4056696,<br>82         |  |  |  |
|  | в тому числі:  |                        |  |  |  |
|  | вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.     | 2360150,<br>79         |  |  |  |
|  | всього заробітна плата, грн.                         | 1696028,<br>73         |  |  |  |
|  | Загальновиробничі витрати, грн.                      | 925752,77              |  |  |  |
|  | трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. | 2548,8                 |  |  |  |
|  | заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.  | 300451,37              |  |  |  |
|  | <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>                | <b>4982449,<br/>59</b> |  |  |  |
|  | -----  |                        |  |  |  |
|  | <b>Всього по кошторису</b>                           | <b>4982449,<br/>59</b> |  |  |  |
|  | Кошторисна трудоємність, люд.год.                    | 23910,39               |  |  |  |
|  | Кошторисна заробітна плата, грн.                     | 1996480,<br>10         |  |  |  |

Таблиця 6.3. Термомодернізації житлового будинку з використанням технології "вентильований фасад" утеплювач мінераловатні плити з наступним збільшенням товщини утеплювача

**Локальний кошторис на будівельні роботи №02-01-01**

Термомодернізації житлового будинку з використанням технології "вентильований фасад" утеплювач мінераловатні плити з наступним збільшенням товщини утеплювача

|                             |                            |                       |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Основа:                     | Кошторисна вартість        | 4025,11293 тис. грн.  |
| креслення (специфікації ) № | Кошторисна трудомісткість  | 12,15813 тис.люд.год. |
|                             | Кошторисна заробітна плата | 928,06710 тис. грн.   |
|                             | Середній розряд робіт      | 3,4 розряд            |

Складений за поточними цінами станом на "9 червня" 2023 р.

| № | Обґрунтування<br>(шифр норми) | Найменування робіт і витрат | Одиниця виміру | Кількість | Вартість одиниці, грн. |                    | Загальна вартість, грн. |                  |                    | Витрати труда робітників, люд.год. |                               |
|---|-------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------|------------------------|--------------------|-------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|   |                               |                             |                |           | Всього                 | експлуатації машин | Всього                  | заробітної плати | експлуатації машин | не зайнятих обслуговуванням машин  |                               |
|   |                               |                             |                |           |                        |                    |                         |                  |                    | заробітної плати                   | в тому числі заробітної плати |
|   |                               |                             |                |           |                        |                    |                         |                  | на одини-          |                                    |                               |

| 1 | 2         | 3   | 4      | 5       | 6                | 7             | 8         | 9         | 10             | Цю              | 12             |
|---|-----------|---|--------|---------|------------------|---------------|-----------|-----------|----------------|-----------------|----------------|
| 1 | KP20-5-1  | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м | 100м2  | 21,25   | <u>4946,68</u>   | -             | 105116,95 | 105116,95 | -              | <u>72,5000</u>  | <u>1540,63</u> |
|   |           |   |        |         | 4946,68          | -             | -         | -         | -              | -               | -              |
| 2 | KB15-80-2 | Опорядження стін фасадів металосайдингом з утепленням з риштувань   | 100 м2 | 21,25   | <u>109950,35</u> | <u>318,66</u> | 2336444,  | 373618,78 | <u>6771,53</u> | <u>231,1300</u> | <u>4911,51</u> |
|   |           |   |        |         | 17582,06         | 129,46        | 94        |           | 2751,03        | 1,6332          | 34,71          |
| 3 | KP20-5-1  | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м | 100м2  | 21,25   | <u>4946,68</u>   | -             | 105116,95 | 105116,95 | -              | <u>72,5000</u>  | <u>1540,63</u> |
|   |           |   |        |         | 4946,68          | -             | -         | -         | -              | -               | -              |
| 4 | KP3-39-8  | (Демонтаж) Оздоблення стін к дем.=0,7 металосайдингом   | 100 м2 | 21,25   | <u>2898,62</u>   | -             | 61595,68  | 61595,68  | -              | <u>42,4830</u>  | <u>902,76</u>  |
|   |           |   |        |         | 2898,62          | -             | -         | -         | -              | -               | -              |
| 5 | KP19-1-2  | Розбирання ізоляції з мінераловатних плит   | м3     | 113,69  | <u>286,36</u>    | <u>6,60</u>   | 32556,27  | 31805,91  | <u>750,36</u>  | <u>4,5600</u>   | <u>518,43</u>  |
|   |           |   |        |         | 279,76           | 2,05          |           |           | 233,06         | 0,0250          | 2,84           |
| 6 | KP11-32-1 | Оброблення поверхонь стін ізоляційним матеріалом  | 100м2  | 21,25   | <u>367,91</u>    | <u>1,04</u>   | 7818,09   | 7795,99   | <u>22,10</u>   | <u>5,9800</u>   | <u>127,08</u>  |
|   |           |   |        |         | 366,87           | 0,87          |           |           | 18,49          | 0,0111          | 0,24           |
| 7 | C114-4-У  | Плити теплоізоляційні мінераловатні товщиною 100 мм   | м3     | 227,375 | <u>3594,13</u>   | -             | 817215,31 | -         | -              | -               | -              |
|   | варіант 2 |   |        |         | -                | -             | -         | -         | -              | -               | -              |

| 1  | 2                             | 3                                     | 4      | 5     | 6       | 7 | 8                 | 9         | 10      | 11      | 12      |
|--|-------------------------------|---------------------------------------|--------|-------|---------|---|-------------------|-----------|---------|---------|---------|
| 8  | & C111-136-43-П1<br>варіант 1 | Кріпильний дюбель (парасолька) 160 мм | шт     | 17170 | 1,26    | - | 21634,20          | -         | -       | -       | -       |
| 9  | КРЗ-39-8                      | Оздоблення стін металосайдингом       | 100 м2 | 21,25 | 4140,88 | - | 87993,70          | 87993,70  | -       | 60,6900 | 1289,66 |
|  |                               |                                       |        |       | 4140,88 | - |                   |           | -       |         |         |
| Разом прями витрати по кошторису                     |                               |                                       |        |       |         |   | 3575492,09        | 773043,96 | 7543,99 |         | 10830,7 |
| Разом будівельні роботи, грн.                        |                               |                                       |        |       |         |   | 3575492,09        |           | 3002,58 |         | 37,79   |
| в тому числі:  |                               |                                       |        |       |         |   |                   |           |         |         |         |
| вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.     |                               |                                       |        |       |         |   | 2794904,14        |           |         |         |         |
| всього заробітна плата, грн.                         |                               |                                       |        |       |         |   | 776046,54         |           |         |         |         |
| Загальновиробничі витрати, грн.                      |                               |                                       |        |       |         |   | 449620,84         |           |         |         |         |
| трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. |                               |                                       |        |       |         |   | 1289,64           |           |         |         |         |
| заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.  |                               |                                       |        |       |         |   | 152020,56         |           |         |         |         |
| <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>                |                               |                                       |        |       |         |   | <b>4025112,93</b> |           |         |         |         |

|  |  |  |                        |  |  |  |  |
|--|--|--|------------------------|--|--|--|--|
|  |  | <b>Всього по кошторису</b>                 | <b>4025112,<br/>93</b> |  |  |  |  |
|  |  | <b>Кошторисна трудомісткість, люд.год.</b> | <b>12158,13</b>        |  |  |  |  |
|  |  | <b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>    | <b>928067,10</b>       |  |  |  |  |

( назва організації, що затверджує )

**Затверджено (схвалено)**

Зведений кошторисний розрахунок у сумі 6310,051 тис. грн.

В тому числі зворотних сум \_ тис. грн.

( посилання на документ про затвердження )

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Термомодернізації житлового будинку з використанням технології "мокрый фасад" утеплювач пінополістирол з наступним збільшенням товщини утеплювача КМР

**Локальний кошторис на будівельні роботи №02-01-01  
на Загальнобудівельні роботи  
Термомодернізація**

Основа:  
креслення (специфікації ) №

Кошторисна вартість 4982,44959 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 23,91039 тис.люд.год.  
Кошторисна заробітна плата 1996,48010 тис. грн.  
Середній розряд робіт 4,3 розряд

Складений за поточними цінами станом на "9 червня" 2023 р.

| № Ч.ч.. | Обґрунтування (шифр норми) | Найменування робіт і витрат   | Одиниця виміру | Кількість | Вартість одиниці, грн. |                    | Загальна вартість, грн. |                  |                    | Витрати труда робітників, люд.год. |                               |                               |
|---------|----------------------------|---|----------------|-----------|------------------------|--------------------|-------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|         |                            |   |                |           | Всього                 | експлуатації машин | Всього                  | заробітної плати | експлуатації машин | не зайнятих обслуговуванням машин  |                               |                               |
|         |                            |   |                |           |                        |                    |                         |                  |                    | заробітної плати                   | в тому числі заробітної плати | в тому числі заробітної плати |
| 1       | 2                          | 3   | 4              | 5         | 6                      | 7                  | 8                       | 9                | 10                 | 11                                 | 12                            |                               |
| 1       | КР20-5-1                   | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м | 100м2          | 21,25     | 4946,68<br>4946,68     | -<br>-             | 105116,95               | 105116,95        | -<br>-             | 72,5000                            | -                             | 1540,63                       |

| 1 | 2         | 3   | 4      | 5      | 6                            | 7                   | 8  | 9              | 10                      | 11                      | 12                      |
|---|-----------|---|--------|--------|------------------------------|---------------------|--|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2 | KB15-78-1 | Утеплення фасадів пінополістирольними плитами товщиною 50 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі   | 100 м2 | 21,25  | <u>76850,48</u><br>34206,02  | -                   | 1633072,<br>70   | 726877,93      | -                       | <u>417,8600</u>         | <u>8879,53</u>          |
| 3 | KP20-5-1  | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м   | 100м2  | 21,25  | <u>4946,68</u><br>4946,68    | -                   | 105116,95  | 105116,95      | -                       | <u>72,5000</u>          | <u>1540,63</u>          |
| 4 | KP19-1-2  | Розбирання ізоляції з пінополістирольних плит   | м3     | 113,69 | <u>286,36</u><br>279,76      | <u>6,60</u><br>2,05 | 32556,27   | 31805,91       | <u>750,36</u><br>233,06 | <u>4,5600</u><br>0,0250 | <u>518,43</u><br>2,84   |
| 5 | KB15-78-1 | Утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі  | 100 м2 | 21,25  | <u>102627,48</u><br>34206,02 | -                   | 2180833,<br>95   | 726877,93      | -                       | <u>417,8600</u>         | <u>8879,53</u>          |
|   |           | Разом прямі витрати по кошторису  |        |        |                              |                     | 4056696,<br>82   | 1695795,<br>67 | <u>750,36</u><br>233,06 |                         | <u>21358,75</u><br>2,84 |
|   |           | Разом будівельні роботи, грн.<br>в тому числі:<br>вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.<br>всього заробітна плата, грн.<br>Загальновиробничі витрати, грн.<br>трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.<br>заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.<br><b>Всього будівельні роботи, грн.</b> |        |        |                              |                     | 2360150,<br>79<br>1696028,<br>73<br>925752,77<br>2548,8<br>300451,37<br><b>4982449,<br/>59</b> |                |                         |                         |                         |
|   |           | <b>Всього по кошторису</b>  |        |        |                              |                     | <b>4982449,<br/>59</b>   |                |                         |                         |                         |
|   |           | Кошторисна трудоємність, люд.год.   |        |        |                              |                     | <b>23910,39</b>  |                |                         |                         |                         |
|   |           | Кошторисна заробітна плата, грн.  |        |        |                              |                     | <b>1996480,<br/>10</b>   |                |                         |                         |                         |

Разом по главах 1-12:

**4982449,  
59**

Настанова [4.38]

Кошторисний прибуток (П)

182914,48

Настанова [4.39]

Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)

93011,42

Разом (гл. 1-12 + П + АВ + Р + І)

5258375,  
49

Разом:

5258375,  
49

Податок на додану вартість

1051675,1

Всього по зведеному кошторисному розрахунку

6310050,  
59

Керівник проєктної організації \_\_\_\_\_

Головний інженер проєкту  
(Головний архітектор проєкту) \_\_\_\_\_

Керівник відділу \_\_\_\_\_



( назва організації, що затверджує )

**Затверджено (схвалено)**Зведений кошторисний розрахунок у сумі 6463,119 тис. грн.  
В тому числі зворотних сум \_ тис. грн.

( посилання на документ про затвердження )

" \_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Термомодернізації житлового будинку з використанням технології "мокрый фасад" утеплювач мінераловатні плити з наступним збільшенням товщини утеплювача  
КМР**Локальний кошторис на будівельні роботи №02-01-01  
на Загальнобудівельні роботи  
Термомодернізація**Основа:  
креслення (специфікації ) №Кошторисна вартість 5110,00697 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 23,91039 тис.люд.год.  
Кошторисна заробітна плата 1996,48010 тис. грн.  
Середній розряд робіт 4,3 розряд

Складений за поточними цінами станом на "9 червня" 2023 р.

| №<br>Ч.ч.. | Обґрунтування<br>(шифр норми) | Найменування робіт і витрат   | Одиниця<br>виміру | Кількість | Вартість одиниці,<br>грн. |                       | Загальна вартість, грн. |                     |                       | Витрати труда<br>робітників, люд.год.   |                                  |
|------------|-------------------------------|---|-------------------|-----------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|---|----------------------------------|
|            |                               |   |                   |           | Всього                    | експлуатації<br>машин | Всього                  | заробітної<br>плати | експлуатації<br>машин | не зайнятих<br>обслуговуванням<br>машин |                                  |
|            |                               |   |                   |           |                           |                       |                         |                     |                       | заробітної<br>плати                     | в тому числі заробітної<br>плати |
| 1          | 2                             | 3   | 4                 | 5         | 6                         | 7                     | 8                       | 9                   | 10                    | 11                                      | 12                               |
| 1          | КР20-5-1                      | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м | 100м2             | 21,25     | 4946,68                   | -                     | 105116,95               | 105116,95           | -                     | 72,5000                                 | 1540,63                          |
|            |                               |   |                   |           | 4946,68                   | -                     |                         |                     | -                     | -                                       | -                                |
| 2          | КБ15-78-1                     | Утеплення фасадів мінеральними  | 100 м2            | 21,25     | 82853,18                  | -                     | 1760630,                | 726877,93           | -                     | 417,8600                                | 8879,53                          |

|   |           |  |        |        |                              |              |                   |            |                         |                         |  |                         |
|---|-----------|--|--------|--------|------------------------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
|   |           | плитами товщиною 50 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі                                    |        |        | 34206,02                     | -            | 08                |            |                         |                         |  |                         |
| 3 | KP20-5-1  | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м    | 100м2  | 21,25  | <u>4946,68</u><br>4946,68    | -            | 105116,95         | 105116,95  | -                       | <u>72,5000</u>          |  | <u>1540,63</u>          |
| 4 | KP19-1-2  | Розбирання ізоляції з мінераловатних плит  | м3     | 113,69 | <u>286,36</u><br>279,76      | 6,60<br>2,05 | 32556,27          | 31805,91   | <u>750,36</u><br>233,06 | <u>4,5600</u><br>0,0250 |  | <u>518,43</u><br>2,84   |
| 5 | KB15-78-1 | Утеплення фасадів мінераловатними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином. Стіни гладкі | 100 м2 | 21,25  | <u>102627,48</u><br>34206,02 | -            | 2180833,95        | 726877,93  | -                       | <u>417,8600</u>         |  | <u>8879,53</u>          |
|   |           | Разом прямі витрати по кошторису   |        |        |                              |              | 4184254,20        | 1695795,67 | <u>750,36</u><br>233,06 |                         |  | <u>21358,75</u><br>2,84 |
|   |           | Разом будівельні роботи, грн.  |        |        |                              |              | 4184254,20        |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | в тому числі:  |        |        |                              |              |                   |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.   |        |        |                              |              | 2487708,17        |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | всього заробітна плата, грн.   |        |        |                              |              | 1696028,73        |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | Загальновиробничі витрати, грн.  |        |        |                              |              | 925752,77         |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.   |        |        |                              |              | 2548,8            |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.  |        |        |                              |              | 300451,37         |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>  |        |        |                              |              | <b>5110006,97</b> |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | -----  |        |        |                              |              |                   |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | <b>Всього по кошторису</b>   |        |        |                              |              | <b>5110006,97</b> |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | Кошторисна трудоємність, люд.год.  |        |        |                              |              | 23910,39          |            |                         |                         |  |                         |
|   |           | Кошторисна заробітна плата, грн.   |        |        |                              |              | 1996480,10        |            |                         |                         |  |                         |

Разом по главах 1-12:

5110006,  
97

Настанова [4.38]

Кошторисний прибуток (П)

182914,48

|                  |  |                 |
|------------------|--|-----------------|
| Настанова [4.39] | Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) | 93011,42        |
|                  | <b>Разом (гл. 1-12 + П + АВ + Р + І)</b>                               | <b>5385932,</b> |
|                  |  | <b>87</b>       |
|                  | <b>Разом:</b>  | <b>5385932,</b> |
|                  |  | <b>87</b>       |
|                  | <b>Податок на додану вартість</b>                                      | <b>1077186,</b> |
|                  |  | <b>57</b>       |
|                  | <b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b>                     | <b>6463119,</b> |
|                  |  | <b>44</b>       |

Керівник проектної організації \_\_\_\_\_

Головний інженер проекту  
(Головний архітектор проекту) \_\_\_\_\_

Керівник відділу \_\_\_\_\_

( назва організації, що затверджує )

**Затверджено (схвалено)**Зведений кошторисний розрахунок у сумі 4998,501 тис. грн.  
В тому числі зворотних сум \_ тис. грн.

( посилання на документ про затвердження )

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Термомодернізації житлового будинку з використанням технології "вентильований фасад" утеплювач мінераловатні плити з наступним збільшенням товщини утеплювача  
КМР**Локальний кошторис на будівельні роботи №02-01-01  
на Загальнобудівельні роботи  
Термомодернізація**Основа:  
креслення (специфікації ) №Кошторисна вартість 4025,11293 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 12,15813 тис.люд.год.  
Кошторисна заробітна плата 928,06710 тис. грн.  
Середній розряд робіт 3,4 розряд

Складений за поточними цінами станом на "9 червня" 2023 р.

| №<br>Ч.ч.. | Обґрунтування<br>(шифр норми) | Найменування робіт і витрат   | Одиниця<br>виміру | Кількість | Вартість одиниці,<br>грн. |                       | Загальна вартість, грн. |                     |                       | Витрати труда<br>робітників, люд.год.   |                                     |
|------------|-------------------------------|---|-------------------|-----------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
|            |                               |   |                   |           | Всього                    | експлуатації<br>машин | Всього                  | заробітної<br>плати | експлуатації<br>машин | не зайнятих<br>обслуговуванням<br>машин |                                     |
|            |                               |   |                   |           |                           |                       |                         |                     |                       | заробітної<br>плати                     | в тому<br>числі заробітної<br>плати |
| 1          | 2                             | 3   | 4                 | 5         | 6                         | 7                     | 8                       | 9                   | 10                    | 11                                      | 12                                  |
| 1          | КР20-5-1                      | Установлення та розбирання зовнішніх металевих трубчастих інвентарних риштувань, висота риштувань до 16 м | 100м2             | 21,25     | 4946,68                   | -                     | 105116,95               | 105116,95           | -                     | 72,5000                                 | 1540,63                             |
|            |                               |   |                   |           | 4946,68                   | -                     |                         |                     | -                     |   |                                     |
| 2          | КБ15-80-2                     | Опорядження стін фасадів  | 100 м2            | 21,25     | 109950,35                 | 318,66                | 2336444,                | 373618,78           | 6771,53               | 231,1300                                | 4911,51                             |

|  |                        |   |        |         |                           |                     |           |                   |                         |                         |                       |
|--|------------------------|---|--------|---------|---------------------------|---------------------|-----------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
|  |                        | металосайдингом з утепленням з<br>риштувань   |        |         | 17582,06                  | 129,46              | 94        |                   | 2751,03                 | 1,6332                  | 34,71                 |
| 3  | KP20-5-1               | Установлення та розбирання зовнішніх<br>металевих трубчастих інвентарних<br>риштувань, висота риштувань до 16 м | 100м2  | 21,25   | <u>4946,68</u><br>4946,68 | -                   | 105116,95 | 105116,95         | -                       | <u>72,5000</u>          | <u>1540,63</u>        |
| 4  | KP3-39-8<br>к дем.=0,7 | (Демонтаж) Оздоблення стін<br>металосайдингом   | 100 м2 | 21,25   | <u>2898,62</u><br>2898,62 | -                   | 61595,68  | 61595,68          | -                       | <u>42,4830</u>          | <u>902,76</u>         |
| 5  | KP19-1-2               | Розбирання ізоляції з мінераловатних плит   | м3     | 113,69  | <u>286,36</u><br>279,76   | <u>6,60</u><br>2,05 | 32556,27  | 31805,91          | <u>750,36</u><br>233,06 | <u>4,5600</u><br>0,0250 | <u>518,43</u><br>2,84 |
| 6  | KP11-32-1              | Оброблення поверхонь стін ізоляційним<br>матеріалом   | 100м2  | 21,25   | <u>367,91</u><br>366,87   | <u>1,04</u><br>0,87 | 7818,09   | 7795,99           | <u>22,10</u><br>18,49   | <u>5,9800</u><br>0,0111 | <u>127,08</u><br>0,24 |
| 7  | C114-4-У<br>варіант 2  | Плити теплоізоляційні мінераловатні<br>товщиною 100 мм  | м3     | 227,375 | <u>3594,13</u>            | -                   | 817215,31 | -                 | -                       | -                       | -                     |
| 8 &  | C111-136-<br>43-П1     | Кріпильний дюбель (парасолька) 160 мм   | шт     | 17170   | <u>1,26</u>               | -                   | 21634,20  | -                 | -                       | -                       | -                     |
|  | варіант 1              |   |        |         | -                         | -                   | -         | -                 | -                       | -                       | -                     |
| 9  | KP3-39-8               | Оздоблення стін металосайдингом   | 100 м2 | 21,25   | <u>4140,88</u><br>4140,88 | -                   | 87993,70  | 87993,70          | -                       | <u>60,6900</u>          | <u>1289,66</u>        |
| Разом прями витрати по кошторису                       |                        |   |        |         |                           |                     |           | 3575492,09        | 773043,96               | 7543,99<br>3002,58      | 10830,7<br>37,79      |
| Разом будівельні роботи, грн.                          |                        |   |        |         |                           |                     |           | 3575492,09        |                         |                         |                       |
| в тому числі:  |                        |   |        |         |                           |                     |           |                   |                         |                         |                       |
| вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.       |                        |   |        |         |                           |                     |           | 2794904,14        |                         |                         |                       |
| всього заробітна плата, грн.                           |                        |   |        |         |                           |                     |           | 776046,54         |                         |                         |                       |
| Загальновиробничі витрати, грн.                        |                        |   |        |         |                           |                     |           | 449620,84         |                         |                         |                       |
| трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. |                        |   |        |         |                           |                     |           | 1289,64           |                         |                         |                       |
| заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.    |                        |   |        |         |                           |                     |           | 152020,56         |                         |                         |                       |
| <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>                  |                        |   |        |         |                           |                     |           | <b>4025112,93</b> |                         |                         |                       |
| -----  |                        |   |        |         |                           |                     |           |                   |                         |                         |                       |
| <b>Всього по кошторису</b>                             |                        |   |        |         |                           |                     |           | <b>4025112,93</b> |                         |                         |                       |
| <b>Кошторисна трудомісткість, люд.год.</b>             |                        |   |        |         |                           |                     |           | <b>12158,13</b>   |                         |                         |                       |

| 1 | 2 | 3                                       | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9                | 10 | 11 | 12 |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------|----|----|----|--|
|   |   | <b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b> |   |   |   |   |   | <b>928067,10</b> |    |    |    |  |

|  |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|-------------------|--|--|--|--|
| <b>Разом по главах 1-12:</b>                       |  |  |  |  |  |  | <b>4025112,93</b> |  |  |  |  |
| Настанова [4.38]                                   | Кошторисний прибуток (П)   |  |  |  |  |  | 93009,69          |  |  |  |  |
| Настанова [4.39]                                   | Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) |  |  |  |  |  | 47295,13          |  |  |  |  |
| <b>Разом (гл. 1-12 + П + АВ + Р + І)</b>           |  |  |  |  |  |  | <b>4165417,75</b> |  |  |  |  |
| <b>Разом:</b>                                      |  |  |  |  |  |  | <b>4165417,75</b> |  |  |  |  |
| <b>Податок на додану вартість</b>                  |  |  |  |  |  |  | <b>833083,55</b>  |  |  |  |  |
| <b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b> |  |  |  |  |  |  | <b>4998501,3</b>  |  |  |  |  |

Керівник проєктної організації \_\_\_\_\_

Головний інженер проєкту  
(Головний архітектор проєкту) \_\_\_\_\_

Керівник відділу \_\_\_\_\_

## Додаток В

## ВІДОМІСТЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

| № аркуша | Найменування   | Примітка |
|----------|--|----------|
| 1        | Тема.  |          |
| 2        | Мета і задачі дослідження.   |          |
| 3        | Вплив ресурсозберігаючих технологій на термоенергетичну ефективність об'єктів житлового фонду  |          |
| 4        | Використання інноваційних матеріалів у ресурсозберігаючій технології термомодернізації   |          |
| 5        | Зміни до мінімального опору теплопередачі визначені нормативними документами в різні періоди   |          |
| 6        | Вибір теплоізоляційного матеріалу  |          |
| 7        | Порівняння варіантів влаштування « утеплених фасадів»  |          |
| 8        | Комплексне дослідження впливу термомостів на систему вентиляваного фасаду та оптимізація системи шляхом термічного аналізу існуючих матеріалів |          |
| 9        | Висновки.  |          |
| 10       | Фасад 1-13   |          |
| 11       | Фасад В-А, розріз 1-1  |          |
| 12       | План 1-го поверху, план типового поверху   |          |
| 13       | План горища, план покрівлі, план підвалу, план перекриття підвалу в осях 1-5   |          |
| 14       | План пального поля, схема навантажень на фундаменти, інженерно-геологічний розріз  |          |
| 15       | Технологічна карта на влаштування вентиляваного фасаду   |          |

# Тема: Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду

Керівник проекту: к.т.н.,  
доцент, Христич О.В.

Виконав: ст. гр. Б-21мз  
Кобилюх А. Є.



Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розробка комплексу ефективних заходів у складі ресурсозберігаючої технології термомодернізації огорожувальних конструкцій існуючих житлових будівель.

У відповідності з поставленою метою необхідно було вирішити наступні задачі:

- провести комплексний аналіз існуючих інженерно-технічних рішень в технологіях проектування і будівництва огорожувальних конструкцій будівель;
- обґрунтувати варіанти влаштування ефективних багатошарових огорожувальних конструкцій будівель і дослідити теплофізичні властивості елементів багатошарового покриття з метою підвищення енергоефективності будівель;
- провести розрахунки теплофізичних характеристик запропонованого варіанту багатошарової огорожувальної конструкції і виконати графічну інтерпретацію динаміки зміни кількісних параметрів теплових і паро-водяних потоків у товщині конструкції;
- виконати роботи з проектування архітектурно-будівельних, конструкторських та технологічних рішень з тепло модернізації огорожувальних конструкцій експлуатованої житлової будівлі;
- запроектувати і розрахувати технологічні параметри будівельних процесів для об'єкту будівництва;
- виконати розрахунки економічних показників ефективності використання запропонованих автором технологічних рішень в будівельній практиці.
- розробити заходи з охорони праці та оцінки впливів надзвичайних ситуацій при будівництві та подальшій експлуатації громадської будівлі.

# Вплив ресурсозберігаючих технологій на термоенергетичну ефективність об'єктів житлового фонду

## 1. Зниження споживання енергії:

Використання ресурсозберігаючих технологій, таких як утеплення будівель, енергоефективні системи опалення та охолодження, може значно знизити споживання енергії для опалення та охолодження приміщень. Дослідження показують, що виконання комплексних заходів з термомодернізації може знизити енерговитрати на 30-50%.

## 2. Зменшення викидів парникових газів:

Застосування ресурсозберігаючих технологій сприяє зменшенню викидів парникових газів, таких як вуглекислий газ. Енергоефективні заходи допомагають знизити залежність від спалювання викопного палива та використання інших джерел енергії з високою карбоновою емісією.

## 3. Покращення якості повітря:

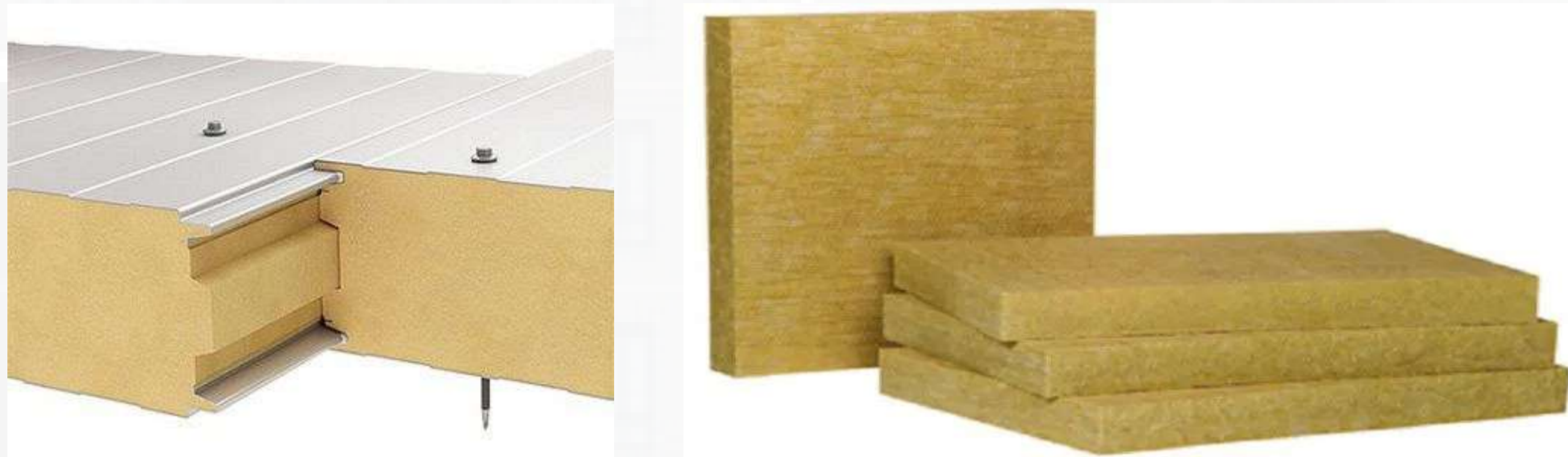
Ресурсозберігаючі технології також сприяють покращенню якості повітря в приміщеннях. Енергоефективні системи вентиляції та ізоляційні матеріали допомагають утримувати чисте повітря в приміщеннях, запобігаючи проникненню забруднень зовнішнього середовища.

## 4. Економічні вигоди:

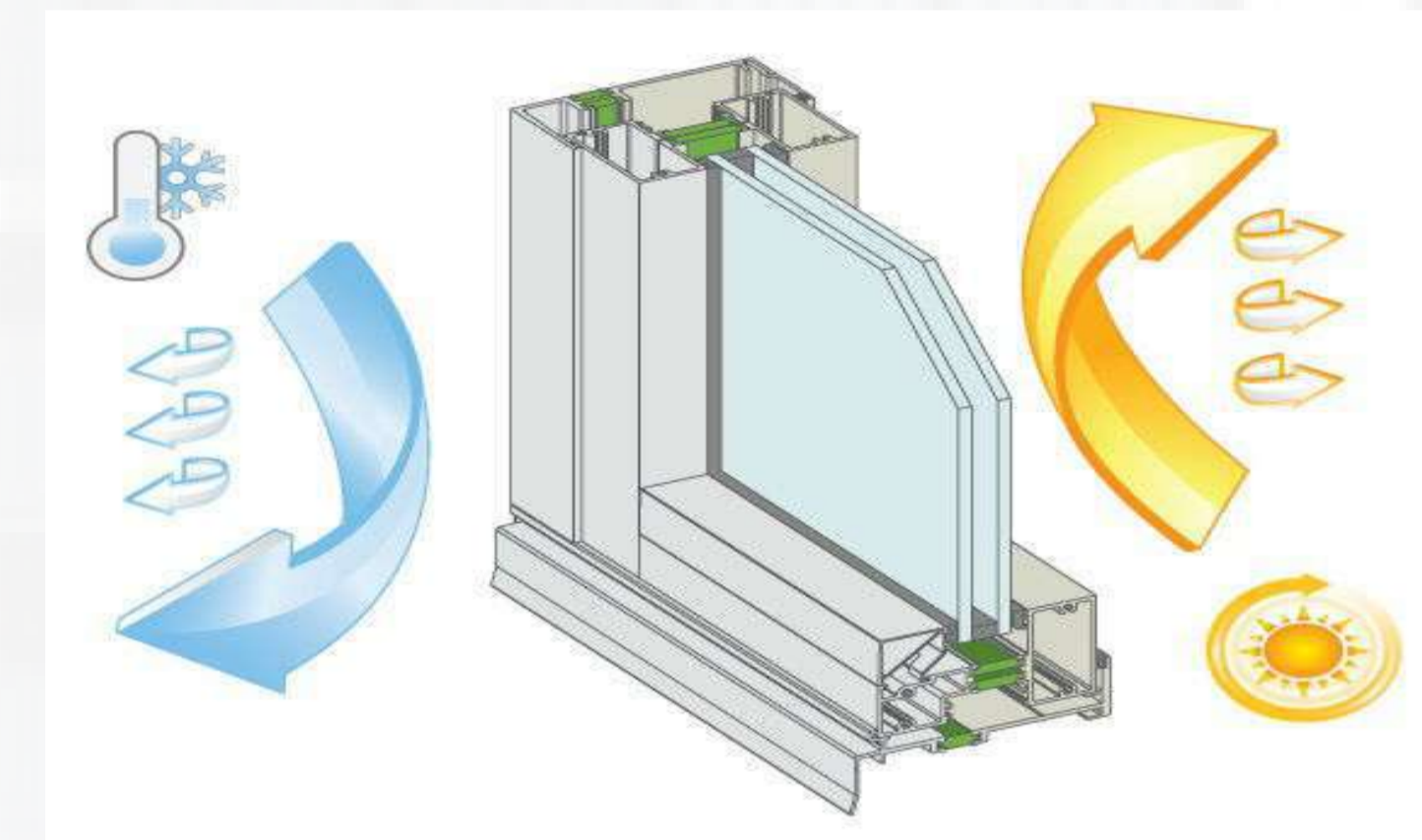
Впровадження ресурсозберігаючих технологій може призвести до значних економічних вигод. Зниження витрат на енергію та паливо може допомогти мешканцям знизити свої рахунки за комунальні послуги. Крім того, це може сприяти створенню робочих місць у сфері енергоефективності та будівництва.

# Використання інноваційних матеріалів у ресурсозберігаючій технології термомодернізації

Утеплювальні матеріали: Нові матеріали для утеплення будівель, такі як екструдований полістирол (XPS), поліуретанова піна (PUR/PIR), мінеральна вата з високою щільністю та інші, мають високу теплоізоляційну ефективність.



Енергоефективні вікна та двері: Використання вікон і дверей з подвійним або потрійним склопакетом, з теплоізоляційними профілями, а також з енергоефективними системами ущільнення.



Системи управління енергоспоживанням: Інтелектуальні системи управління енергоспоживанням, такі як автоматичні регулятори температури, датчики присутності, програмовані терморегулятори тощо.



Використання відновлювальних джерел енергії: Сонячних панелей для отримання електроенергії або сонячного тепла для системи гарячого водопостачання.

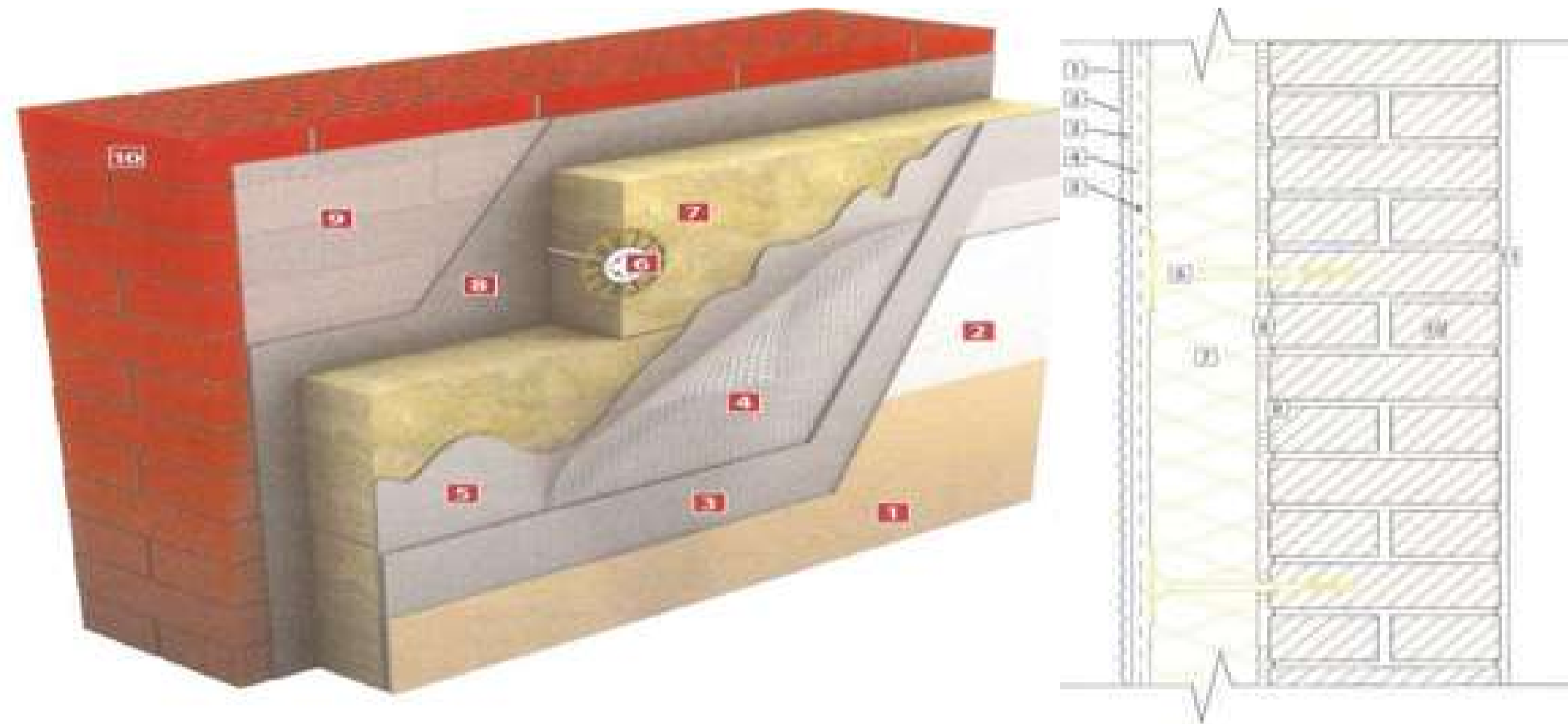


Зміни до мінімального опору теплопередачі визначені нормативними документами в різні періоди.

| Вид огороджувальної конструкції   | 2006 р                                       | 2013 р                                       | 2016 р                                       | 2021 р                                       |
|---|--|--|--|--|
|   | R <sub>qmin</sub><br>м <sup>2</sup><br>·К/Вт | R <sub>qmin</sub><br>м <sup>2</sup><br>·К/Вт | R <sub>qmin</sub><br>м <sup>2</sup><br>·К/Вт | R <sub>qmin</sub><br>м <sup>2</sup><br>·К/Вт |
| Зовнішні стіни  | 2,8  | 3,3  | 3,3  | 4,0  |
| Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям                         | 3,3  | 4,95   | 6,0  | 7,0  |
| Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалам | 2,8  | 3,75   | 3,75   | 5,0  |
| Світлопрозорі огороджувальні конструкції                                    | 0,6  | 0,75   | 0,75   | 0,9  |
| Зовнішні двері  | 0,44   | 0,44   | 0,6  | 0,7  |

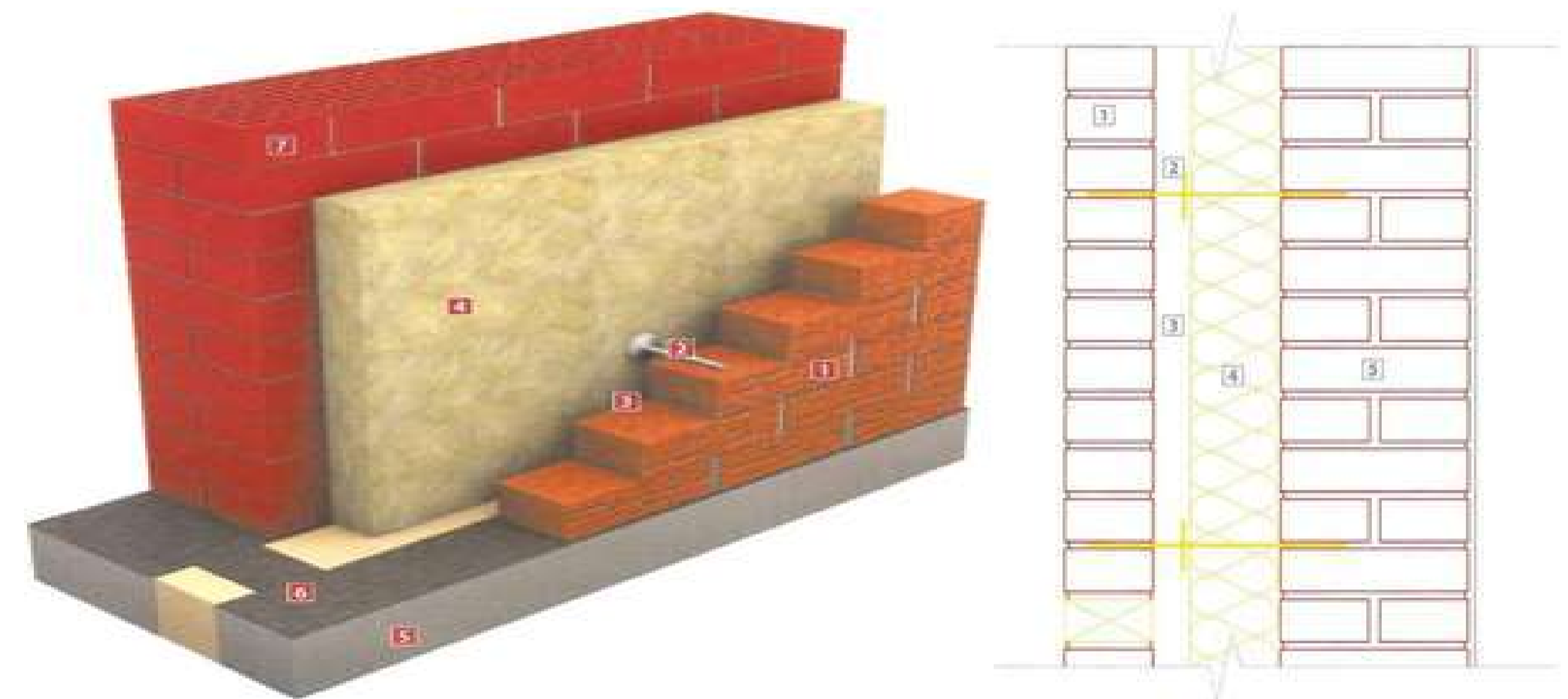
# Вибір теплоізоляційного матеріалу

## Схема утеплення стін при «мокрому» методі



- 1 - фасадна фарба (за необхідністю);
- 2 - декоративна штукатурка;
- 3 - кварцева ґрунтівка;
- 4 - склотканева сітка;
- 5 - базовий армуючий шар;
- 6 - тарільчастий фасадний анкер;
- 7 - утеплювач;
- 8 - клей для теплоізоляційних робіт;
- 9 - зміцнююча ґрунтівка;
- 10 - зовнішня стіна

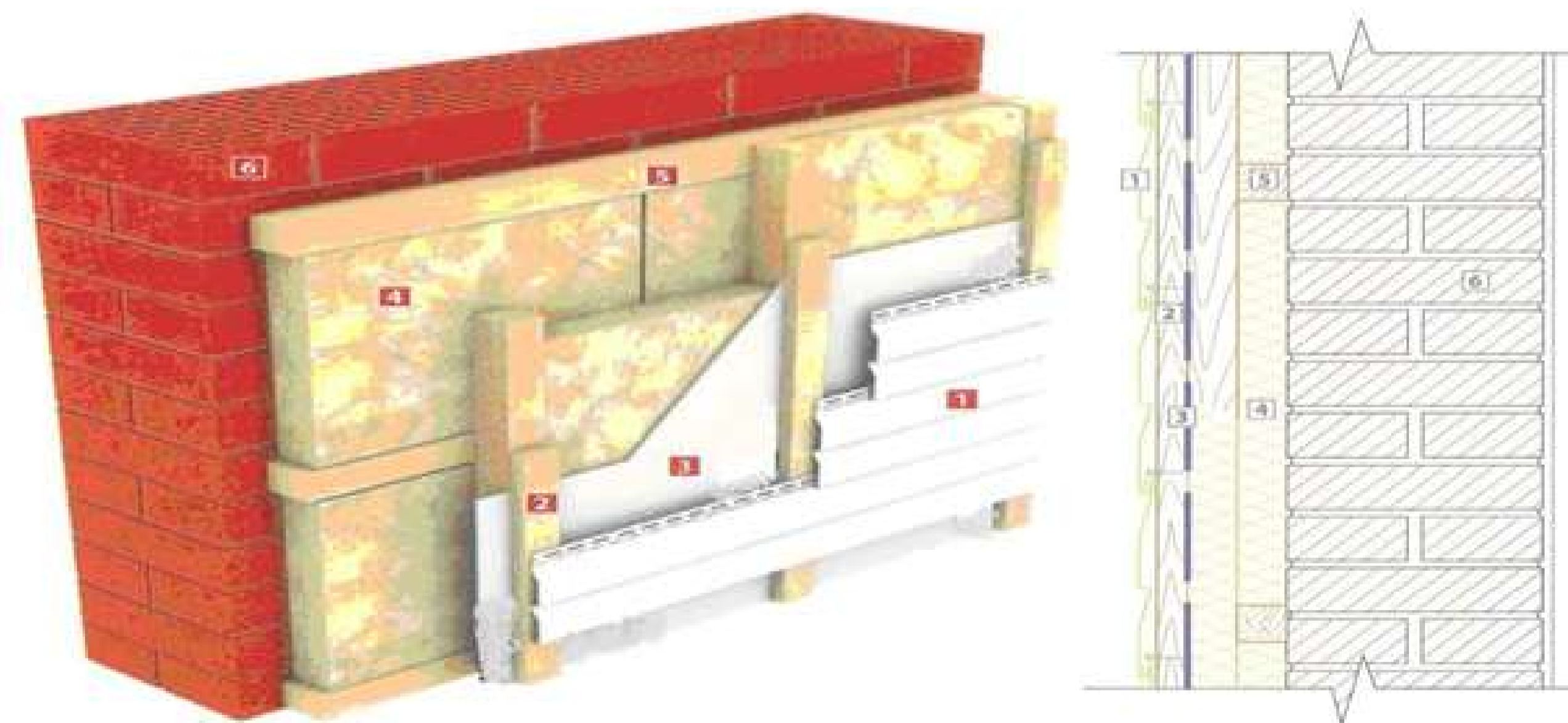
## Фасадна система з використанням шаруватої кладки з облицюванням декоративною цеглою



- 1 - облицювальна цегла;
- 2 - гнучкі зв'язки;
- 3 - вентиляємий зазор;
- 4 - утеплювач;
- 5 - опорне перекриття з системою «термовкладішів»;

- 6 - гідроізоляційна відсічка;
- 7 - несуча/самонесуча частина стіни (цегла, «легкі блоки» густиною не нижче 600 кг/м<sup>3</sup>, монолітний залізобетон)

## Фасадна система з облицюванням навісними панелями



- 1 - облицювальні панелі;
- 2 - контррейка товщиною 3-5 см;
- 3 - плівка гідро-вітрозахисна;
- 4 - утеплювач;
- 5 - каркас під т теплоізоляцію;
- 6 - кам'яна кладка.

## Порівняння варіантів влаштування «утеплених фасадів»

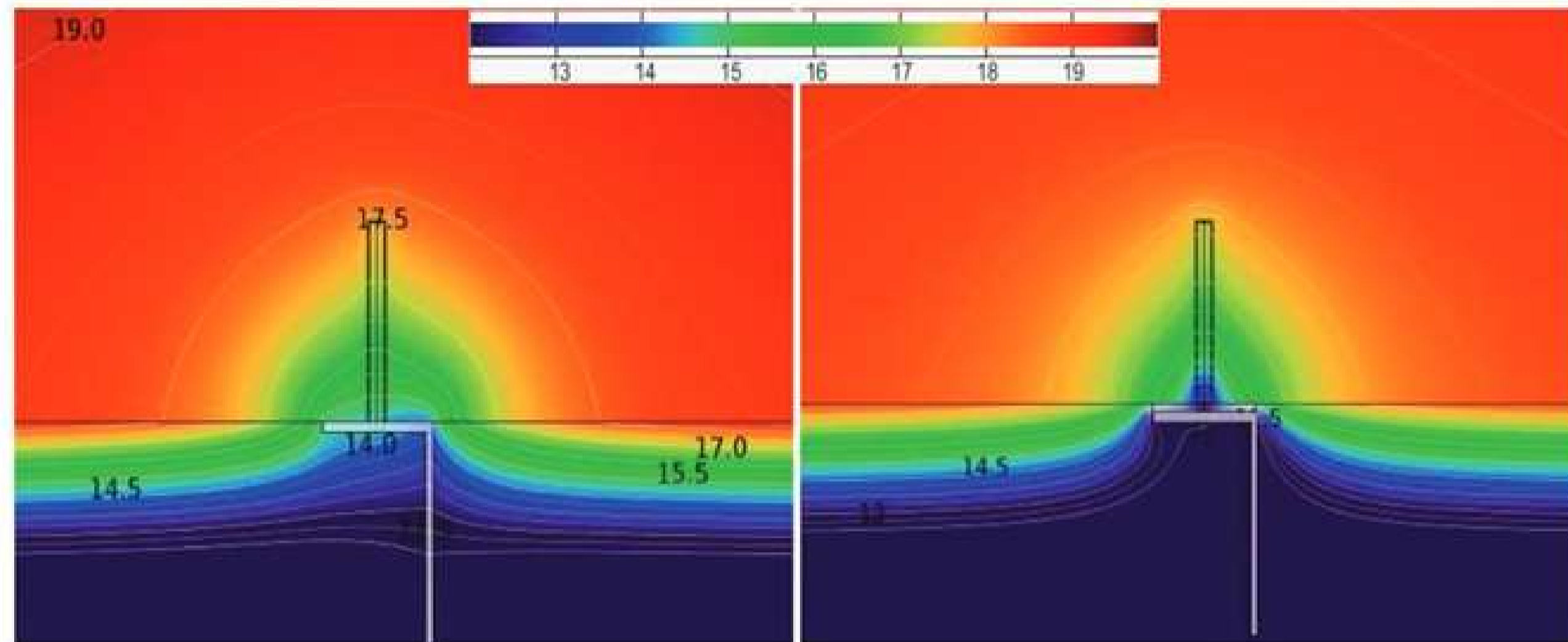
| Показники (дані)                               | Варіант 1 | Варіант 2 | Варіант 3 |
|--|-----------|-----------|-----------|
| Прямі витрати, тис. грн.                       | 4184,254  | 4056,697  | 3575,492  |
| Кошторисна трудомісткість, тис. люд. год.      | 23,91039  | 23,91039  | 12,15813  |
| Кошторисна заробітна плата, тис. грн.          | 1695,795  | 1695,795  | 773,044   |
| Загальновиробничі витрати, тис. грн.           | 925,753   | 925,753   | 449,621   |
| Усього за кошторисом, грн.                     | 6463,119  | 6310,051  | 4998,501  |
| Кошторисний прибуток, тис. грн.                | 182,914   | 182,914   | 93,01     |
| <b>Показники (обчислені)</b>                   |           |           |           |
| Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.             | 925,753   | 925,753   | 449,621   |
| Собівартість робіт (С), тис. грн.              | 5110,01   | 4982,32   | 4025,113  |
| Обігові кошти, тис. грн.                       | 1703,336  | 1660,773  | 1153,93   |
| Основні виробничі фонди, тис. грн.             | 0,5173    | 0,5173    | 4,541     |
| Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн. | 1703,853  | 1661,290  | 1158,471  |
| Показник приведених витрат, тис. грн.          | 5314,469  | 5181,675  | 4161,130  |
| Економічний ефект, тис. грн.                   |           | 132,794   | 1153,339  |

Виконано техніко-економічне порівняння влаштування утеплення за технологією «мокрій» та «вентильований» фасад. Для кожного варіанту розроблений локальний кошторис, в якому визначені кошторисна вартість робіт, кошторисну заробітну плату, кошторисну трудомісткість, загальновиробничі витрати.

Порівнюючи кожний варіант із таблиці ми бачимо, що найбільш економічним є варіант 3 - влаштування вентильованого фасаду.

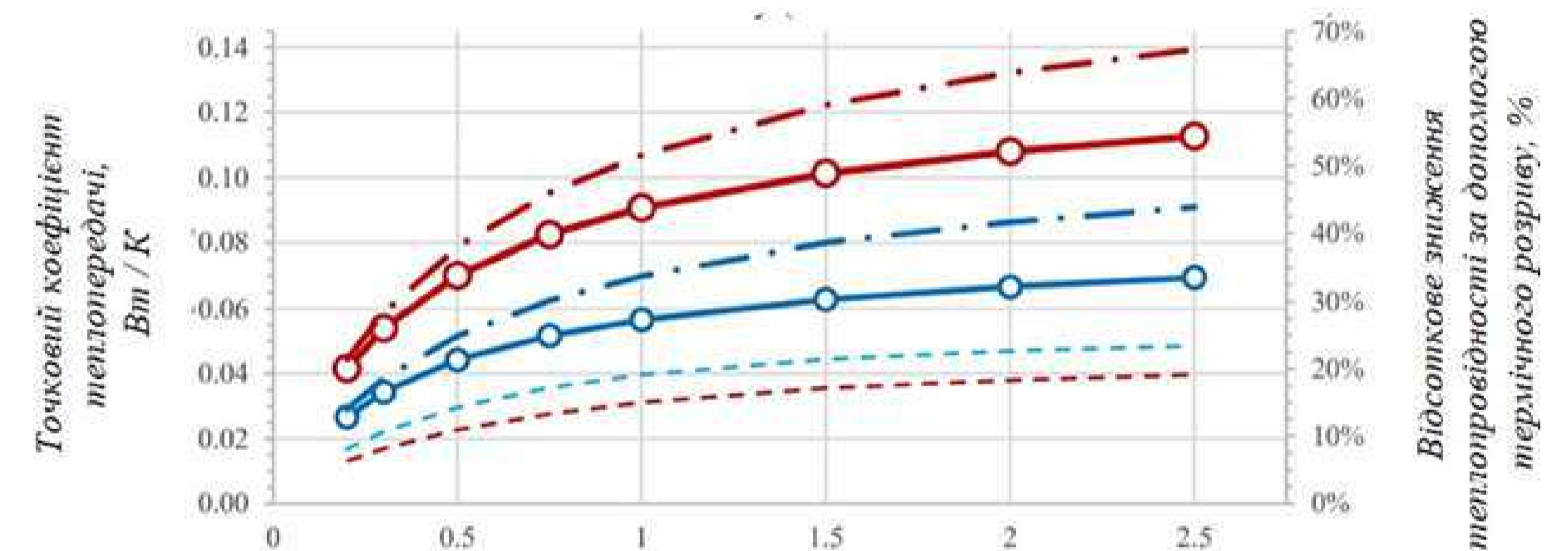
# КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМОМОСТІВ НА СИСТЕМУ ВЕНТИЛЬОВАНОГО ФАСАДУ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ШЛЯХОМ ТЕРМІЧНОГО АНАЛІЗУ ІСНУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Ізотермічні поверхні, що показують розподіл температури на площині, вертикальній до анкера для сценарію

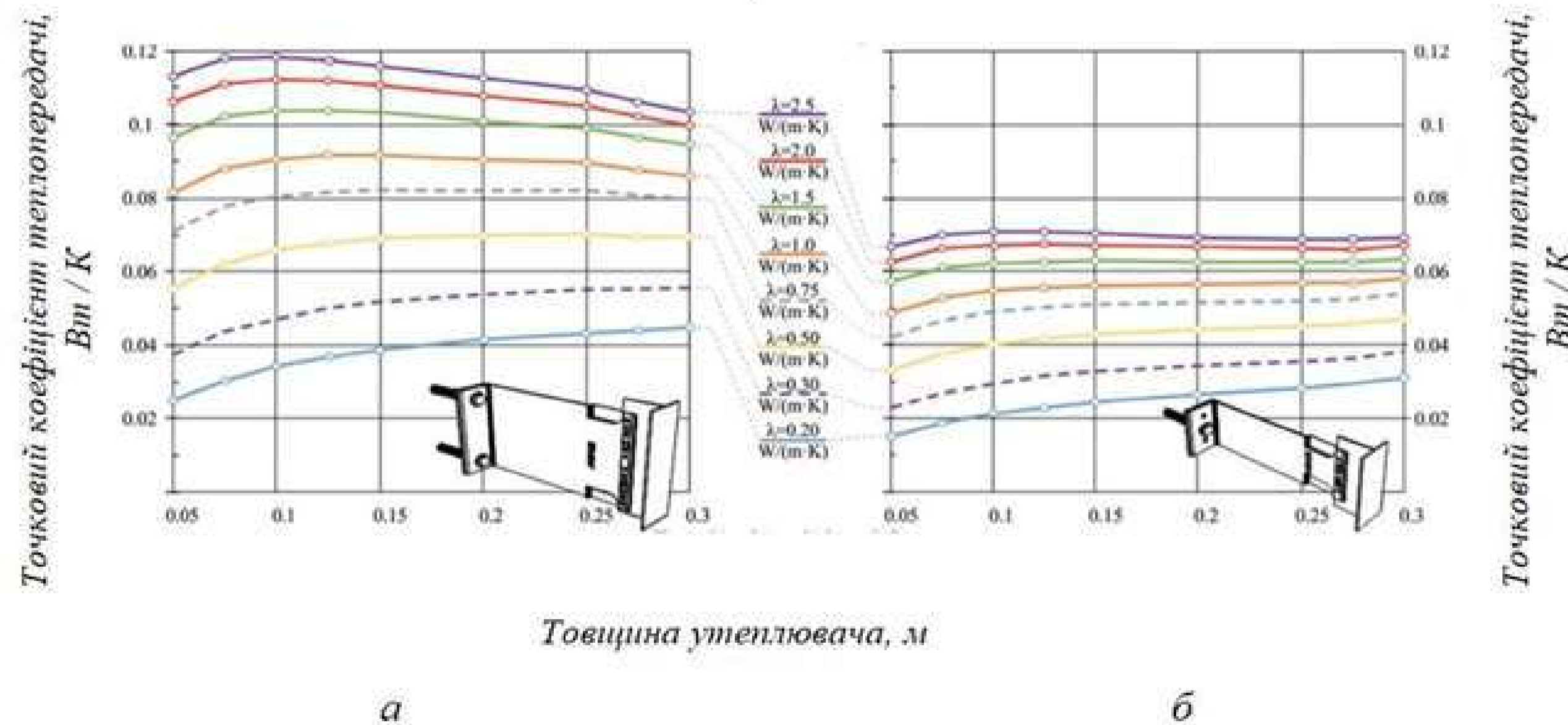


Вплив теплового розриву на точковий коефіцієнт теплопередачі при різних значеннях теплопровідності стінки підкладки (для сталевого анкера)

Точковий коефіцієнт теплопровідності (значення  $\chi$ ) як функція теплопровідності матеріалу стінки підкладки (товщина теплоізоляції = 0,20 м)



Точковий коефіцієнт теплопередачі (значення  $\chi$ ) як функція товщини теплоізоляції для різних теплопровідностей



Вплив товщини утеплювача з мінеральної вати ( $\lambda = 0,035$  Вт / (м К)) на точковий коефіцієнт теплопередачі для кронштейнів двох видів:  
 а - кронштейн повної висоти, б - кронштейн на половину висоти

## Висновки

Проведено аналіз існуючих інженерно-технічних рішень в технологіях проектування і будівництва огорожувальних конструкцій будівель й обґрунтувати варіанти влаштування ефективних багатошарових огорожувальних конструкцій будівель.

Проведено розрахунки теплофізичних характеристик запропонованого варіанту багатошарової огорожувальної конструкції та виконано розрахунки економічних показників ефективності використання запропонованих технологічних рішень.

Сформульовано та визначено актуальність теми роботи. Встановлено, що підвищення енергетичної ефективності будівель шляхом улаштування системи вентиляваного фасаду є одним із пріоритетним напрямком держави.

Термомости, що зосереджуються в місцях, де кріпильна система з'єднується з зовнішньою стіною будівлі, спричиняють значні втрати тепла для огорожуючих конструкцій. У деяких випадках збільшення товщини шару теплоізоляції збільшує деформацію кріпильного кронштейна та не компенсує цей вплив на систему. Таким чином, перетин кронштейна повинен бути більшим. Як наслідок, збільшується площа, яка залишається між кронштейном і стіною. Коефіцієнт теплопровідності всієї конструкції буде значно вищим через це.

Використання пластикових кронштейнів і вентиляваних фасадів на стінах із матеріалів з високим термічним опором є найефективнішим способом зменшення термомостів

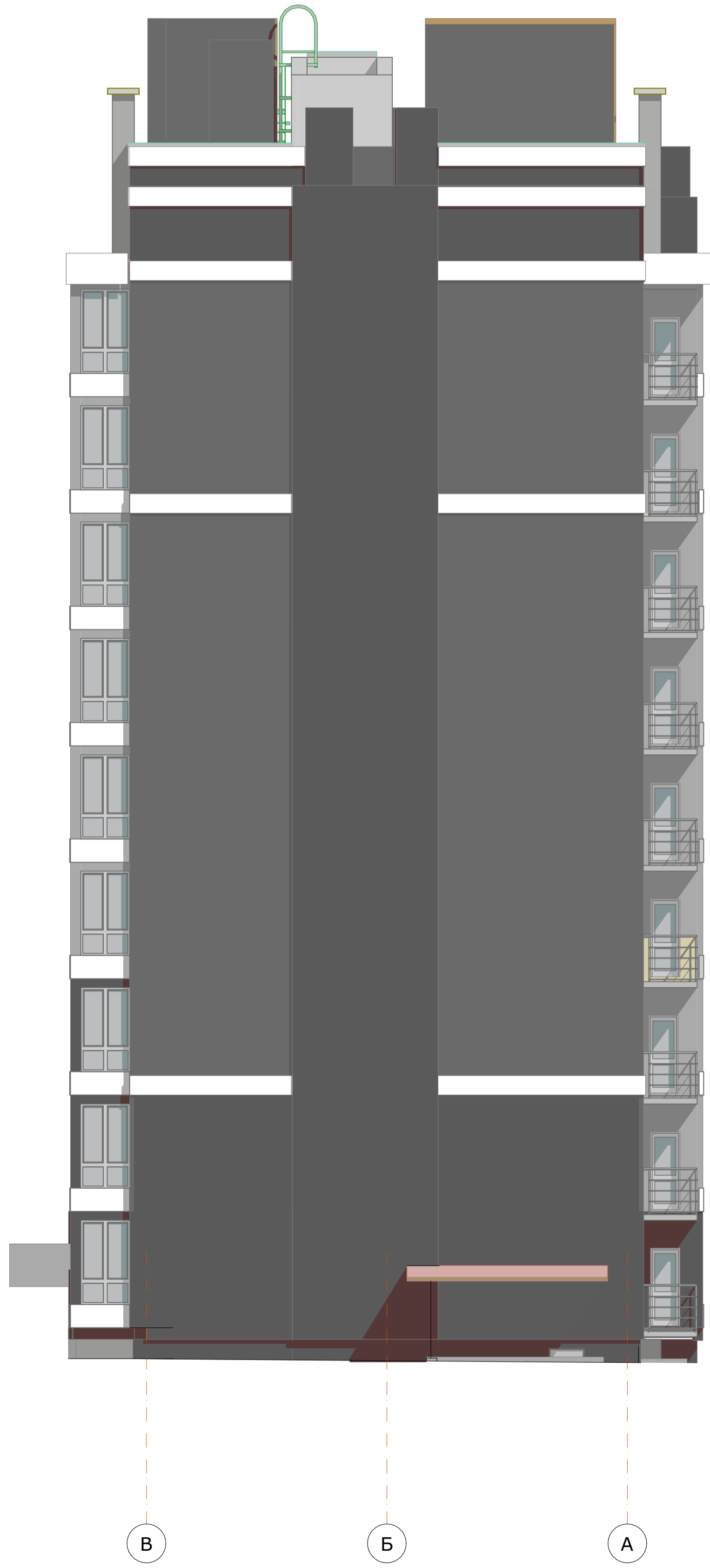


# Фасад 1-13



|             |               |      |       |       |      |   |      |        |
|-------------|---------------|------|-------|-------|------|---|------|--------|
|             |               |      |       |       |      | 08-11.МКР.011-АБ  |      |        |
|             |               |      |       |       |      | М. Хмельницький   |      |        |
| Зм          | К-сть         | Лист | №Док. | Підп. | Дата | Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду |      |        |
| Розробив    | Кобилець А.Е. |      |       |       |      | Стандія   | Лист | Листів |
| Перевірив   | Христюк О.В.  |      |       |       |      | П   | 10   | 15     |
| Н. Контроль | Магвська І.В. |      |       |       |      | Фасад 1-13  |      |        |
| Керівник    | Христюк О.В.  |      |       |       |      | ВНТУ, зр. Б-21мз  |      |        |
| Опонент     |               |      |       |       |      |   |      |        |
| Затвердив   | Швець В.В.    |      |       |       |      |   |      |        |

# Фасад В-А

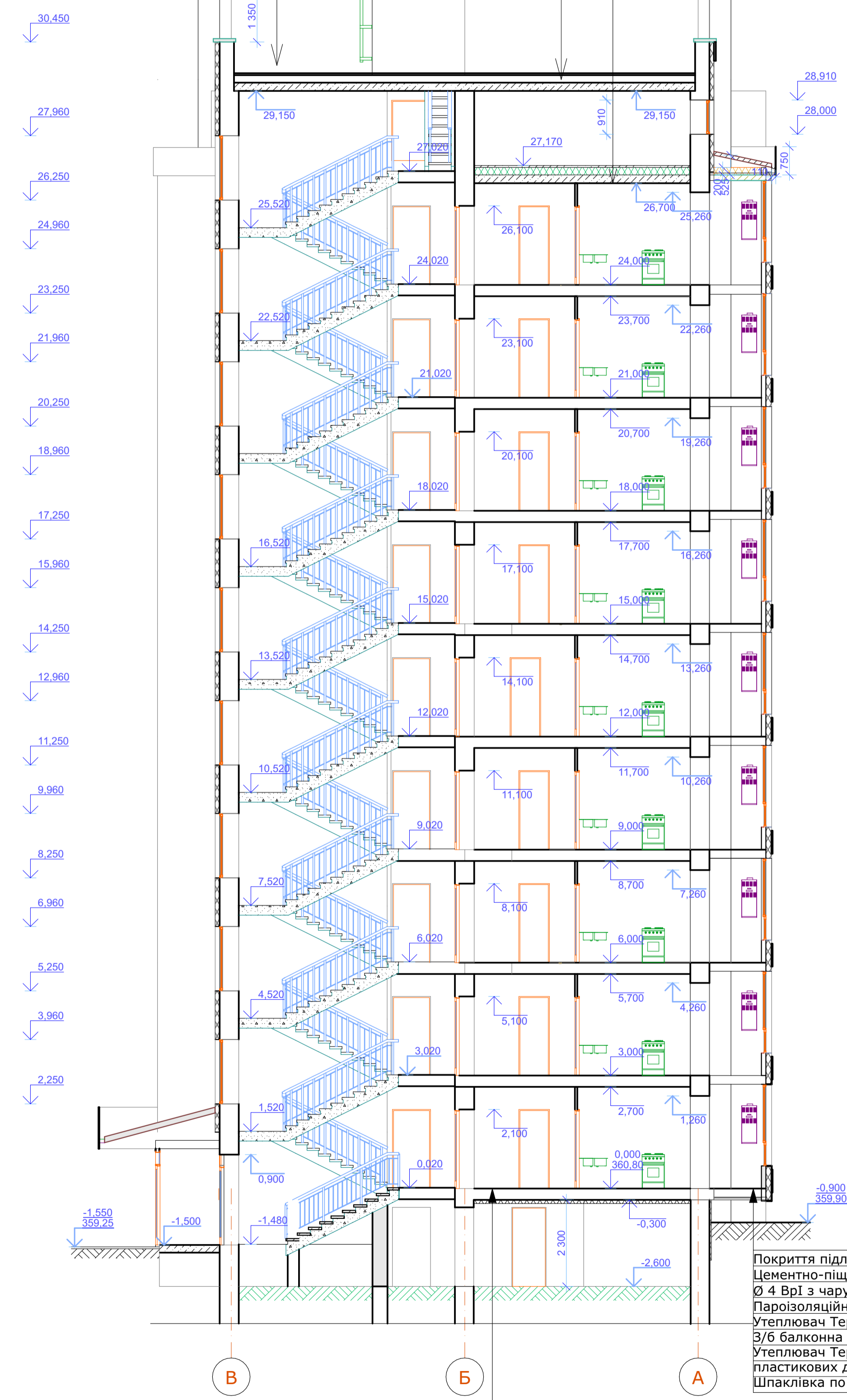


# Розріз 1-1

Єврорубероїд ХПП1- 1 шар  
Єврорубероїд ХПП2- 1 шар  
Цементно-піщана стяжка М150 з армуванням сіткою 4ВрІ з вічками 150\*150мм-50мм  
Керамзитовий ґравій j=600 кг/м³ ГОСТ 9757-90 по нахилу від 50 до 200 мм  
Гідроізоляційна плівка  
Мінеральна вата Термолайф ТЛ Покрівля 160кг/м³ 250мм  
Пароізоляційна плівка  
з/б панель перекриття 220мм

Єврорубероїд ХПП1- 1 шар  
Єврорубероїд ХПП2- 1 шар  
Цементно-піщана стяжка М150 з армуванням сіткою 4 ВрІ з чарунками 150\*150 мм - 50 мм  
Керамзитовий ґравій j=600 кг/м³ ДСТУ БВ.2.7-17-95 по нахилу від 50 до 200 мм  
з/б панель перекриття 220мм

Цементно-піщана стяжка М150 з армуванням сіткою Ø 4 ВрІ з чарунками 150\*150 мм - 50 мм  
Пароізоляційна плівка  
Термолайф ТЛ Підлога 150 кг/м³ - 200 мм  
Пароізоляційна плівка  
З/б плита перекриття - 220 мм



Деталь утеплення віконних укосів і зовнішніх стін товщиною 510мм

Механічний з'єднувач зі сталевим стрижнем  
Мінеральна штукатурка ECOROCK  
Ґрунтовка  
Розчин ZZ-ECOROCK по склосітці  
Утеплювач Термолайф ТЛ Фасад 145 кг/м³ -120 мм  
Клеючий розчин ZK-ECOROCK  
Цегляна кладка-510мм  
Вапняна штукатурка

Мінеральна штукатурка ECOROCK  
Ґрунтовка  
Розчин ZZ-ECOROCK по склосітці

Піна монтажна "FASROCK", 135 кг/м³ -20 мм  
Пінофол 6 мм  
Гіпсокартон 12,5 мм

Покриття підлоги - 10мм  
Цементно-піщана стяжка М150 з армуванням сіткою Ø 4 ВрІ з чарунками 150\*150 мм - 50 мм  
Пароізоляційна плівка  
Утеплювач Термолайф ТЛ Підлога 150 кг/м³ - 50 мм  
з/б плита перекриття -220 мм  
Утеплювач Термолайф ТЛ Фасад 145 кг/м³ на пластикових дюбелях 8 шт. на 1м²- 100 мм  
Шпаклівка по склосітці

Покриття підлоги - 10мм  
Цементно-піщана стяжка М150 з армуванням сіткою Ø 4 ВрІ з чарунками 150\*150 мм - 50 мм  
Пароізоляційна плівка  
Утеплювач Термолайф ТЛ Підлога 150 кг/м³ -50 мм  
з/б балкона плита - 150 мм  
Утеплювач Термолайф ТЛ Фасад 145 кг/м³ на пластикових дюбелях 8 шт. на 1м²- 100 мм  
Шпаклівка по склосітці

08-11.МКР.011-АБ

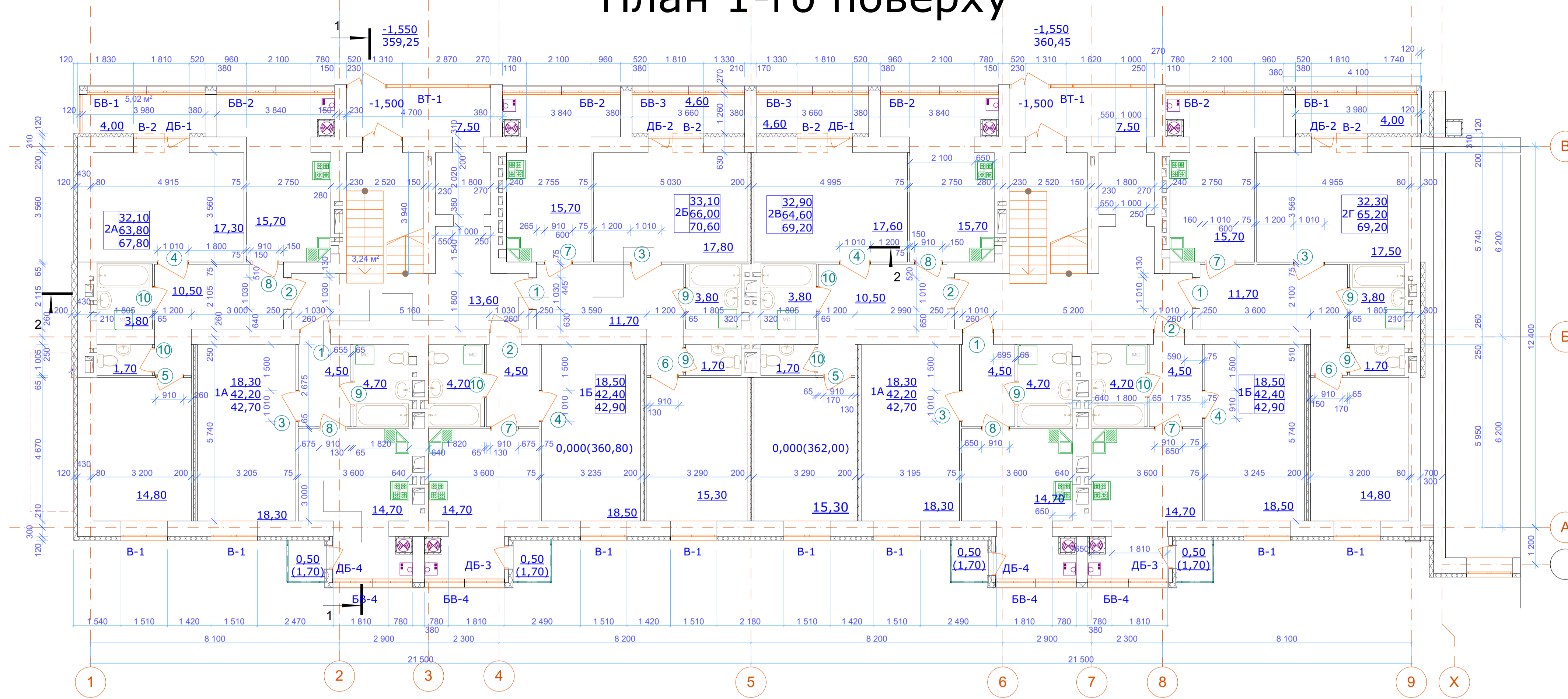
М. Хмельницький

| Зм          | К-сть    | Лист | №Док | Підп. | Дата | Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду | Старий | Лист | Листів |
|-------------|----------|------|------|-------|------|---|--------|------|--------|
| Розробив    | Кобилець | А.Е. |      |       |      |   |        | П    | 11     |
| Перевірив   | Христинч | О.В. |      |       |      |   |        |      |        |
| Н. Контроль | Масвська | І.В. |      |       |      |   |        |      |        |
| Керівник    | Христинч | О.В. |      |       |      |   |        |      |        |
| Опонент     |          |      |      |       |      |   |        |      |        |
| Затвердив   | Швець    | В.В. |      |       |      |   |        |      |        |

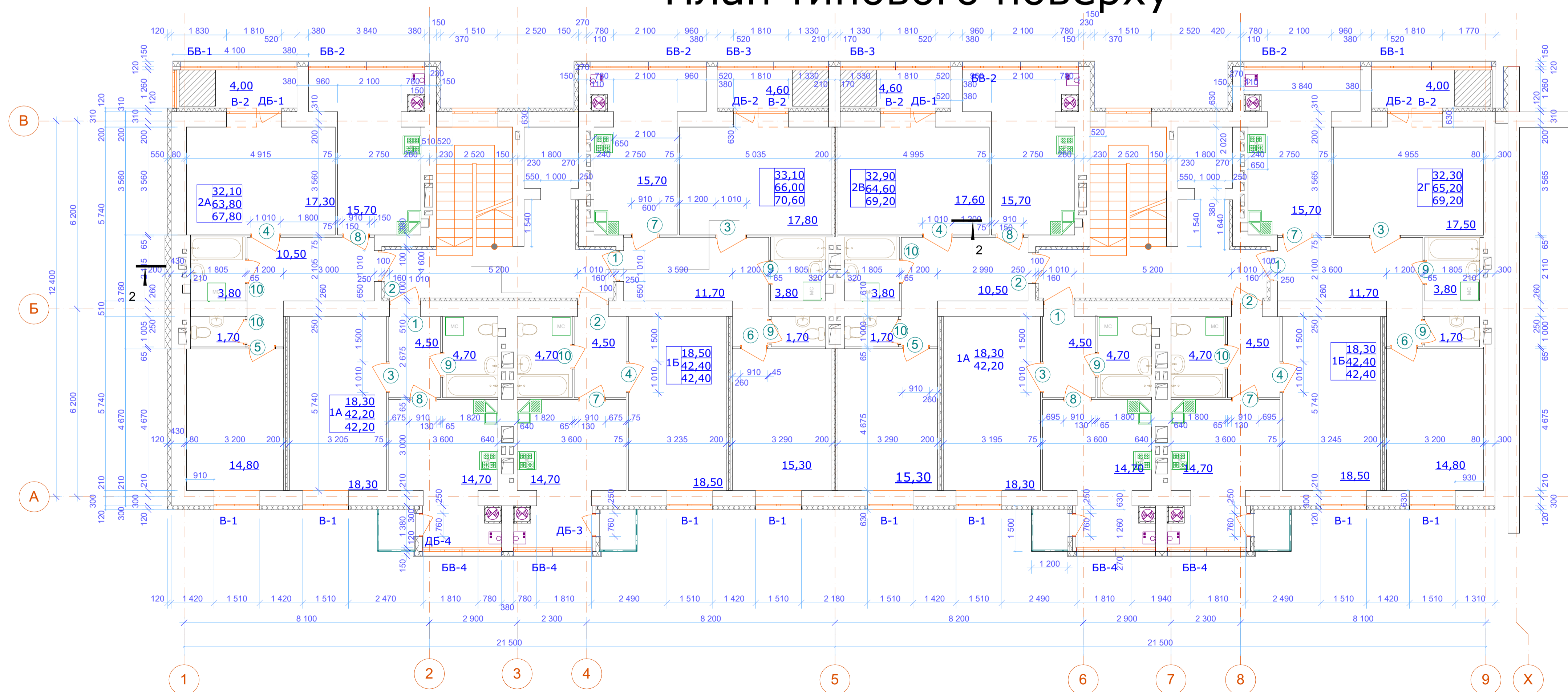
Фасад В-А. Розріз 1-1

ВНТУ, гр. Б-21мз

# План 1-го поверху

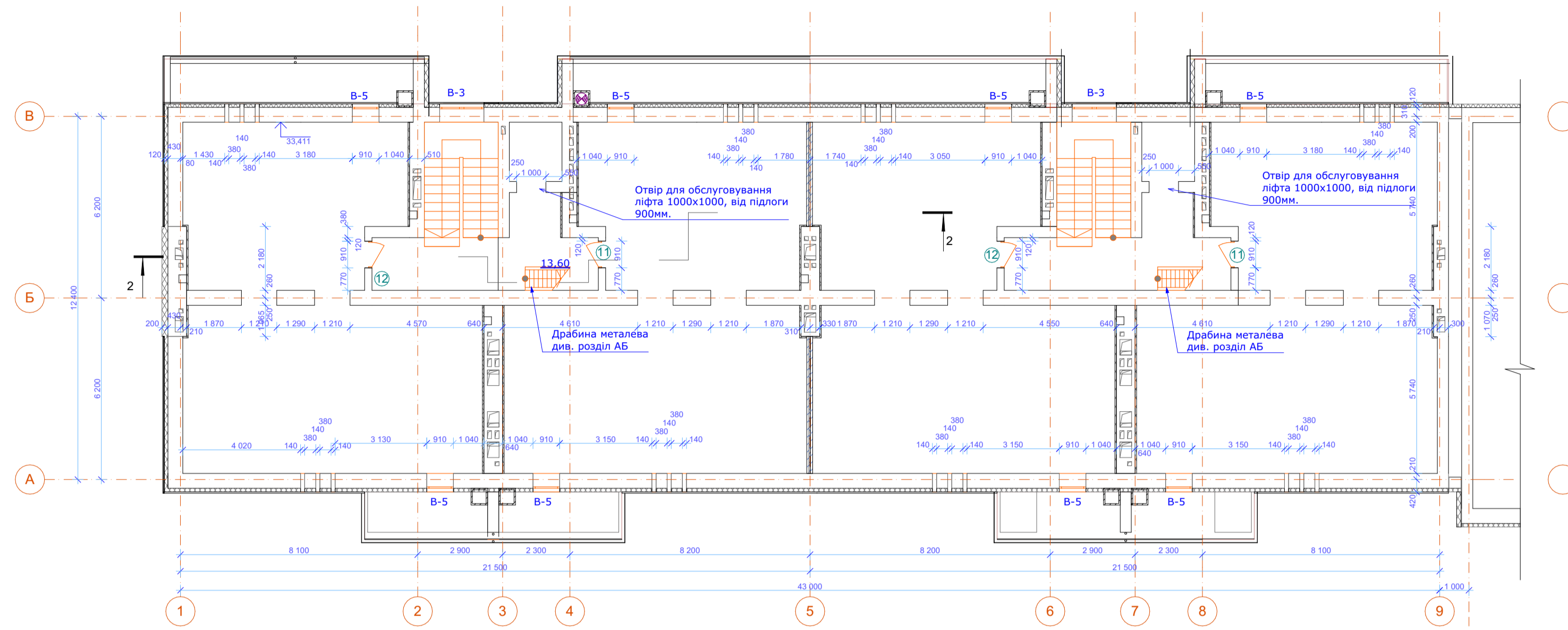


# План типового поверху

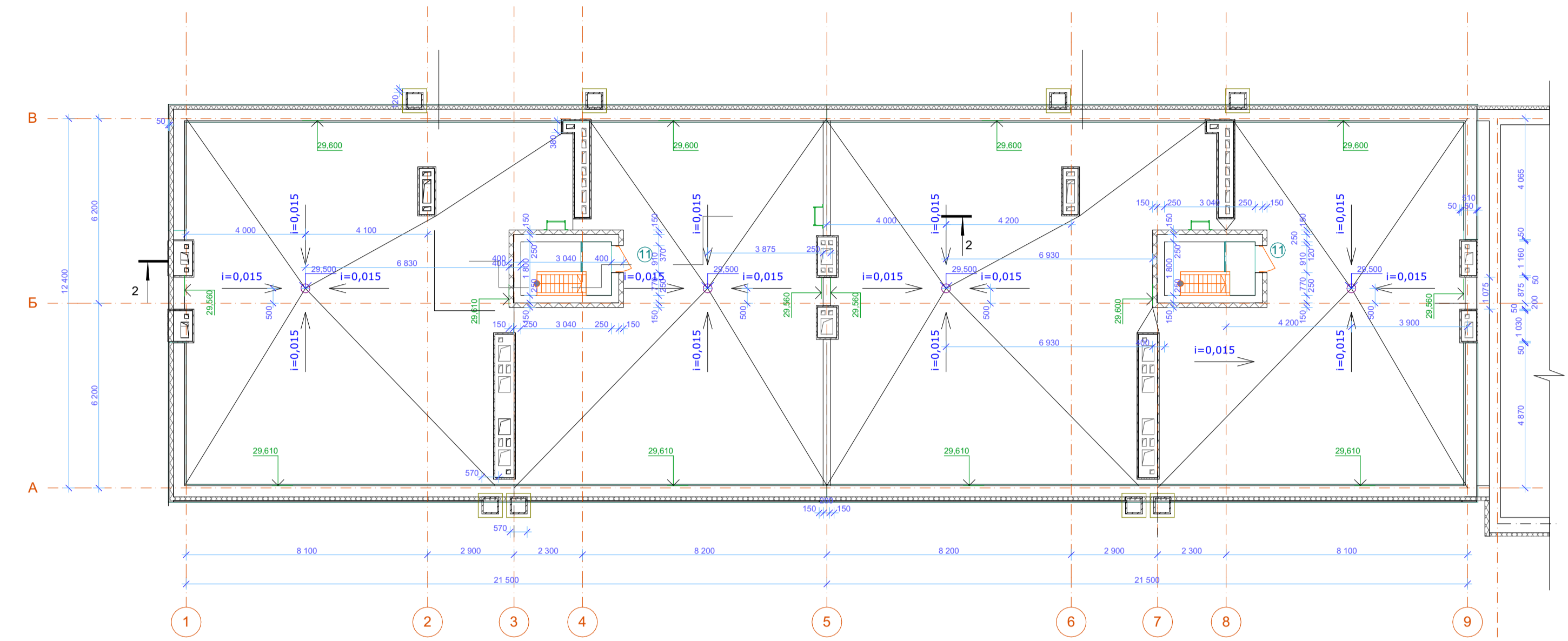


|             |               |      |       |       |                  |   |      |
|-------------|---------------|------|-------|-------|------------------|---|------|
|             |               |      |       |       | 08-11.МКР.011-АБ |   |      |
|             |               |      |       |       | М. Хмельницький  |   |      |
| Зм.         | К-сть         | Лист | №Док. | Підп. | Дата             | Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду |      |
| Розробив    | Кобилець А.Е. |      |       |       |                  | Старий  | Лист |
| Перевірив   | Христюк О.В.  |      |       |       |                  | П   | 12   |
| Н. Контроль | Мазьська І.В. |      |       |       |                  |   | 15   |
| Керівник    | Христюк О.В.  |      |       |       |                  | План 1-го поверху. План типового поверху.   |      |
| Опонував    |               |      |       |       |                  | ВНТУ, гр. Б-21мз  |      |
| Затвердив   | Швець В.В.    |      |       |       |                  |   |      |

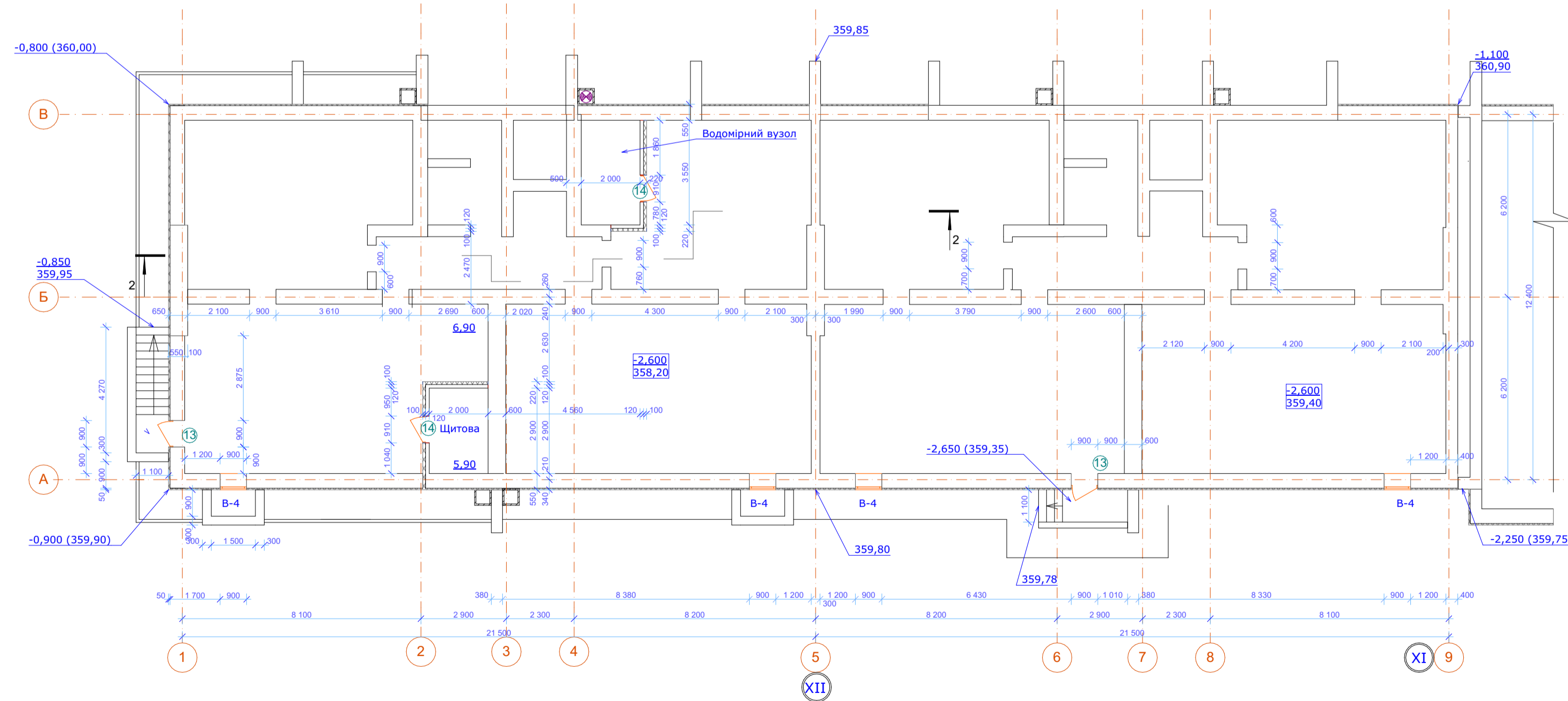
План горища



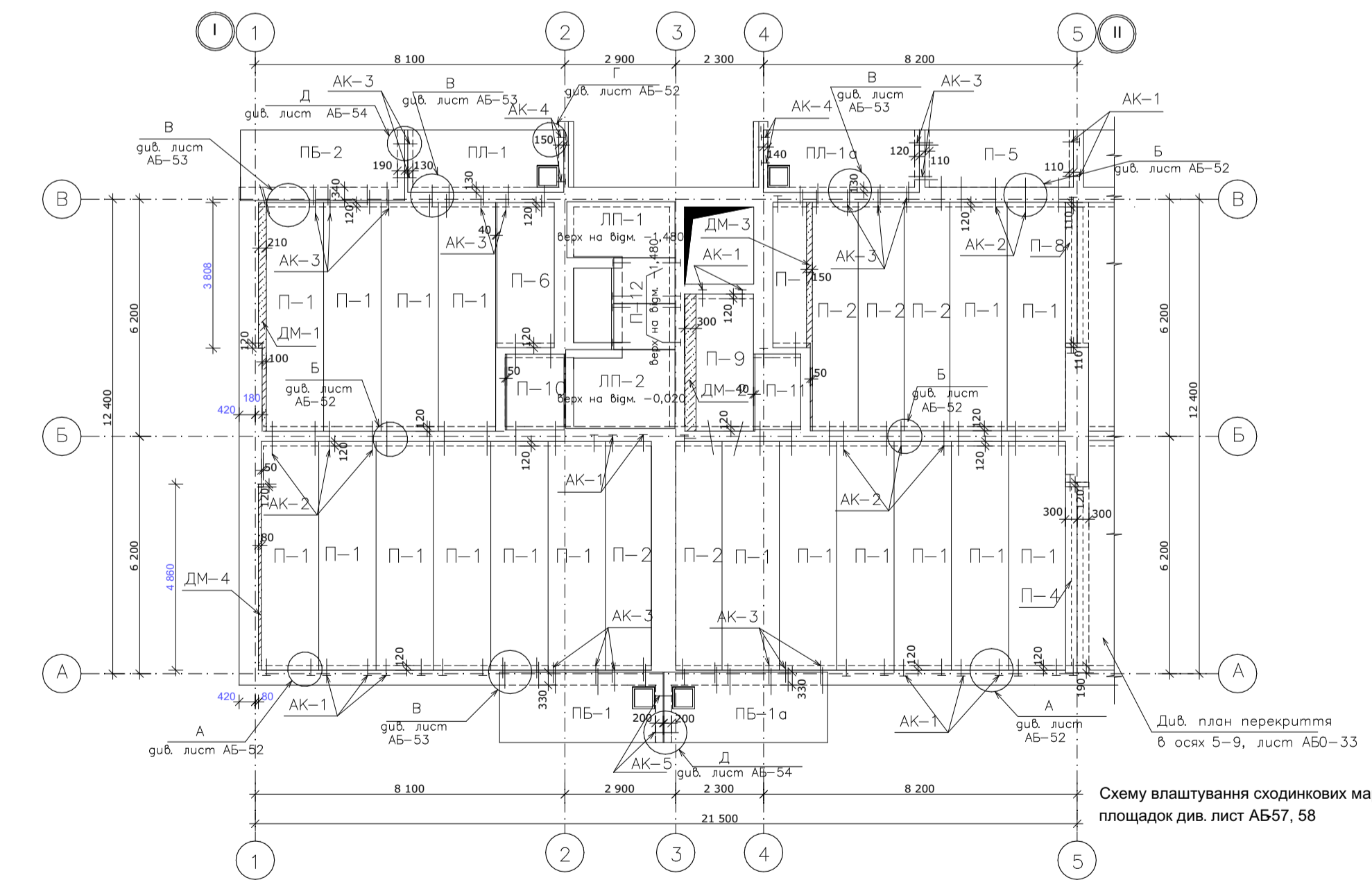
План покрівлі



План підвалу

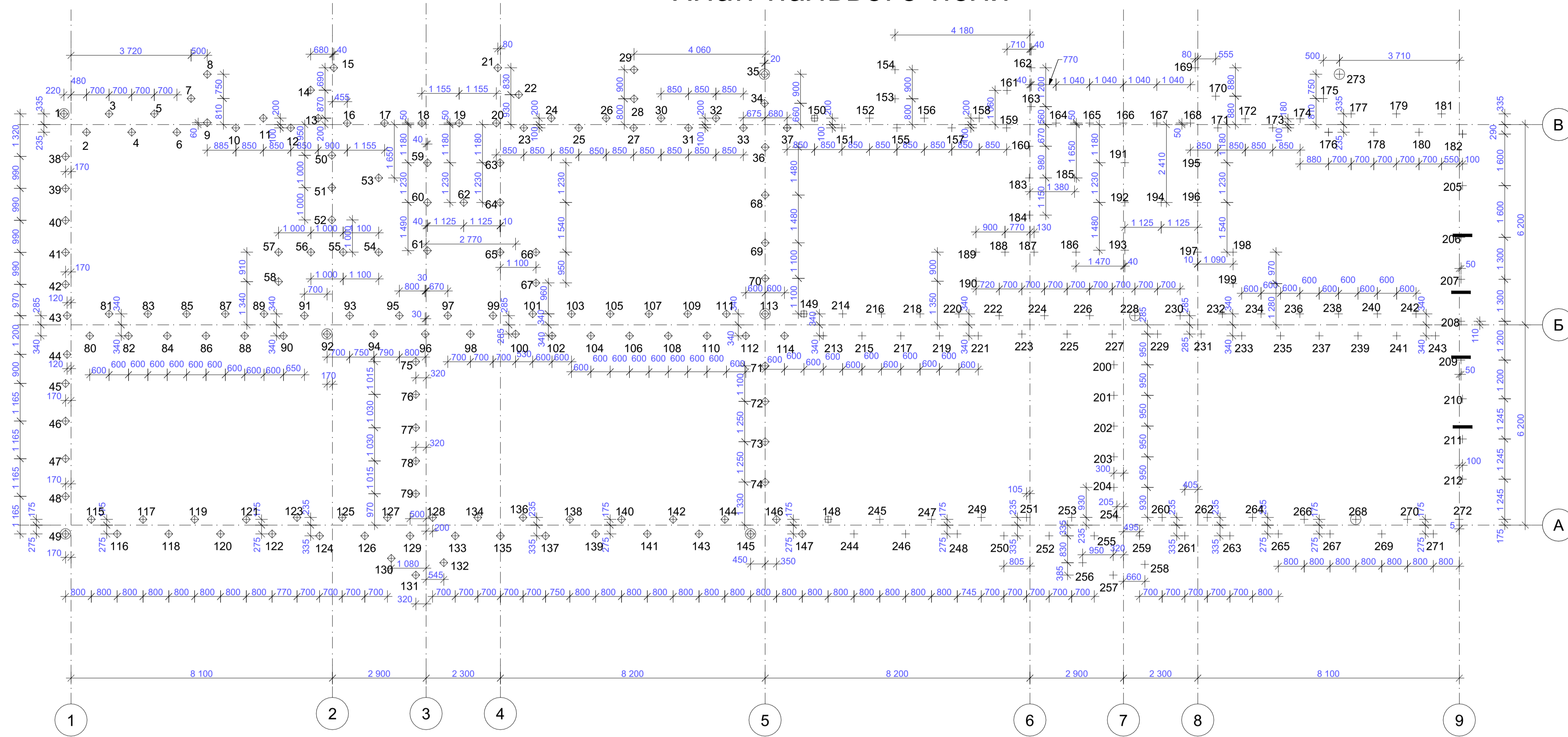


План перекриття підвалу в осях 1-5



|             |          |      |      |       |                  |   |  |      |        |
|-------------|----------|------|------|-------|------------------|---|--|------|--------|
|             |          |      |      |       | 08-11.МКР.011-АБ |   |  |      |        |
|             |          |      |      |       | М. Хмельницький  |   |  |      |        |
| Зм          | К-сть    | Лист | №Док | Підп. | Дата             |   |  |      |        |
| Розробив    | Кобилець | А.Е. |      |       |                  | Ресурсозберігачна технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду | Старий   | Лист | Листів |
| Перевірив   | Христюк  | О.В. |      |       |                  |   | П  | 13   | 15     |
| Н. Контроль | Магвська | І.В. |      |       |                  |   | План підвалу План перекриття в осях 1-5 План горища План покрівлі. |      |        |
| Керівник    | Христюк  | О.В. |      |       |                  |   | ВНТУ, гр. Б-21мз   |      |        |
| Опонент     |          |      |      |       |                  |   |  |      |        |
| Затвердив   | Швець    | В.В. |      |       |                  |   |  |      |        |

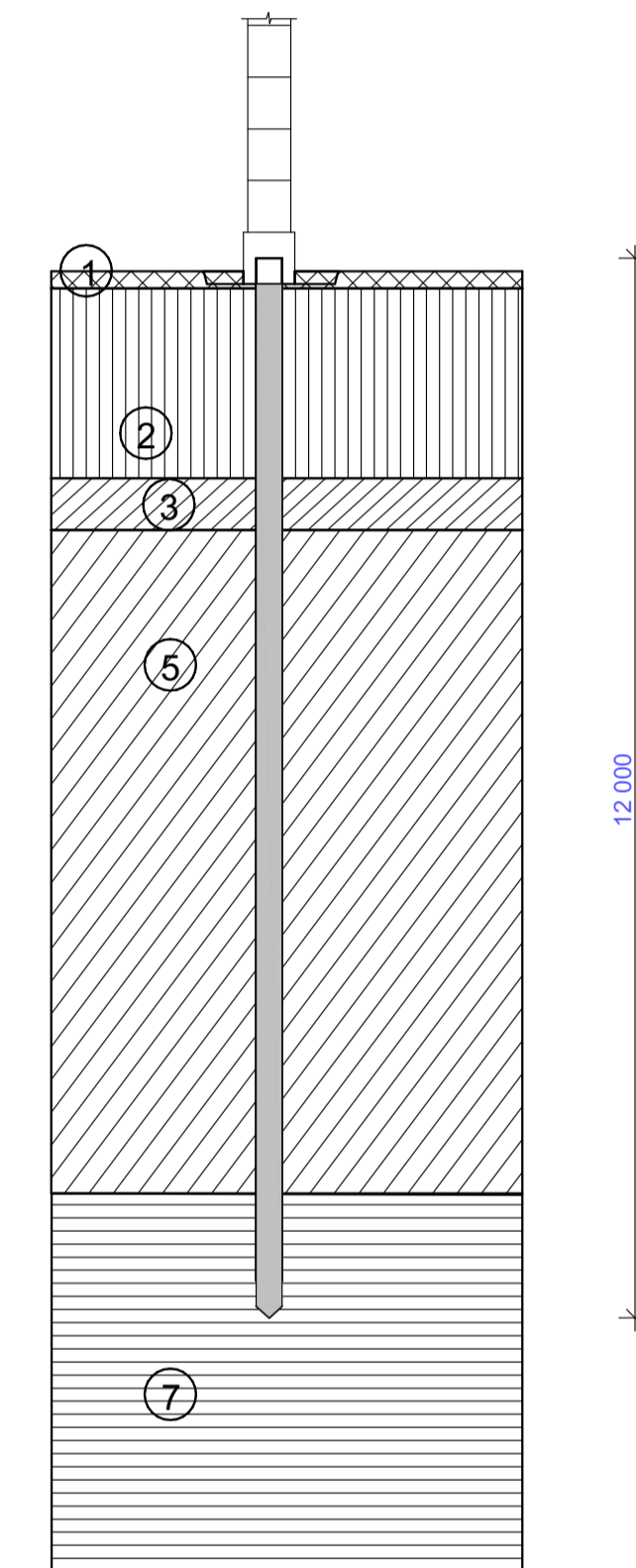
# План пального поля



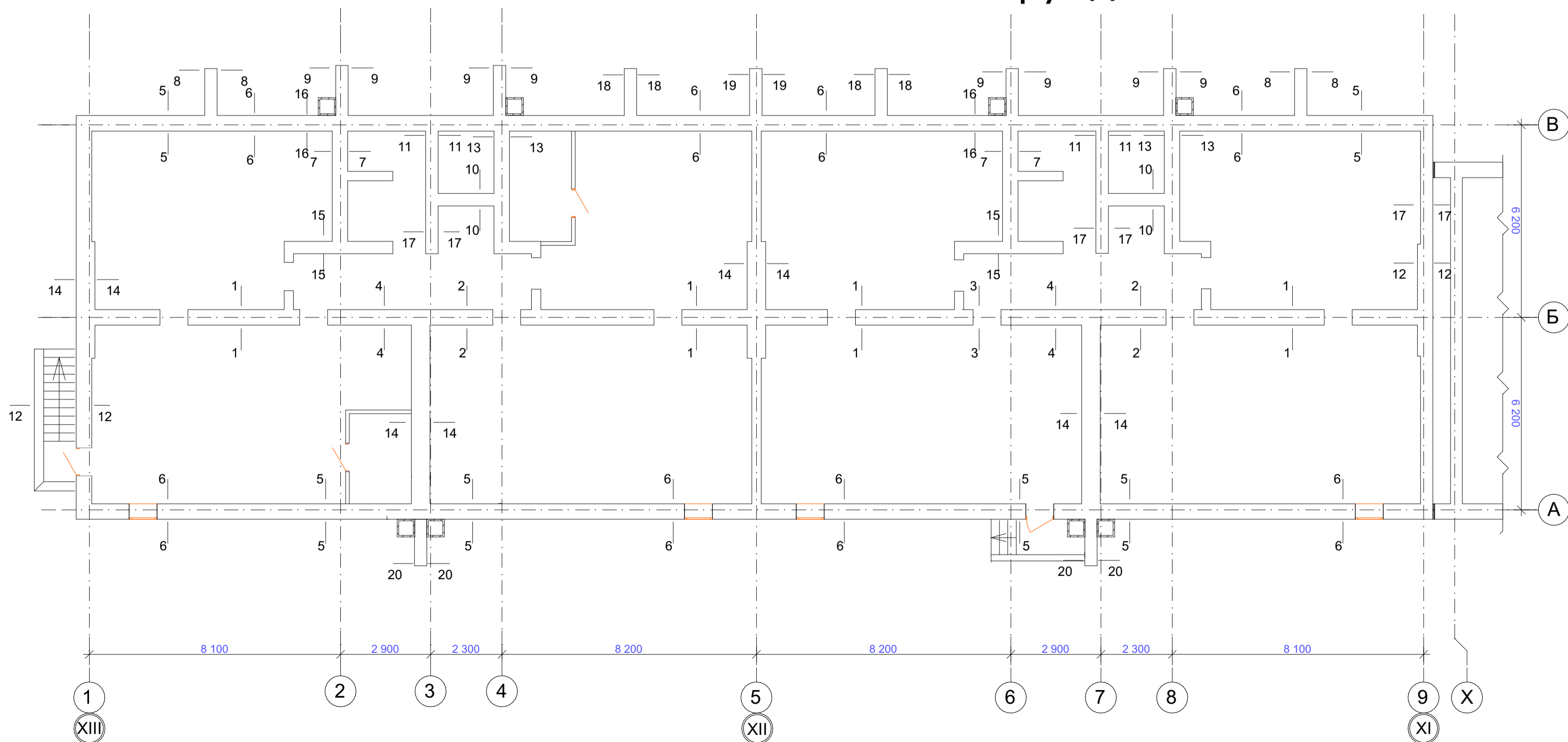
Умовні позначення:

- + - паля довжиною 12,0 м, відмітка верху палі - 3,100;
  - \* - паля довжиною 12,0 м, відмітка верху палі - 3,700;
  - ⊕ - паля довжиною 12,0 м, відмітка верху палі - 4,300;
  - ⊕ - паля які підлягають динамічному випробуванню (1, 33, 46, 64, 93, 159, 178, 215, 250)
- Специфікація палів див аркуш. АБ 0-6.  
Відмітка 0,000 відповідає абсолютній відмітці: в осях 1-5 - 360,80  
в осях 5-9 - 362,00.

## Інженерно-геологічний розріз



## Схема навантажень на фундаменти



Таблиця навантажень на фундаменти

| N   | Навантаження тис.кН/м² |
|-----|------------------------|
| N1  | 78,6                   |
| N2  | 69,2                   |
| N3  | 63,1                   |
| N4  | 56,1                   |
| N5  | 69,2                   |
| N6  | 57,4                   |
| N7  | 42,8                   |
| N8  | 63,9                   |
| N9  | 40,6                   |
| N10 | 38,6                   |

Таблиця навантажень на фундаменти

| N   | Навантаження тис.кН/м² |
|-----|------------------------|
| N11 | 34,8                   |
| N12 | 34,9                   |
| N13 | 34,8                   |
| N14 | 43,9                   |
| N15 | 46,2                   |
| N16 | 47,5                   |
| N17 | 24,9                   |
| N18 | 54,6                   |
| N19 | 53,9                   |
| N20 | 57,4                   |

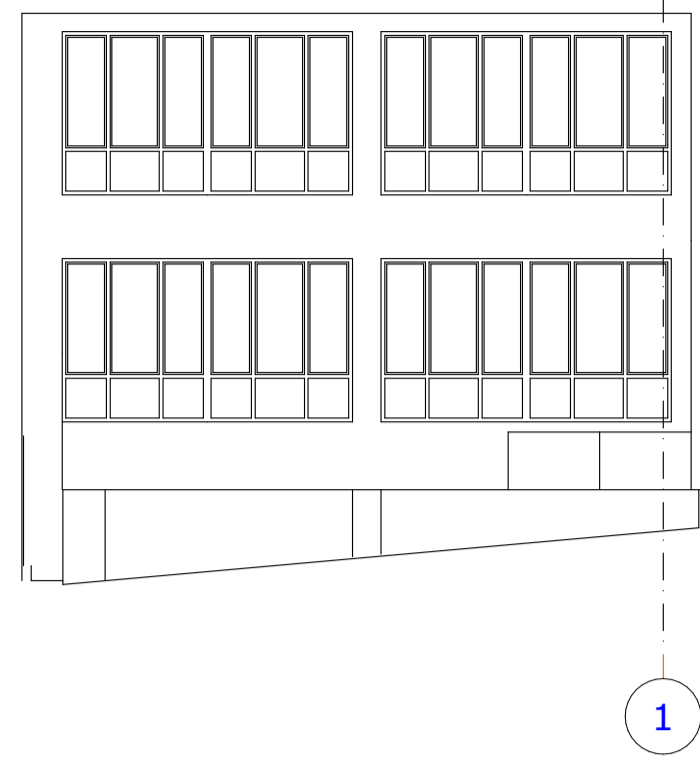
- ① насипний ґрунт,
- ② суглинок лесовидний напівтвердий
- ③ суглинок лесовидний напівтвердий з рослинними рештками
- ⑤ суглинок лесовидний тугопластичний
- ⑦ глина тверда з вапняком

08-11.МКР.011-АБ

М. Хмельницький

| Зм.         | К-сть | Лист     | №Док. | Підп. | Дата | Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду | Стая   | Лист | Листів |
|-------------|-------|----------|-------|-------|------|---|--|------|--------|
| Розробив    |       | Кобилух  | А.Е.  |       |      |   | План пального поля. Схема навантажень на фундаменти. Інженерно-геологічний розріз. | П    | 14     |
| Перевірив   |       | Христич  | О.В.  |       |      |   |  |      |        |
| Н. Контроль |       | Магвська | І.В.  |       |      |   |  |      |        |
| Керівник    |       | Христич  | О.В.  |       |      |   |  |      |        |
| Опонент     |       |          |       |       |      |   |  |      |        |
| Затвердив   |       | Швець    | В.В.  |       |      |   |  |      |        |

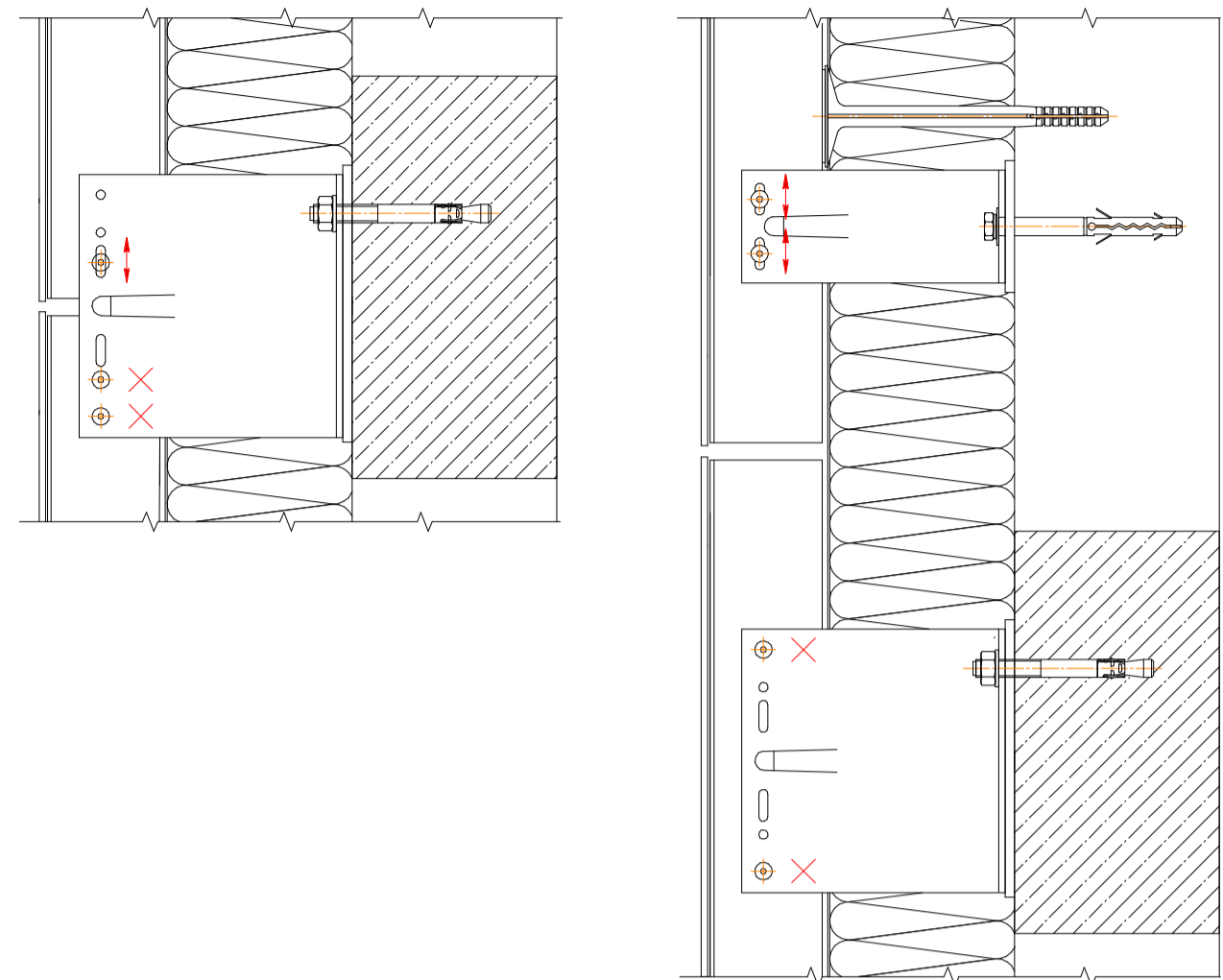
ВНТУ, гр. Б-21мз



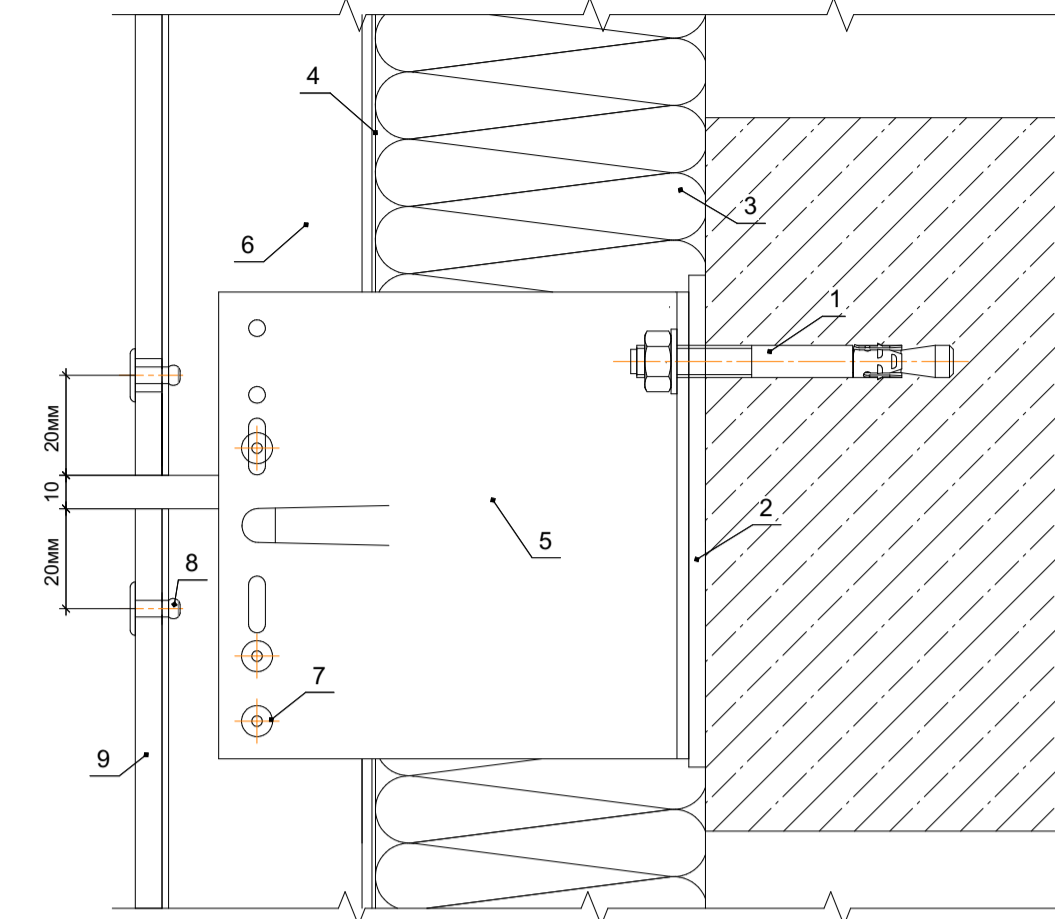
Фіксація напрямних в температурних швах

Варіант 1

Варіант 2

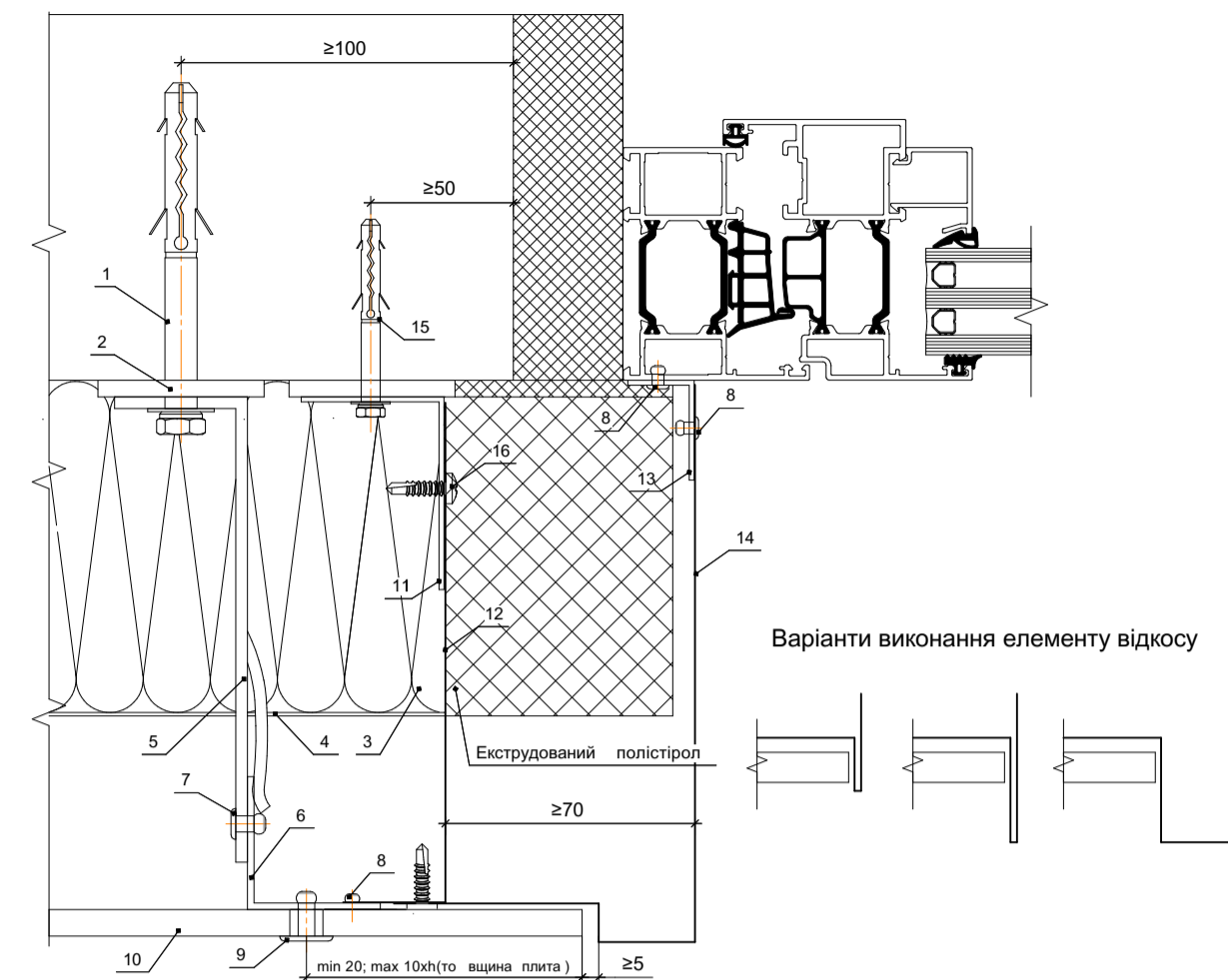


Вертикальний розріз. Температурний шов



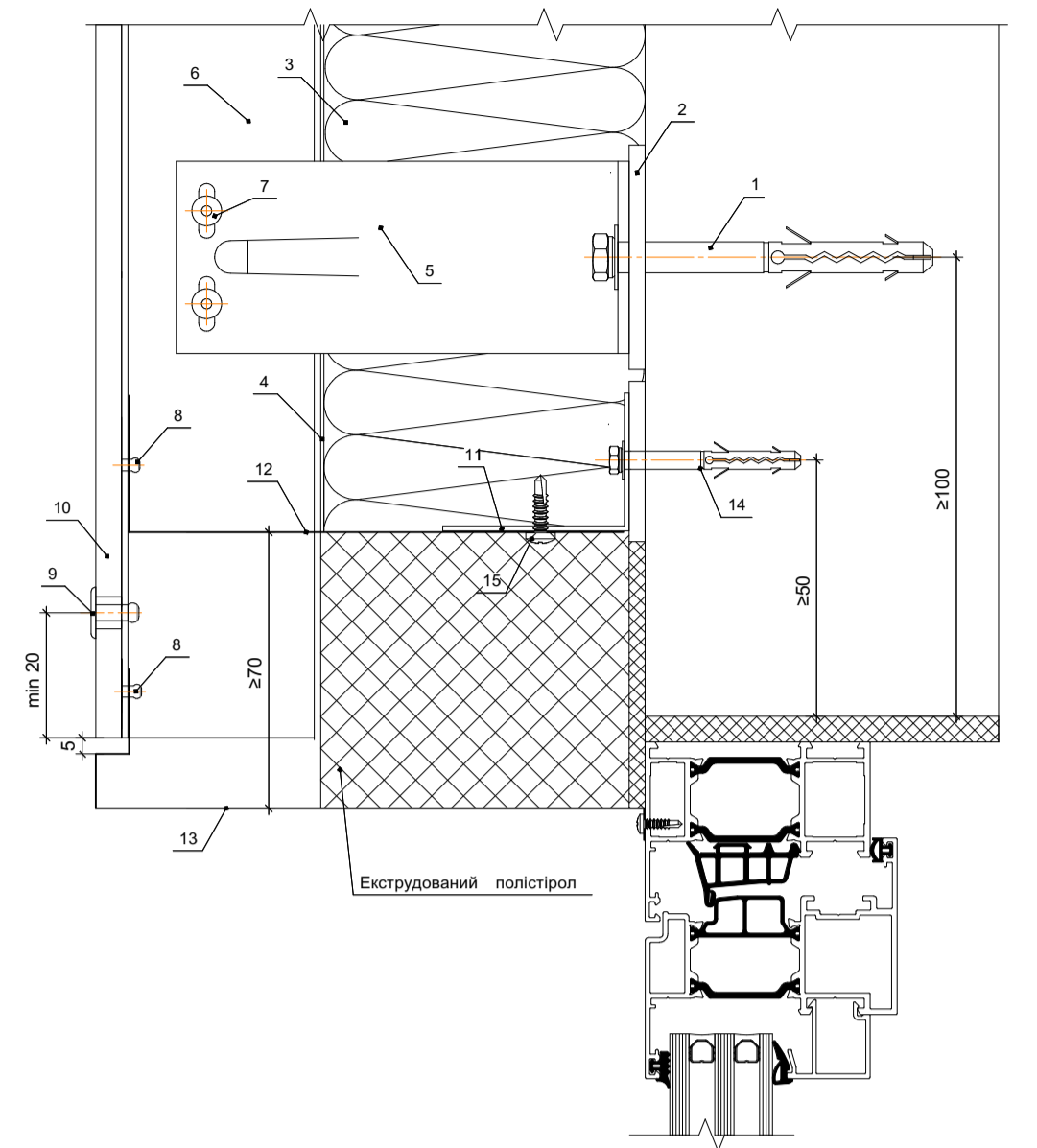
1. Анкерний болт (кріплення в перекритті)
2. Терм орозрив
3. Уте пловач
4. Вітроба р'ерна мембрана
5. Кронш тейн несучий
6. Направляючий вертикальний профіль (тавр/кутик)
7. Заклепка 4,8x12
8. Заклепка 5x16(18)
9. Панель Crown

Бічне віконно-дверне примикання



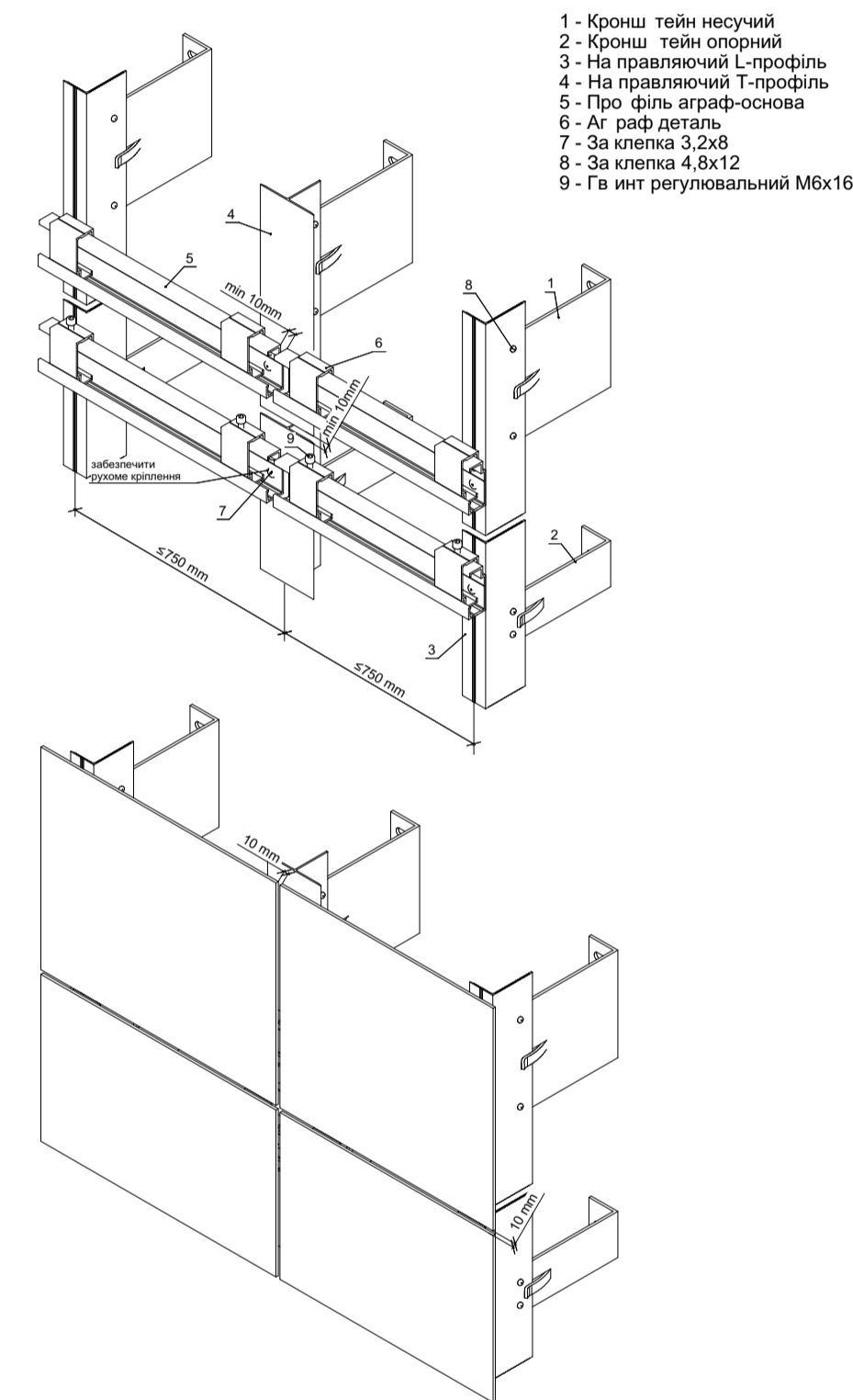
1. Фасадний дюбель (анкерний болт)
2. Терм орозрив
3. Ут епловач
4. Вітробар'ерна мембрана
5. Кронш тейн
6. Направляючий вертикальний профіль (тавр/кутик)
7. Заклепка 4,8x12
8. Заклепка 3,2x8
9. Заклепка 5x16(18)
10. Панель Crown
11. Кронштейн захисного екрану з оцинкованої сталі (h=1-2 мм)
12. Протипожежний захисний екран з оцинкованої сталі (h >0,5 мм)
13. Куттик 20x30
14. Елемент відкосу з оцинкованої сталі покриття PE, (h >0,5 мм)
15. Фасадний дюбель 5x50
16. Саморіз 3,9x19

Варіанти виконання елемента відкосу



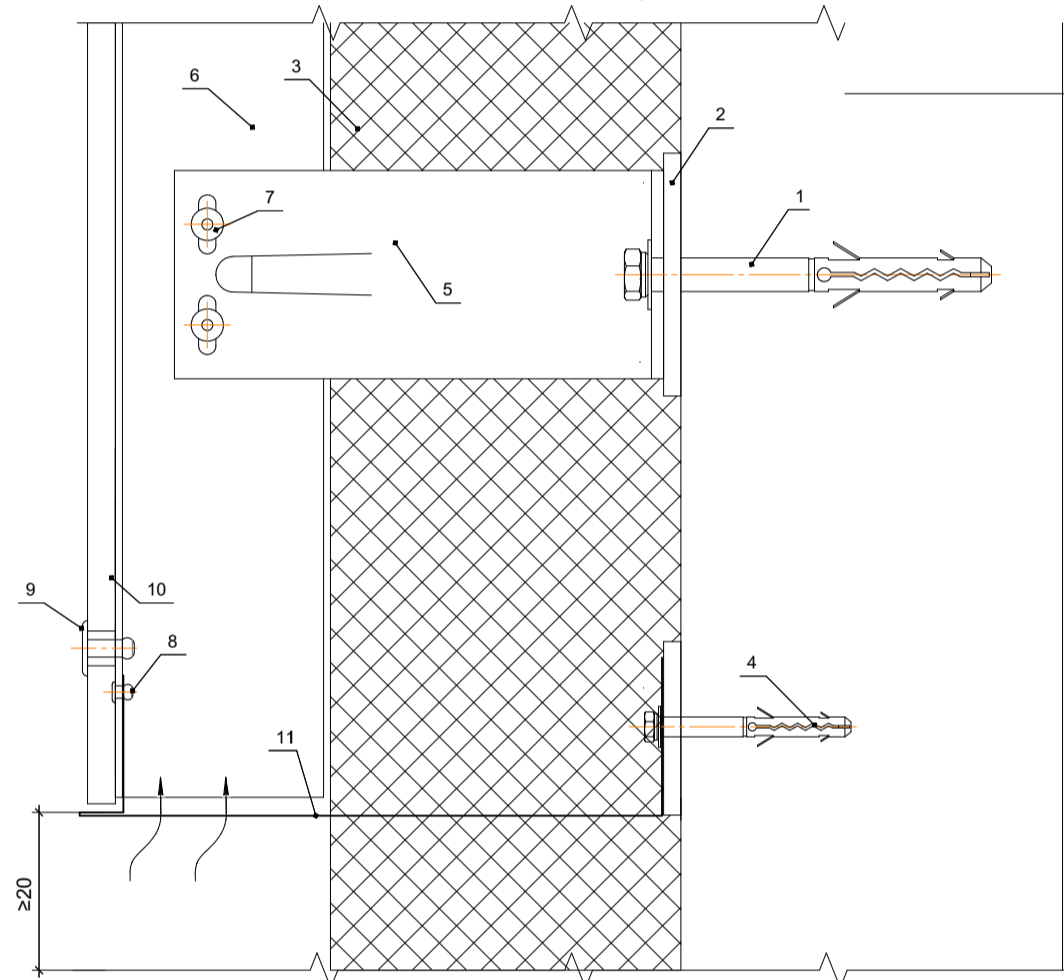
1. Фасадний дюбель (анкерний болт)
2. Терморозрив
3. Уте пловач
4. Вітробар'ерна мембрана
5. Кронштейн
6. Направляючий вертикальний профіль (тавр/кутик)
7. Заклепка 4,8x12
8. Заклепка 3,2x8
9. Заклепка 5x16(18)
10. Плита Crown
11. Кронштейн захисного екрану з оцинкованої сталі (h=1-2 мм)
12. Протипожежний захисний екран з оцинкованої сталі (h >0,5 мм)
13. Елемент відкосу з оцинкованої сталі покриття PE, (h >0,5 мм)
14. Фасадний дюбель 5x50
15. Саморіз 3,9x19

Типові вузли кріплення плит Crown прихованого кріплення TUF-S на аграфі



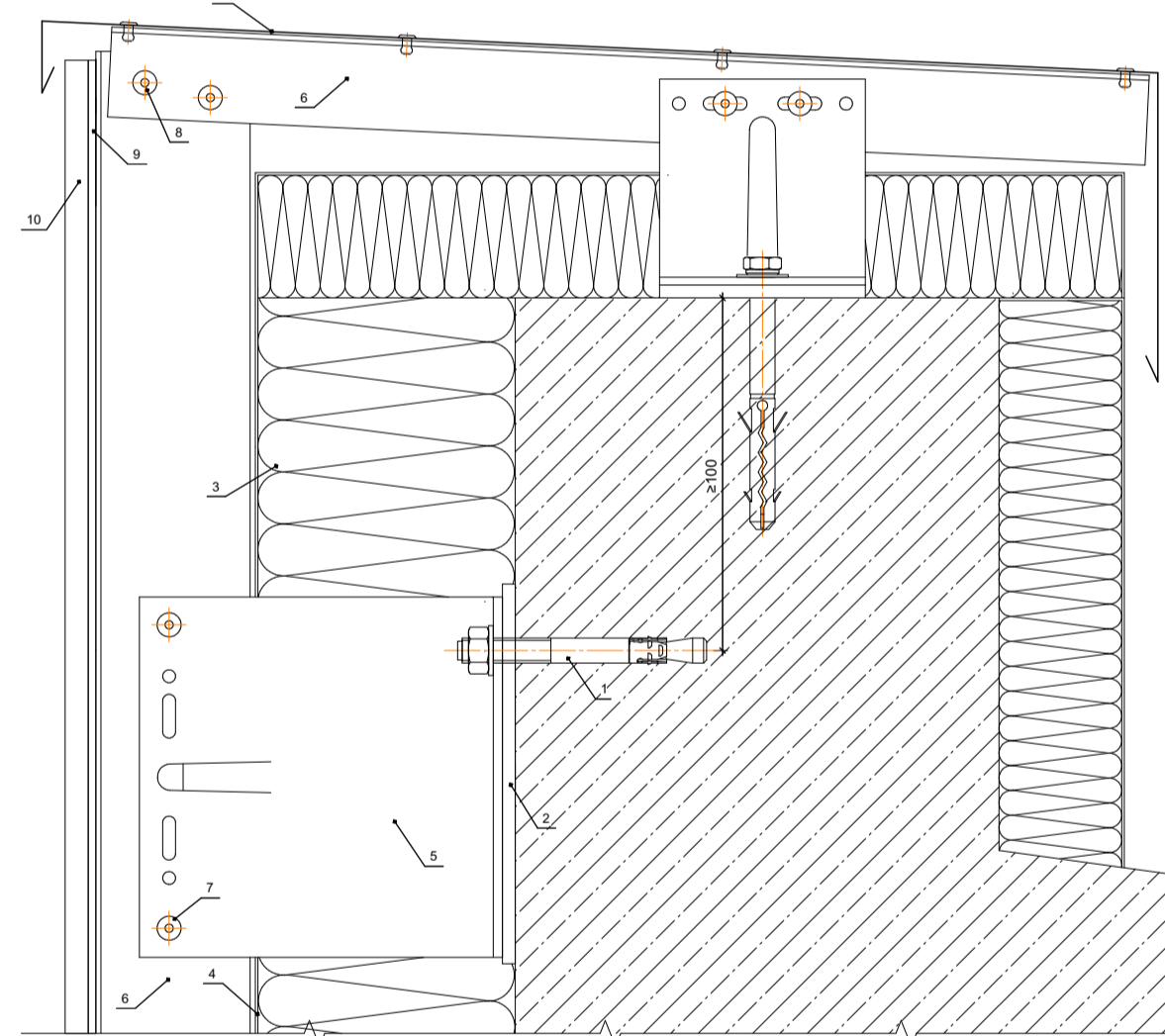
- 1 - Кронш тейн несучий
- 2 - Кронш тейн опорний
- 3 - Направляючий L-профіль
- 4 - Направляючий T-профіль
- 5 - Про філь аграф-основа
- 6 - Аг раф деталь
- 7 - За клепка 3,2x8
- 8 - За клепка 4,8x12
- 9 - Гвинт регулювальний M6x16

Вертикальний розріз. Примикання до цоколя



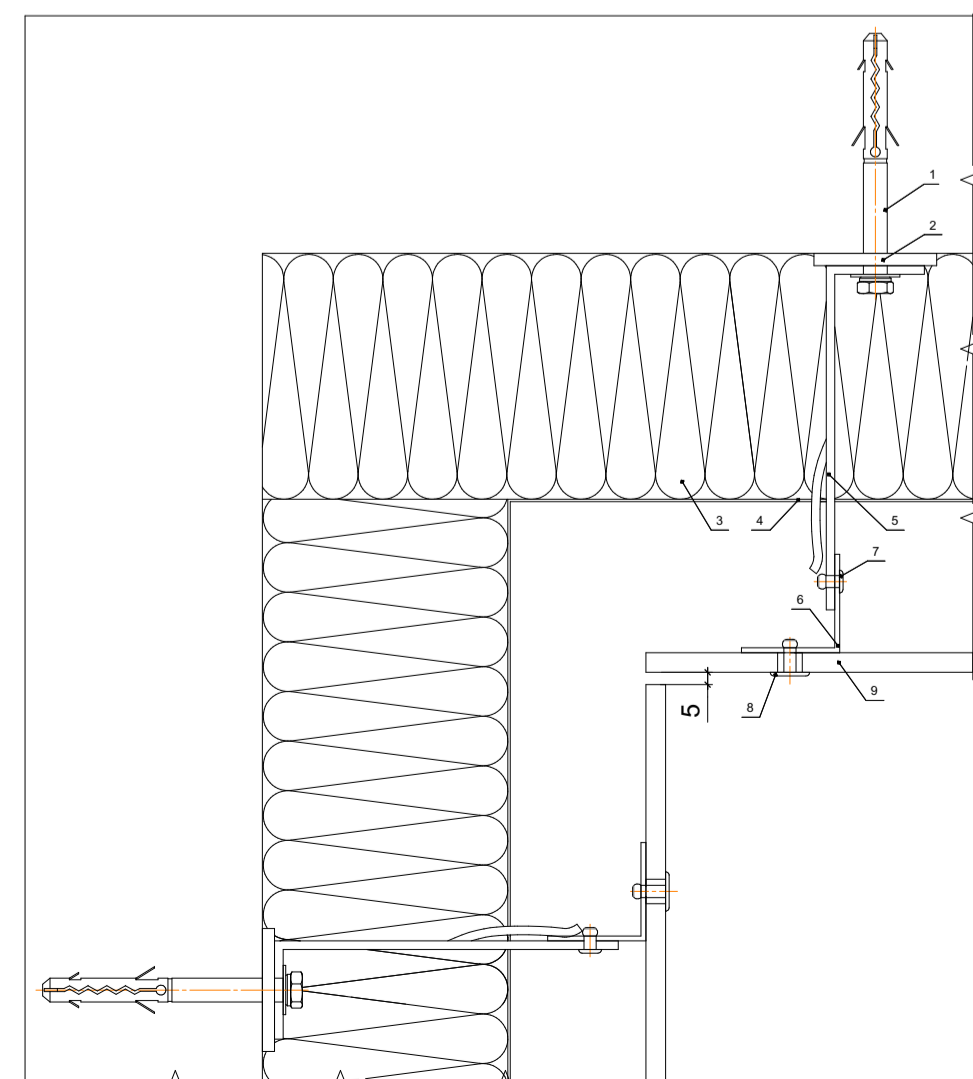
1. Фасадний дюбель (анкерний болт)
2. Терморозрив
3. Утепловач екструдований полістірол
4. Фас адний дюбель 5x50
5. Кронш тейн
6. Направляючий вертикальний профіль (тавр/кутик)
7. Заклепка 4,8x12
8. Заклепка 3,2x8
9. Заклепка 5x16(18)
10. Панель Crown
11. Перфорований нащільник з оцинкованої сталі (h >0,5 мм)

Вертикальний розріз . Примикання до парапету



1. Фасадний дюбель (анкерний болт)
2. Терморозрив
3. Уте пловач
4. Вітробар'ерна мембрана
5. Кронш тейн
6. Направляючий вертикальний профіль (тавр/кутик)
7. Заклепка 4,8x12
8. Заклепка 3,2x8
9. Клейов а система
10. HPL плита
11. Кришка парапету з оцинкованої сталі покриття PE, (h >0,5 мм)

Внутрішній кут



1. Фасадний дюбель (анкерний болт)
2. Терморозрив
3. Уте пловач
4. Вітробар'ерна мембрана
5. Кронш тейн
6. Направляючий вертикальний L-подібний профіль
7. Заклепка 4,8 x12
8. Заклепка 5 x16(18)
9. Панель Crown

Типовий графік виконання робіт

| Типовий календарний план-графік робіт по облицюванню фасаду (обсяг робіт - 100м.кв площі фасаду) |   | Трудомісткість роботи зміни (бр игади) | Число робочих днів / зміни | Витрати часу зміни, год / зміна | Графік робіт, днів |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|---|--|----------------------------|---------------------------------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| №  | Найменування робіт  |  |                            |                                 | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1  | Монтаж рихтування, Розвантаження, підйом, установка (1 підсобник)         | 32 4                                   | 8                          | 8                               |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2  | Підготовка фасаду, розмітка кронштейнів                                   | 24 3                                   | 8                          | 8                               |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  | Монтаж кронштейнів 24   | 3                                      | 8                          | 8                               |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4  | Монтаж плит утеплювача, установка вітробар'єру                            | 32                                     | 4                          | 8                               |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5  | Монтаж вертикальних напрямних. Виставлення в проектне положення           | 2 4                                    | 3                          | 8                               |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6  | Монтаж віконно-дверних укосів (відливи з АКП без урахування фрезерування) | 1 6                                    | 2                          | 8                               |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7  | Монтаж облицювання (в т.ч. порізка) (1 підсобник)                         | 3 2                                    | 4                          | 8                               |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8  | Робіт рихтування. Прибирання сміття (1 підсобник)                         | 3 2                                    | 4                          | 8                               |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Примітка:

Даний графік показує орієнтовну вироблення по монтажу фасаду

Кожна організація розробляє графік виконання робіт під свої потреби і можливості

Кількість днів вироблення може збільшитися виходячи з: кількості підрізування плити, кількості віконно-дверних укосів, кількості монтажників і т.д.

Графік виконання робіт повинен бути врахований в розділі проекту виконання робіт (ПВР)

Будь ласка, дотримуйтесь вказівок, наданих виробником панелей щодо зберігання (запобігання викривлення). До приклеювання панелей запобігайте вплив на них сонячного світла.

Увага: Вище навед ені лише загальні вказівки по попередній обробці, тоді як для конкретного типу фасадної панелі можливі відмінності.

Приклеювання

- Приклейте фіксуючу клею стрічку SikaTack®-Panel Fixing Tape по всій довжині вертикального профілю, захисну плівку поки не відірвати.

- Нанесення клею. Нанести трикутний шов клею SikaTack®-Panel за допомогою носика з трикутним вирізом (Ширина 8 мм, висота 10 мм) на відстані мінімум 5 мм від фіксуючої стрічки і кромки основи. Клей можна наносити ручним або пневматичним пістолетом Sika.

- Монтаж панелі. Зніміть захисну плівку з фіксуючою клею стрічки SikaTack®-Panel. Встановіть панель в необхідному положенні і прикладіть до клейовому шву без торкання фіксуємої стрічки. Точно розташуйте панель і потім натисніть до торкання з фіксуючою стрічкою SikaTack®-Panel. Монтаж панелей повинен бути закінчений протягом 10 хвилин з моменту нанесення клею.

Витрата матеріалу

| Матеріал                            | Форма клейового шва                 | Витрата                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Клей SikaTack®-Panel                | Трикутний шов 8 x 10 мм             | - 10 м / м'яка упаковка |
| Очищувач Sika® Aktivator-205        | Ширина 40 мм 350 м / 1000 мл пляшка |                         |
| Грунтовка SikaTack®-Panel Primer    | Ширина 40 мм 156 м / 1000 мл пляшка |                         |
| Стрічка SikaTack®-Panel Fixing Tape | 1 м                                 | / 1 м                   |

08-11.МКР.011-АБ

М. Хмельницький

| Зм          | К-сть | Лист | № Док | Підп | Дата | Ресурсозбереження технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду | Стая   | Лист | Листів |
|-------------|-------|------|-------|------|------|---|--|------|--------|
| Розробив    |       |      |       |      |      |   | Технологічна карта на влаштування вентилязованого фасаду |      |        |
| Перевірив   |       |      |       |      |      | П   |  | 15   | 15     |
| Н. Контроль |       |      |       |      |      |   |  |      |        |
| Керівник    |       |      |       |      |      |   |  |      |        |
| Опонент     |       |      |       |      |      |   |  |      |        |
| Затвердив   |       |      |       |      |      |   |  |      |        |

ВНТУ, зр. Б-21мз

## ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу

студента: Кобилюха Андрія Євгеновича  
на тему: "Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду"

Магістерська кваліфікаційна робота (МКР) виконана відповідно до завдання виданого кафедрою БМГА, а її зміст відповідає затвердженій темі.

Актуальність обраної автором тематики досліджень підтверджується необхідністю приведення нормативно-технічних параметрів огорожувальних конструкцій будівель до регламентованих показників енергоефективності. Крім того, невинне зростання значень нормованих параметрів показників термічного опору огорожувальних конструкцій вимагає від науково-технічних працівників швидкого реагування і запровадження термомодернізаційних заходів для експлуатованих будівель, які введені в експлуатацію за раніше діючими нормами і потребують нових науково-технічних рішень.

Запропоновані автором варіанти технічного вирішення проблем з підвищення теплозахисних параметрів огорожувальних конструкцій об'єктів, які вже експлуатуються дозволяють суттєво покращити теплозахисні характеристики таких багат шарових покриттів і разом з тим дозволяють уникати нагромадження обсягів шкідливих для довкілля будівельних відходів.

Представлені в текстовій частині і в графічній частині матеріали досліджень і результати розробок виконані з використанням сучасних науково-технічних напрацювань і інформаційних та комп'ютерних технологій.

Запропоновані автором науково-технічні рішення з термомодернізації існуючих будівель є достатньо обґрунтованими і мають вагоме практичне значення для об'єкти житлово-комунальної сфери.

Пояснювальна записка і графічний матеріал оформлено згідно нормативних вимог і стандартів з належною якістю. Зміст текстової частини відповідає змісту графічних матеріалів. Отримані автором науково-технічні результати магістерської роботи можуть зручно трансформуватись в інженерно-технічні рішення стосовно модернізації діючих об'єктів.

Зауваження по роботі: – для запропонованих автором рішень з термомодернізації слід було б також відмітити про отримання соціального та екологічного ефектів від отриманих заходів.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує оцінки А «90», а здобувач Кобилюх Андрій Євгенович заслуговує присвоєння йому кваліфікації магістр з будівництва.

Опонент  
доц. кафедри ТЕ, к.т.н., доцент



Н. Д. Степанова.

## ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента: Кобилюха Андрія Євгеновича

на тему: «Ресурсозберігаюча технологія в заходах з термомодернізації об'єктів житлового фонду»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана відповідно до затвердженого завдання виданого кафедрою БМГА. Тема роботи є актуальною у зв'язку з постійними змінами будівельного законодавства у світлі імплементації Вітчизняних будівельних норм до норм країн Євросоюзу. Тобто раніше побудовані об'єкти нерухомості з дотриманням тодішніх вимог нормативних документів через сучасні зміни потребують кардинальних заходів з термомодернізації.

Автором проведено комплексні дослідження наявних технологічних рішень стосовно реалізації заходів з тепло модернізації елементів огорожувальних конструкцій будівель. Виконано аналітичний огляд ринку теплоізоляційних матеріалів і систем утеплення будівель. На підставі отриманих результатів запропоновано використання технології «вентильований фасад» для тепло модернізації покриттів існуючих будівель. Відмічено, що використання запропонованих рішень сприятиме зменшенню накопичення шкідливих відходів, як залишків від руйнування раніше влаштованих теплоізоляційних покриттів фасаду. Також такі заходи дозволяють уникнути зайвих витрат коштів на демонтажні роботи.

МКР за змістом відповідає завданню виданому кафедрою, а отримані науково-технічні результати підтверджують виконання сформульованих задач досліджень для досягнення поставленої мети. Необхідно відмітити вміння автора самостійно вирішувати складні аналітичні і практичні завдання. При виконання роботи магістрант продемонстрував достатній рівень ерудиції та технічної підготовки, вміння творчо працювати з наявними сучасними напрацюванням за тематикою досліджень. Окремі результати пройшли достатню апробацію на науково-технічній конференції ВНТУ (березень-червень 2023 р.).

Здобувач вчасно виконував етапи поставлених завдань відповідно до календарного плану. В зауваженнях по роботі роботи слід відмітити доцільність розширення номенклатури штучних матеріалів (в т.ч. і зарубіжного виготовлення) для влаштування оздоблювального покриття по площині фасаду.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на високому рівні і при відповідному захисті заслуговує оцінки А «92», а здобувач Кобилюх Андрій Євгенович заслуговує присвоєння йому кваліфікації магістр з будівництва.

Керівник магістерської  
кваліфікаційної роботи  
доцент кафедри БМГА, к.т.н., доцент



О. В. Христич.