

**ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL APPROACHES
TO IMPLEMENTING THERMAL MODERNIZATION
MEASURES TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY
OF BUILDINGS**

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ
ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Nataliia Dankevych¹

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-631-7-5>

Abstract. One of the key areas that should guide Ukraine's economic development is the implementation of energy-saving technologies. Improving energy efficiency and ensuring energy conservation are among the main priorities of the energy policies of most countries today. Recently, these issues have become particularly relevant due to instability in energy-producing regions, increasing tensions in global fuel and energy markets, and uncertain forecasts regarding future fluctuations in energy prices. The implementation of energy-efficiency measures during the reconstruction of facilities is a crucial direction for shaping Ukraine's economic development in the context of constantly rising prices for major energy resources and the country's significant external dependence on suppliers. The development of a building thermal-modernization project is driven by the need to enhance energy efficiency and reduce the specific heat loss through building envelopes. The implementation of a comprehensive set of thermal-modernization measures will bring the building into compliance with current standards and contribute to improved operational and microclimatic conditions. The purpose of the study is to analyze the current state of energy conservation and energy efficiency in Ukraine, assess the factors influencing energy consumption in buildings and economic sectors, and

¹ Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Industrial and Civil Construction,
Zaporizhzhia National University, Ukraine

develop recommendations for implementing effective measures to reduce energy use based on a real thermal modernization project. *Methodology* of the study is based on general research methods, including an analysis of the regulatory framework, statistical and economic analysis, and a systematic approach to evaluating the factors that affect energy efficiency – covering technical, organizational, and economic aspects. Additionally, comparison and modeling methods are used to determine the potential impact of implementing energy-saving measures and modern technologies for controlling the microclimate in buildings. *Results* of the study show that the level of energy consumption in buildings in Ukraine largely depends on the condition of external building envelopes, outdated equipment, and the insufficient adoption of modern energy-saving technologies. Based on an analysis of energy conservation policies and European standards, a set of comprehensive measures for the thermal modernization of buildings has been developed to improve their energy efficiency and reduce operating costs. The practical implementation of these measures ensures energy savings, enhanced comfort, and an extended service life of the facilities. *Practical implications.* The practical significance of the study lies in the possibility of applying the developed thermal modernization measures to improve the energy efficiency of existing public and commercial buildings. The use of the research findings makes it possible to reduce operating costs and enhance the comfort and safety of building use. In addition, the results can serve as a methodological basis for planning similar projects in other buildings. *Value/originality.* The value of the study lies in its comprehensive integration of an analysis of the state of energy conservation in Ukraine, European standards, and practical solutions for the thermal modernization of buildings. This approach enables the development of effective and economically feasible measures to improve energy efficiency that can be applied in construction practice. Furthermore, the research findings contribute to strengthening energy independence and supporting the development of the construction sector.

Вступ

В Україні протягом тривалого часу питання раціонального енергогоспоживання у сфері опалення громадських, комерційних та житлових будівель, а також використання електроенергії для зовнішнього

освітлення, не розглядалося як пріоритет. Система енергозабезпечення здебільшого будувалася без орієнтації на енергоефективність, модернізацію чи інтеграцію відновлюваних джерел енергії.

Значна частина об'єктів соціальної інфраструктури, комерційної нерухомості та житлового фонду має застарілі конструктивні рішення, виконані з відхиленнями від сучасних стандартів якості. Будівлі нерідко характеризуються слабкою теплоізоляцією, високими тепловтратами та недостатнім рівнем технічного обслуговування, що призводить до значного перевитрачання енергоресурсів і зниження комфорту для користувачів.

Окремою проблемою залишається технічний стан інженерних мереж і обладнання комунальної інфраструктури. Системи централізованого тепlopостачання, вуличного освітлення та інші енергозалежні сервісні системи часто експлуатуються на межі зношеності, мають низький коефіцієнт корисної дії та потребують модернізації. Це зумовлює високу вартість енергоресурсів для населення і громад, збільшує втрати енергії під час транспортування та негативно впливає на екологічну ситуацію.

В Україні формування повноцінного ринку енергоаудиту розпочалося із ухвалення у червні 2017 року Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», яким імплементовано положення Директиви 2010/31/ЄС. Прийняття цього нормативного акта стало ключовим етапом у запровадженні європейських стандартів у сфері підвищення енергоефективності. Зокрема, вимога поширюється на новозбудовані об'єкти, державні та громадські будівлі (у випадку термомодернізації), якщо їх опалювальна площа перевищує 250 м². Крім того, енергетична сертифікація є необхідною для будівель, що проходять термореновацію за рахунок державних фінансових програм підтримки.

Втрати теплової енергії на опалення в Україні в 4-5 разів вище за аналогічні показники таких країн як Фінляндію або Швецію, що мають більш холодний клімат. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», в залежності від кліматичної зони, встановлює нормативне значення коефіцієнту опору теплопередачі 4,0 – 3,5 м² °C/Вт, в той час як у існуючих будівель,

побудованих до 1990 років даний показник складає $0,5 - 0,7 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$, що і обумовлює такі втрати теплової енергії на опалення.

Через дефіцит та постійного дорожчанням енергоресурсів питання термомодернізації існуючих громадських будівель та впровадження інших енергозберігаючих технологій стає усе більш актуальним.

Запровадження в Україні нового покоління норм з енергоефективності стало важливим кроком у напрямі модернізації будівельного фонду та раціонального використання енергоресурсів. Такий підхід сприяє зміцненню енергетичної безпеки держави та узгоджується з національною політикою щодо підвищення енергоефективності. Оновлені вимоги стимулюють розвиток вітчизняної промисловості й мотивують виробників до випуску сучасних матеріалів і комплектуючих, що відповідають міжнародним стандартам. Передусім це стосується збільшення виробництва високоякісних теплоізоляційних матеріалів, енергозберігаючих вікон, а також інших технологічних рішень і конструкцій, спрямованих на скорочення енергоспоживання.

Зростання вартості енергоресурсів актуалізує для органів місцевого самоврядування необхідність удосконалення підходів до управління енергоспоживанням у будівлях комунальної форми власності. В умовах обмеженого бюджетного фінансування пріоритет набувають економічно обґрунтовані та швидко реалізовані заходи енергозбереження, здатні забезпечити оптимальний баланс між фінансовими витратами та рівнем досягнутого енергетичного ефекту. Таким чином, впровадження енергоефективних рішень розглядається як один із ключових інструментів підвищення ефективності функціонування муніципальної інфраструктури та зниження навантаження на місцеві бюджети.

Відповіді на зазначені питання визначають концептуальну структуру даного розділу дослідження. Основною метою є здійснення комплексного аналізу, наукове обґрунтування та вибір оптимальних конструктивних та організаційно-технологічних рішень щодо підвищення теплоізоляційних характеристик будівлі медичного центру, розташованого у місті Запоріжжі. Обґрунтування здійснюється на основі результатів технічного обстеження об'єкта та оцінювання його енергетичної ефективності.

1. Потреба підвищення енергоефективності і снуючої забудови в Україні

Будівельний фонд України значною мірою сформований у радянський період – понад 80% будівель були збудовані до 1991 р. Споживання енергії на одиницю будівлі в Україні в 2-3 рази більше, ніж у середньому по країнах ЄС [8].

З моменту повномасштабного вторгнення росії у 2022 році будівельний фонд України переживає безпрецедентні випробування – значна частина критично важливої інфраструктури зазнала руйнувань, а мільйони громадян були змушені залишити свої домівки.

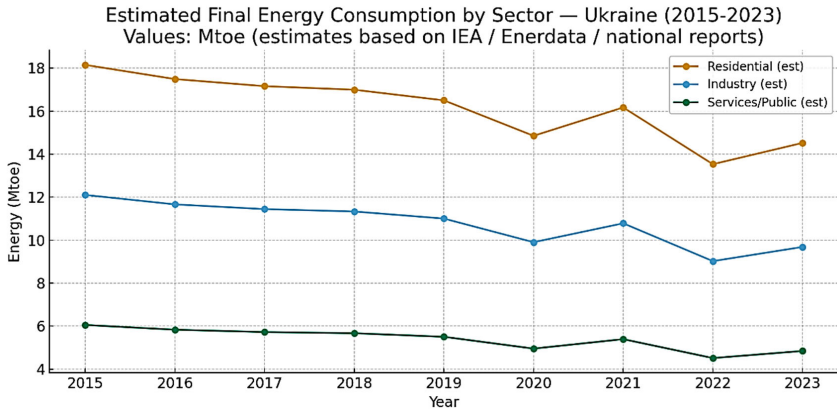
Питання підвищення енергоефективності набуває особливої актуальності в умовах реалізації Цілей сталого розвитку, де одним із головних завдань є суттєве зменшення енергоспоживання на світовому рівні [9].

Україна вибудувала всебічну політичну основу для підвищення енергоефективності у сфері будівництва, узгоджуючи національні програми розвитку з міжнародними зобов'язаннями. В основі цього підходу лежить імплементація директив Європейського Союзу, що визначає напрям гармонізації українських норм із європейськими вимогами. Серед ключових регуляторних механізмів – запровадження обов'язкової сертифікації енергоефективності будівель, мінімальних стандартів енергоспоживання, проведення енергетичних аудитів та розвиток систем інтелектуального обліку енергії.

Відповідно до побудованого графіка (рис. 1.1) загальне фінальне споживання енергії в Україні з 2015 до 2019 трохи знижувалося; 2020 показав падіння (COVID), 2021 – часткове відновлення; 2022 значно знизилося через воєнні дії й пошкодження інфраструктури; 2023 – часткове відновлення попиту. (Цю динаміку підтверджують Enerdata та IEA/енергетичні огляди) [8].

Підвищення рівня енергоефективності будівель доцільно здійснювати на основі проєктів комплексної термомодернізації, що передбачають удосконалення як огорожувальних конструкцій, так і інженерного забезпечення будівлі. Розроблення таких проєктних рішень має ґрунтуватися на результатах енергетичного обстеження (енергоаудиту), яке дає змогу ідентифікувати фактори, що знижують експлуатаційні характеристики будівлі, впливають на її енергетичну ефективність

та порушують безперебійну роботу інженерних систем і зовнішніх теплових мереж.



**Рис. 1.1. Зміни споживання енергії в Україні
(за секторами: житловий фонд, промисловість, громадські будівлі)**

Основними дієвими заходами з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель є впровадження комплексу організаційно-технічних, конструктивно-технологічних та інженерних рішень, спрямованих на зменшення енергоспоживання, оптимізацію тепловтрат та підвищення ефективності експлуатації будівельних об'єктів. До таких заходів належать термомодернізація огорожувальних конструкцій, модернізація інженерних систем, застосування енергозберігаючих матеріалів та обладнання, удосконалення систем управління енергоспоживанням, а також впровадження відновлюваних джерел енергії та інтелектуальних систем автоматизації будівлі (табл. 1.1).

Ця таблиця дозволяє наочно показати комплексність заходів, їх нормативне підґрунтя та очікуваний ефект, що обґрунтовує основні виклики підвищення енергоефективності в Україні – це застаріла інфраструктура й технології, нестача інвестицій, дефіцит кваліфікованих кадрів, наслідки війни та необхідність інтеграції принципу «енергоефективність передусім» у процес відновлення країни

**Основними заходами з підвищення рівня
енергетичної ефективності будівель**

Конкретні заходи	Приклад технологічного рішення	Нормативна база	Очікуваний ефект (скорочення енергоспоживання)
1	2	3	4
Конструктивні рішення			
Утеплення зовнішніх стін, дахів, підлог, цоколів	Мінвата, пінополістирол, еко-пінополіуретан	ДБН В.2.6-31:2021, ISO 52000-1	15–30 %
Заміна або модернізація вікон та дверей	Енергозберігаючі склопакети, термоізоляційні рами, ущільнювачі	ДБН В.2.6-31:2021, Наказ Мінрегіону № 260	10–25 %
Ліквідація теплових мостів	Утеплені балконні плити, ізоляційні перемички, кутові профілі	ДБН В.2.6-31:2021	5–15 %
Модернізація покрівлі та горищного перекриття	Теплоізоляція горищного перекриття, паро- та гідроізоляція	ДБН В.2.6-31:2021	5–15 %
Інженерні рішення			
Оптимізація систем опалення, вентиляції та кондиціонування	Сучасні котли/насоси, автоматика, балансування трубопроводів	Закон № 2118-VIII, ДСТУ ISO 52000	10–30 %
Впровадження ефективного гарячого водопостачання	Теплоізольовані труби, бойлери, рекуператори тепла	Наказ Мінрегіону № 260	5–15 %
Застосування відновлюваних джерел енергії	Сонячні колектори, фотогальванічні панелі, теплові насоси	Закон № 1609-IX, EPBD 2010/31/EU	10–40 %
Автоматизація та інтелектуальні системи управління (BMS)	Датчики температури/присутності, моніторинг енергоспоживання, інтегроване управління освітленням	ДСТУ ISO 52000, Закон № 2118-VIII	5–20 %

1	2	3	4
Організаційні рішення			
Проведення енергетичного аудиту та сертифікації	Виконання енергоаудиту, складання ЕРС	Закон № 2118-VIII, Постанова КМУ № 939	5–15 %
Підготовка та підвищення кваліфікації персоналу	Навчання енергоменеджерів, внутрішній контроль	Закон №2118-VIII, Постанова КМУ № 1057	3–10 %
Розробка та реалізація програм енергозбереження	Довгострокові плани модернізації, стимули, контроль виконання	Закон № 2118-VIII, EPBD 2010/31/EU	5–20 %

Енергоефективність в Україні – це предмет активної державної політики, зростаючої уваги міжнародних партнерів і реальних проєктів. Однак водночас країна має бути готовою до серйозних викликів: технічних, фінансових, кадрових, інституційних, а також до обставин, пов'язаних із війною і відновленням.

Під час впровадження проєктів будівництва та реконструкції будівель із підвищеними вимогами до енергетичної ефективності слід враховувати наявні технічні, фінансово-економічні, екологічні, соціальні та інші обмеження. Виконання такої рекомендації є важливою складовою успішної реалізації проєкту як з точки зору ефективності впроваджених рішень, так і з позиції зменшення можливих ризиків та негативних факторів.

При постановці технічного завдання та подальшої розробки технічних рішень щодо будівництва або реконструкції будівель варто враховувати наявні технічні умови та обмеження. Тобто добре зарекомендовані технічні рішення для одного реалізованого об'єкту, можуть бути зовсім не придатними для іншого або бути такими, що матимуть низький рівень ефективності.

2. Практичні аспекти розроблення заходів з підвищення енергоефективності об'єкту реконструкції

Обстеження стану будівлі є елементом системи їх технічної експлуатації і найважливішими умовами довговічності і надійності, опти-

мального розміру витрат на підтримку придатності, попередження появи аварійних ситуацій. Одночасно обстеження можна розцінювати як найважливіший фактор створення умов функціонування споруди й процесів безперервної експлуатації.

Технічне обстеження фактично спрямоване на виявлення можливої подальшої нормальної експлуатації для потреб компанії технічного стану окремих конструктивних елементів і будівлі в цілому в порівнянні з діючими нормами та правилами. Обстеження дозволяє виробити оцінки впливу таких змін на подальшу експлуатаційну придатність, виявити причини таких змін, визначити раціональні способи усунення несприятливих факторів, розробити шляхи відновлення несучої здатності будівельних конструкцій. Практика обстеження включає ряд послідовних і взаємозалежних процесів, що включають виявлення реального стану будівельних конструкцій, аналіз умов їх експлуатації, ступінь несприятливого впливу окремих факторів. Проведення обстежень базується на положеннях системного аналізу і комплексного підходу, що передбачають розглядати будівлю, як систему взаємопов'язаних і взаємодіючих будівельних, трубопровідних та теплоізолюючих конструкцій, технологічного обладнання, технологічних процесів, зовнішніх факторів.

Планувальна схема будівлі Центру медичної допомоги (рис. 2.2), яка передбачає подальшу нормальну експлуатацію, вирішена як двоповерхова, п-подібна будівля. В будівлі є опалення, водопостачання, водовідведення та електрика. Конструкція будівлі виконана з повздовжніми несучими стінами. Покриття залізобетонні плити, та в перекритті також застосовані залізобетонні плити. Стіни виконано з силікатної цегли на цементно-пісочному розчині. Температурні та осадкові шви в будівлі відсутні та непередбачені. В будівлі сходові клітини з залізобетонних конструкцій.

Проведено інженерно-геологічних вишукування та визначені кліматичні умови ділянки. Нормативна глибина промерзання ґрунту – 0,8 м. Ґрунти відносяться до II типу просідання. За даною земельною ділянкою обстеження на декілька кілометрів немає підробляємих територій.

Ділянка прямокутної форми, рельєф місцевості крутий зі слабким ухилом ($i=0,050$). Категорія складності інженерно-геологічних умов –

друга. Несприятливі фізико-геологічні процеси в межах ділянки обстеження не спостерігаються. Ґрунтові умови майданчика будівництва відносяться до другого типу просідання.

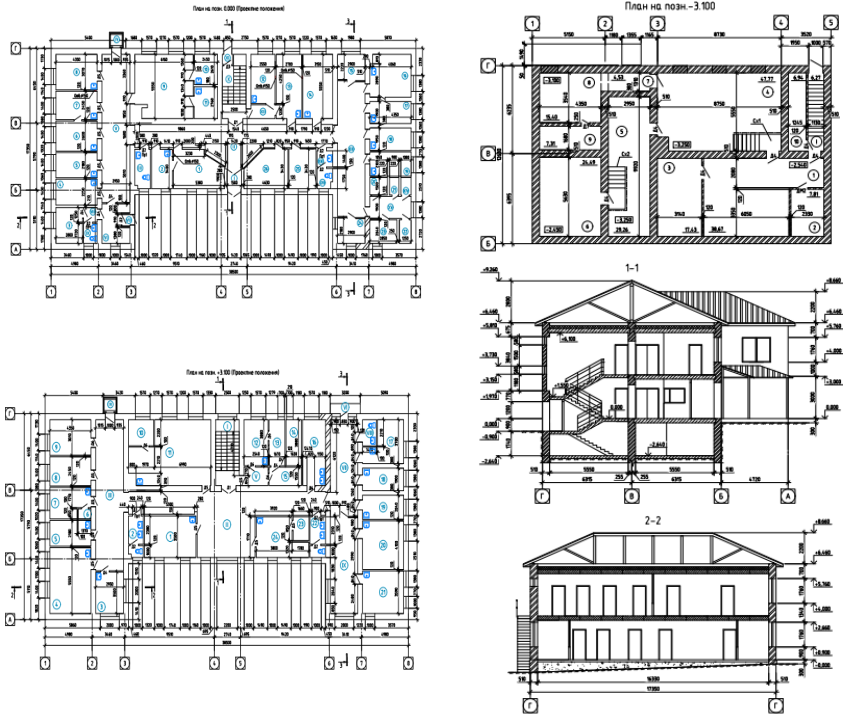


Рис. 2.2. План та позн. -3.100, 0.000 та розріз 1-1,2-2

Оцінка стану основ і фундаментів наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Відомість дефектів і пошкоджень основ і фундаментів

№ з/п	Характеристика дефекту або пошкодження	Категорія стану
1	Дефектів і пошкоджень основ і фундаментів, які впливають на нормальну експлуатацію, на момент обстеження не виявлено	Задовільний технічний стан

Оцінка технічного стану металевих конструкцій споруди (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Відомість дефектів і пошкоджень металевих конструкцій

№ з/п	Характеристика дефекту або пошкодження	Категорія стану
1	Руйнування лакофарбового покриття несучих металевих конструкцій з корозійним враженням поверхні металу до 0,5мм	Задовільний технічний стан

Оцінка стану покрівлі (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Відомість дефектів і пошкоджень покрівлі

№ з/п	Конструктивний елемент	Оцінка технічного стану
1	Багаточисельні дефектів і пошкоджень покрівлі, які впливають на нормальну експлуатацію, на виявлено момент обстеження	Задовільний технічний стан

Оцінка стану інженерних мереж будівель виконана за непрямыми ознаками (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Відомість дефектів і пошкоджень інженерних мереж

№ п/п	Конструктивний елемент та його дефекти чи пошкодження	Оцінка технічного стану
1	Дефекти і пошкодження інженерних мереж, які впливають на нормальну експлуатацію, на момент обстеження виявлені масово як такі, що унеможливають нормальну їх експлуатацію	Задовільний технічний стан

Згідно п 5.2. ДСТУ 9273:2024 [5] стан інженерних мереж за результатами візуального обстеження оцінюється як задовільний (категорія стану II), у зв'язку з їх тривалою експлуатацією та потребою капітальною заміни на нові, що задовільняють потребам сьогодення та на сучасні.

Зовнішній вигляд існуючої будівлі та дефектів зовнішніх стін показано на фото об'єкту (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Фасад будівлі

Попередня оцінка технічного стану будівельних конструкцій будівель виконана у відповідності з вимогами ДСТУ 9273:2024 для визначення та оцінки їх технічного стану[5].

- 1) Фундаменти будівлі, основи будівлі за результатами візуального обстеження стан їх оцінюється як задовільний (категорія стану II).
- 2) Внутрішні стіни знаходяться в задовільному (категорія стану II).
- 3) Сходині марші та майданчики знаходяться в задовільному (категорія стану II).
- 4) Плити перекриття та покриття знаходяться в задовільному (категорія стану II).

5) Зовнішні стіни у зв'язку з наявними дефектами технічний стан зовнішніх стін будівлі на момент обстеження оцінюється як придатне до нормальної експлуатації (категорія стану II).

6) Конструкції металевої драбини виходу на дах знаходиться в працездатному технічному стані (категорія стану II).

7) Покрівля знаходиться в незадовільному технічному стані (категорія стану III).

8) Вимощення із зафіксованими дефектами знаходяться в задовільному технічному стані (категорія стану II).

Згідно п. 5.2. нормативного документа ДСТУ 9273:2024 стан будівельних конструкцій будівель і за результатами аналізу технічної документації та візуального обстеження оцінюється як придатний до нормальної експлуатації (категорія стану II), окрім покрівлі (категорія стану II), яка непридатна до нормальної експлуатації.

Кінцева оцінка загального технічного стану будівельних конструкцій будівлі Центру первинної медико-санітарної допомоги згідно вимогам ДСТУ 9273:2024 виконана на підставі результатів оцінки технічного стану окремих елементів і конструкцій на різних етапах виконання робіт. Згідно ДСТУ 9273:2024 загальний стан будівель за результатами аналізу технічної документації та візуального та інструментального обстеження, виконаним перевірою розрахунків несучої здатності будівлі оцінюється як придатний до нормальної експлуатації (категорія стану II), окрім покрівлі будівлі непридатної до нормальної експлуатації (категорія стану III).

Для забезпечення відповідності будівельних конструкцій проєкtnим вимогам, нормативної документації необхідно виконати рекомендації щодо усунення зафіксованих дефектів і пошкоджень: розробити окрему проєктно-кошторисну документацію на реконструкцію будівлі центру з урахуванням (підсилення зовнішніх стін, капітального ремонту конструкцій та покриття даху, комплексу заходів з утеплення будівлі центру, ремонту вимощення навколо будівлі, ремонтувати ганок, відновлення цілісності металевих конструкцій евакуаційної драбини на фасаді, комплексу заходів із забезпечення доступності маломобільних груп населення); виконати всі передбачені роботи й заходи передбачених таким проєктом; підтримувати в експлуатаційно здатному стані будівельні конструкції: вчасно ліквідувати виявлені

дефекти та пошкодження для забезпечення довговічності на період експлуатації будівлі.

Оцінка енергетичної ефективності будівлі виконана на підставі даних енергетичного паспорту. На підставі проведених теплотехнічних розрахунків розроблені заходи по підвищенню енергоефективності будівлі які дозволять скоротити витрату енергоресурсів більш ніж на 50% і забезпечать комфортні умови перебування людей усередині приміщень, а саме пропонується: облаштування утеплення зовнішніх стін будівлі та покрівлі; модернізація існуючої системи теплопостачання з установкою автоматичного регулювання теплового потоку.

Розробка проекту термомодернізації є складовою частиною комплексу заходів з реалізації комплексної модернізації.

Робочим проектом передбачено наступні заходи:

- посилення зовнішніх стін в рівні горіщного перекриття сталевою обоймою та тяжами;
- посилення кладки стін в місцях тріщин сталевими скобами, ін'єктування тріщин полімерцементними розчинами, закладання газобетонними блоками отвору вітражу в зовнішній стіні в осях 3-6 по ряду Б;
- посилення нижньої поверхні консольної плити площадки зовнішніх сходів в осях 6-7 по ряду Г залізобетонною обоймою $\delta=100\text{мм}$;
- заміна металевих зовнішніх сходів (маршів, сходинок) в осях 6-7 по ряду Г на нові з влаштуванням фундаментів, встановлення огорожі;
- встановлення підйомного пристрою вантажопідйомністю 250 кг біля зовнішньої стіни будівлі в осях 2-3 по ряду Г для безперешкодного доступу з першого на другий поверх МГН, влаштування монолітного залізобетонного фундаменту під підйомник;
- перевлаштування віконного отвору в дверний на позначці 0,000 м в зовнішній самонесучій стіні в осях 2-3 по ряду Г за рахунок розбирання підвіконних частин стіни;
- посилення кладки стін сталевими обоймами в місцях отворів дверей 1-го та 2-го поверхів, що примикають до підйомнику;
- утеплення поверхні зовнішніх стін, утеплювач – мінвата $\delta=100\text{мм}$, з опорядженням декоративною штукатуркою;

- утеплення зовнішньої поверхні фундаментів пінополістиролом $\delta=100\text{мм}$;
- відновлення вимощення вздовж стін будівлі;
- перевлаштування ганків входів до будівлі, встановлення навісів над ганками;
- будівництво навісу з металевих конструкцій в осях 3-6/Б (стійкі, балки, покриття з профільованого листу) з влаштуванням окремо розташованих монолітних залізобетонних фундаментів;
- заміна кроквяної системи на нову (крокв, стійок, зв'язків, лежнів, прогонів, мауерлату);
- заміна латуння на нове, влаштування гідроізоляції та контрлятування;
- перевлаштування слухових вікон;
- вогнезахисна та біозахисна антисептична обробка дерев'яних конструкцій;
- заміна покрівельного шару даху на профільований лист;
- герметизація примикань покрівлі в гребні, до світлових вікон, до вентиляційних каналів;
- влаштування системи зовнішнього водостоку;
- заміна пароізоляції горищного перекриття, заміна утеплювача на мінвату $\delta=200\text{мм}$, влаштування дифузійної мембрани гідробар'єру на утеплювачі та ходового настилу;
- влаштування системи зовнішнього водостоку з покрівлі будівлі та з покрівлі навісу;
- влаштування блискавкозахисту та заземлення;
- часткова заміна дерев'яних вікон на нові металопластикові;
- заміна дерев'яних дверей на нові металеві та металопластикові.

Заходи з посилення існуючих конструкцій розроблені згідно рекомендацій технічного звіту про стан будівельних конструкцій.

Для посилення існуючих зовнішніх стін в проєкті передбачено влаштування бандажів – поясу з швелера № 12 та системи з 6 тяжів ($\varnothing 24\text{ A400}$).

Розрахунок опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, ведеться до вимог ДБН В.2.6-31:2021. Прийнята конструкція стіни (рис. 2.4) задовольняє теплотехнічним вимогам [2].



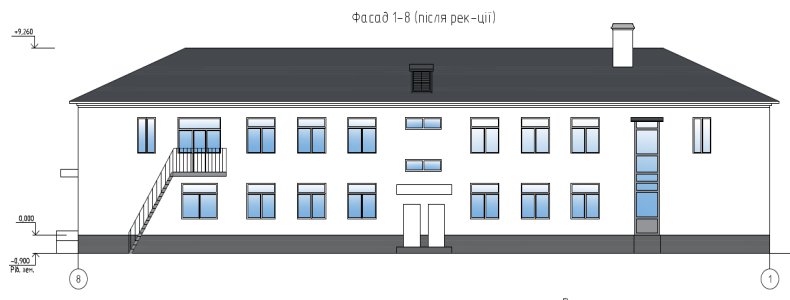


Рис. 2.6. Фасад 8-1 після реконструкції

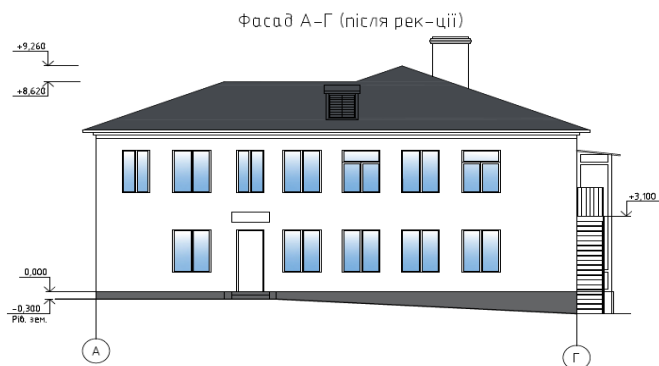


Рис. 2.7. Фасад А-Г після реконструкції

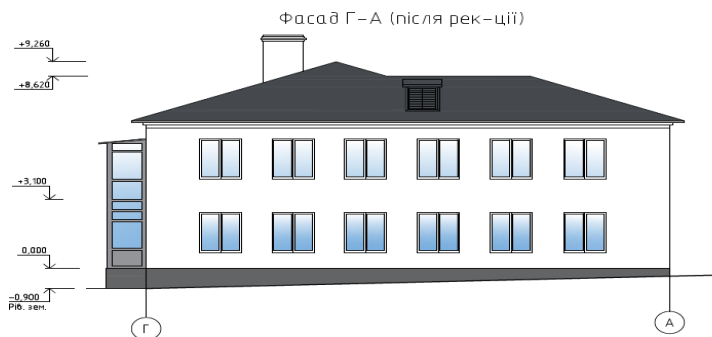


Рис. 2.8. Фасад А-Г після реконструкції

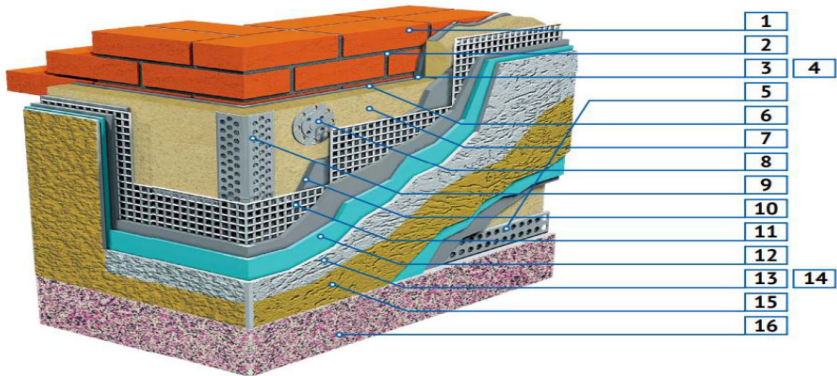
Таблиця 2.5

Відомість оздоблення зовнішніх стін

Найменування елементів фасадів	Найменування робіт та матеріалів	Площа, м ²
Зовнішні стіни вище позначки 0.000	1. Зачищення стін від пилу та бруду; 2. Утеплювач мінераловатний, 100мм, кріплення зонтичними дюбелями; 3. Захисний шар Ceresit CT190, армований склосіткою; 4. Декоративний покриття Ceresit CT72; 5. Грунтовка; 6. Фарбування фасадною фарбою.	619.23
Зовнішні дверні та віконні відкоси	1. Зачищення стін від пилу та бруду; 2. Утеплювач мінераловатний, 30мм, кріплення зонтичними дюбелями; 3. Захисний шар Ceresit CT190, армований склосіткою; 4. Декоративний покриття Ceresit CT72; 5. Грунтовка; 6. Фарбування фасадною фарбою.	28.85
Цоколь (надземна частина)	1. Зачищення стін від пилу та бруду; 2. Утеплювач екструдований пінополістирол, 100 мм, кріплення зонтичними дюбелями; 3. Обмазувальна гідроізоляція Ceresit CR66 4. Захисний шар Ceresit CT190, армований склосіткою; 5. Декоративний покриття Ceresit CT72; 6. Грунтовка; 7. Фарбування фасадною фарбою.	56.53
Цоколь (підземна частина)	1. Зачищення стін від пилу та бруду; 2. Утеплювач екструдований пінополістирол, 100 мм, кріплення зонтичними дюбелями; 3. Обмазувальна гідроізоляція Ceresit CR66	122.60

3. Організаційно-технологічні рішення об'єкту реконструкції

Технологічне рішення розроблені для влаштування системи утеплення фасадів будівель згідно з вимогами п. 5.8. ДСТУ В.2.6-36:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками». Система утеплення (рис. 3.1) належить до класу А згідно з ДСТУ В.2.6-34 [3].



- 1 – огорожувальна конструкція (блок, цегла тощо);
 2 – мурувальна суміш (залежно від виду стінових матеріалів);
 3 – шар для вирівнювання поверхні стіни,
 яка підлягає утепленню (штукатурка цементна); 4 – ґрунтовка;
 5 – цокольний профіль; 6 – клей для кріплення теплоізоляції;
 7 – плити теплоізоляційні мінераловатні;
 8 – пластиковий дюбель; 9 – кутовий профіль;
 10 – суміш армувальна для теплоізоляції; 11 – армувальна
 лугостійка скловолниста сітка; 12 – ґрунтувальна фарба;
 13, 14 – штукатурка мінеральні декоративна; 15 – фарби фасадні;
 16 – оздоблення цоколю.

**Рис. 3.1. Схема системи теплоізоляції
з мінераловатними плитами**

Усі роботи щодо утеплення й оздоблення фасаду будівлі виконуються із застосуванням сухих будівельних сумішей і пастоподібних матеріалів при температурі довкілля не нижче $+5^{\circ}\text{C}$ і не вище $+30^{\circ}\text{C}$.

До переліку робіт утеплення стінових конструкцій, що розглядаються, входять:

- підготовка поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій до виконання робіт з утеплення;
- закріплення цокольних профілів;
- приклеювання плит утеплювача;

- закріплення плит утеплювача за допомогою дюбелів;
- закріплення перфорованих кутників по периметру віконних та дверних проїм, кутів будівлі;
- влаштування гідрозахисного армованого шару;
- нанесення ґрунтувальної фарби;
- нанесення декоративної штукатурки;
- фарбування фасаду.

Матеріали та збірні елементи мають відповідати чинним державним стандартам ДСТУ Б В.2.7-126:2011, ДСТУ Б В.2.7-233:2010, ДСТУ Б В 2.6-35:2008, ДСТУ Б В 2.6-36:2008, ДСТУ Б В.2.7-167:2008, ДСТУ EN 13163, ДСТУ EN 13162.

Найменування і призначення матеріалів для влаштування системи утеплення подані в таблиці 3.1.

Склад послідовність виконання окремих етапів робіт з улаштування конструкцій із фасадною теплоізоляцією мають регламентуватись у проєкті організації будівництва (ПОБ) та проєкті виконання робіт (ПВР), які розробляють відповідно до вимог і рекомендацій ДБН А.3.1-5 -2016 [4] та розробленої технологічної карти.

До початку робіт з улаштування конструкції із фасадною теплоізоляцією при реконструкції слід перевірити:

- проєктну документацію: відповідність проєктних рішень чинним будівельним нормам і стандартам наявність погоджених креслень фасадів, вузлів, специфікацій матеріалів; визначення типу системи утеплення;
- стан несучих та огорожувальних конструкцій: міцність і цілісність стін, відсутність тріщин, відшарувань, корозії арматури; вертикальність і рівність поверхонь; несучу здатність кріпильних елементів та закладних деталей); поверхню основи під утеплення (очищення від пилу, бруду, фарби, мастила, грибку та відшарованих ділянок; висихання та відсутність вологи на поверхні; при необхідності – виконання ґрунтування та вирівнювання;
- умови навколишнього середовища: температура повітря (зазвичай не нижче +5 °С для систем з полімерними клеями); відсутність опадів, сильного вітру та прямих сонячних променів під час монтажу; забезпечення можливості захисту фасаду від атмосферних впливів (сітки, навіси тощо).

– матеріали та комплектуючі: відповідність матеріалів сертифікатам якості та проєктним вимогам; наявність усіх компонентів системи (утеплювач, клей, дюбелі, сітка, штукатурка, фарба тощо); перевірка терміну придатності та умов зберігання.

– підготовку робочого місця: встановлення риштувань і перевірка їхньої стійкості та безпеки; наявність засобів індивідуального захисту; організація місць для зберігання матеріалів та змішування розчинів.

– інженерні та комунікаційні елементи: наявність усіх проходів інженерних мереж через фасад; герметизація стиків, отворів, віконних і дверних прорізів; узгодження місць кріплення зовнішніх елементів (відливів, водостоків, вивісок тощо).

Таблиця 3.1

Найменування і призначення матеріалів для влаштування системи утеплення

№ з/п	Найменування елемента системи	Матеріал шару	Призначення
1	2	3	4
1	Грунтувальний шар	Грунтовка глибокого проникнення	Обробка штукатурок, бетону, гіпсокартону, ДСП перед їх фарбуванням, шпаклюванням чи наклеюванням шпалер для покращення адгезії, зменшення водопоглинання основи, зменшення витрат оздоблювальних матеріалів. Особливо ефективна для закріплення слабких основ. Для внутрішніх та зовнішніх робіт
2	Вирівнюючий шар	Цементна штукатурка	Вирівнювання поверхонь із цегли, бетону, старої штукатурки.
3	Клейовий розчин	Клей для кріплення теплоізоляції	Закріплення мінераловатних плит на цегляних, бетонних, поштукатурених поверхнях при влаштуванні системи утеплення
4	Захисний армований шар	Суміш армуюча для теплоізоляції	Закріплення армувальної сітки та виконання гідрозахисного армованого шару при влаштуванні систем утеплення будівель із плит з мінеральної вати

Продовження Таблиці 3.1

1	2	3	4
5	Адгезійний шар	Ґрунтувальна фарба	Підготовка основ із бетону, цементних та цементно-вапняних штукатурок перед нанесенням акрилових та мінеральних декоративних штукатурок
6	Зовнішній декоративний шар	Штукатурка мінеральна декоративна «кам'яна»	Отримання шару штукатурки з декоративною фактурою типу «шуба» з розміром зерна 2 та 1,5 мм на бетонних, цементних та цементно-вапняних основах, захисних армованих шарах у системах утеплення
7	Зовнішній декоративний шар	Штукатурка мінеральна декоративна «короїд»	Отримання шару штукатурки з декоративною фактурою типу «Короїд» з розміром зерна, відповідно, 2 та 3 мм на бетонних, цементних та цементно-вапняних основах, захисних армованих шарах у системах утеплення

Підготовку поверхні стіни і цоколя до виконання робіт виконують з огляду на її фактичний стан згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-23 та ДСТУ-Н Б В.2.6-212.

Усі складові конструкції фасадної теплоізоляції влаштовують шар за шаром після перевірки якості попереднього і складання акту на приховані роботи.

Після підготовки поверхні стіни та цоколя та влаштування передбачених проєктом деформаційних швів виконують закріплення плит утеплювача в спосіб та в терміни, встановлені ПОБ та ПВР.

Улаштування конструкції фасадної теплоізоляції необхідно розпочати із закріплення цокольних профілів для установки першого ряду теплоізоляційних плит на проєктній відмітці. Ширина полиць профілів повинна дорівнювати товщині плит застосовуваного утеплювача (товщина плит утеплювача вказується в проєкті виробництва робіт на підставі теплотехнічного розрахунку).

Цокольний профіль прикріплюється до основи горизонтально в одній площині по периметру будинку за допомогою дюбелів (рис. 3.2), що є основою для рівної поверхні всього теплоізоляційного шару [12, с. 33].

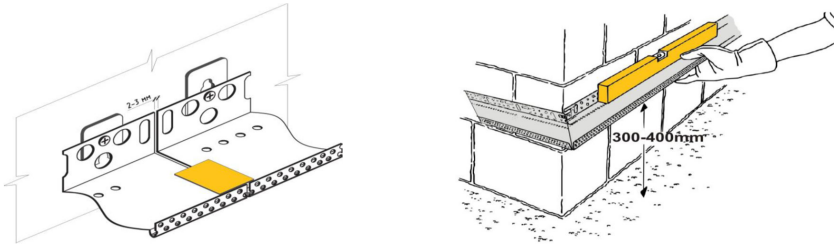


Рис. 3.2. Влаштування цокольного профілю

Між сусідніми цокольними профілями залишається зазор шириною 2-3 мм для з'єднання за допомогою спеціальних пластмасових сполучних елементів. Для установки конструкції на кутах будівлі цокольний профіль формується за допомогою двох надрізів під кутом 45° і подальшого згину. Цокольний профіль з крапельником на нижній полиці сприяє безпечному стоку води.

Профілі закріплюють до цоколю будинку по периметру за допомогою дюбелів діаметром 6 мм, які розміщуються на відстані 0,35 м один від одного з використанням шайб.

При теплоізоляції будівель із неопалювальними підвальними приміщеннями теплоізоляція повинна заходити на цокольну частину стіни не менше ніж на 0,5 м від нижньої частини плити перекриття.

Перед наклеюванням теплоізоляційної плити на підготовлену поверхню стіни клей наносять безпосередньо на плиту утеплювача. Після нанесення клейової розчинної суміші теплоізоляційну плиту встановлюють у проєктне положення і притискають із таким зусиллям, щоб, як мінімум, на 40% від площі нанесення розчинова суміш розподілилася між основою стіни і теплоізоляційною плитою.

Необхідна кількість клейової суміші розраховується так, щоб після притиснення плити до основи не менше як 60% її поверхні було покрито розчином.

Приклеювати плити до стіни потрібно знизу вгору в шаховому порядку (рис. 3.3), не допускаючи збігу вертикальних швів, дотримуючись правил перев'язки.

Після нанесення клею на плиту протягом не більше 20 хвилин потрібно установити її в проєктне положення і притиснути. Для забез-

печення щільного прилягання плити до основи її спочатку потрібно прикласти до поверхні стіни на відстані 2-3 см від проектного положення, а потім притиснути за допомогою дерев'яного напівтерка або рівня зі зміщенням у проектне положення, ударяючи ним доти, доки площа плити не зрівняється з рівнем сусідніх плит [12, с. 36].

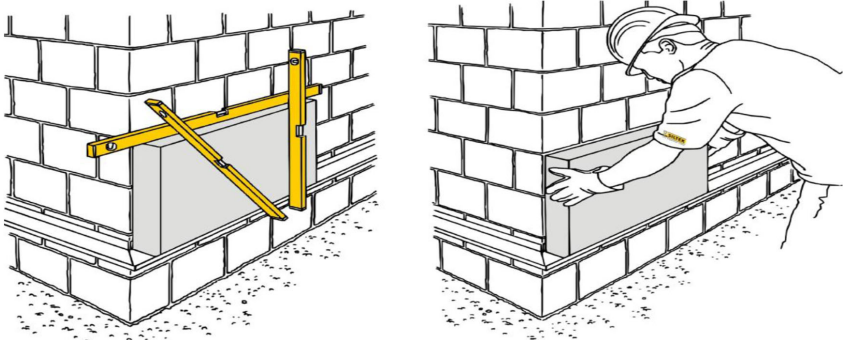


Рис. 3.3. Встановлення теплоізоляційних плит

Плити мають щільно прилягати одна до одної та створювати рівну поверхню. Ширина швів між плитами не повинна перевищувати 2 мм; шви розкриттям більше ніж 4 мм необхідно заповнити клиновими смужками, вирізаними з теплоізоляційної плити.

При встановленні теплоізоляційного шару необхідно забезпечити щільне прилягання плит одна до одної та до опорної частини стіни (рис. 3.4). Загальна площа повітропроникних щілин не має перевищувати 5% площі поверхні фасаду.

Після приклеювання плити не можна рухати, щоб не послабити її зчеплення з основою. Якщо плита добре не приклеїлася, її треба відірвати, видалити з неї та зі стіни клей, вкрити тильний бік плити свіжим клеєм і знову приклеїти до стіни.

Залишки клейової суміші повинні бути видалені до їх затвердіння (шви між торцями та поверхнями плит повинні бути без клею); якщо залишати клейовий розчин між плитами утеплювача, він утворює «місток холоду», цим самим знижує ефективність всієї збірної системи.

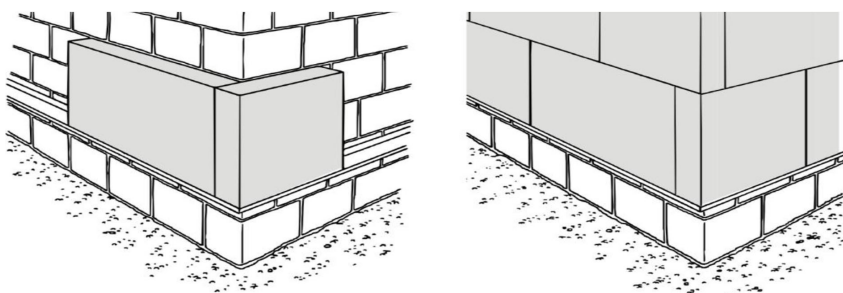


Рис. 3.4. Послідовність приклеювання теплоізоляційних плит

Після закінчення або зупинки робіт інструмент ретельно вимити.

У випадку наявності нерівностей між сусідніми плитами утеплювача після затвердіння клейової суміші (для мінеральної вати – 24 години), їх потрібно видалити за допомогою терки з наждаковим папером. Поверхня плит із мінеральної вати не шліфується, тому їх потрібно встановлювати якомога точніше.

Для забезпечення більш надійного функціонування системи теплоізоляції рекомендується провести ще й механічне кріплення теплоізоляційних плит до основи фасадними дюбелями, але не раніше ніж через 48 годин після приклеювання.

Номенклатура кріпильних елементів, схема їх встановлення приймаються на основі проєктної документації на збірну систему, при розрахунках якої враховано матеріал і структуру основи огорожувальної конструкції, вид теплоізоляційного матеріалу, вимоги пожежної безпеки, вплив розрахункових навантажень.

У місцях підвищеного напруження, а також на ділянках можливого механічного пошкодження потрібно виконати додаткове зміцнення армування.

Для зміцнення кутів віконних і дверних прорізів застосовують додаткові смуги з армувальної сітки розміром 250х350 мм (рис. 3.5). Армувальні елементи слід вкладати на попередньо нанесену клейову розчинову суміш діагонально відносно віконного чи дверного блока (під кутом 45о) так, щоб середина довшого боку (350 мм) прилягала до зовнішнього кута прорізу і втоплювати за допомогою шпателя [12, с. 41].

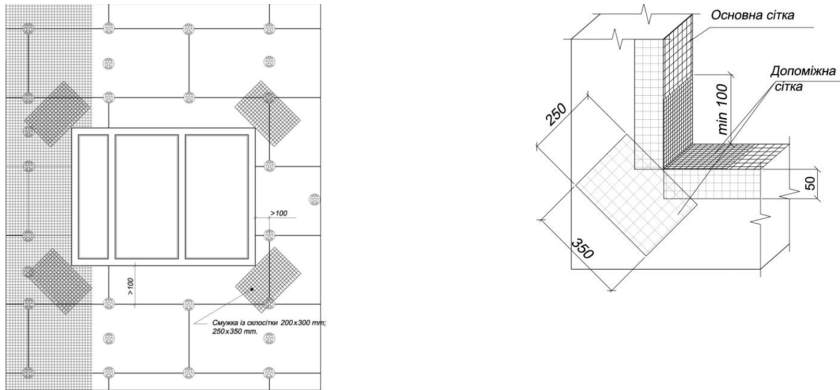


Рис. 3.5. Додаткове армування прорізів

Ці операції потрібно виконувати, щоб запобігти виникненню тріщин, які поширюються від кута прорізу по поверхні фасаду.

У місцях примикання різнорідних теплоізоляційних плит необхідно виконати місцеве посилення армування з перекриття цього стику не менше ніж на 100 мм в обидва боки [12, с. 39].

При використанні тонкошарових штукатурок загальна товщина захисного покриття має становити не менше ніж 3-4 мм, а при використанні фасадних фарб – не менше ніж 5 мм.

Герметизацію місць примикання плитного теплоізоляційного матеріалу на основі мінеральної сировини до віконних, дверних та ворітних блоків виконують матеріалами на основі силіконового або акрилового в'язучого.

Після висихання додатково зміцнених шарів можна приступати до виконання робіт з улаштування основного захисного шару.

Усі вертикальні ребра примикань на першому поверсі будівлі, а на решті поверхів лише біля прорізів входних дверей перед втоплюванням армувальної склосітки зміцнюють перфорованими кутиками розмірами 25мм×25мм×0,5мм. Профіль кутика вдавлюють у свіжонанесене клейове (захисне) покриття з наступним нанесенням шару цієї ж суміші. На верхній горизонтальний відкіс рекомендовано встановлювати спеціальний профіль із крапельником [12, с. 40].

Після приклеювання кутових профілів кінцівки армувальної скло-сітки, що втоплені до кожної зі стін, які утворюють кут фасаду, накла-дають на профіль з утворенням складки завширшки не менше ніж 100 мм.

Кути віконних та дверних прорізів, а також кути будинку слід формувати спеціальною кутовою теркою.

Частини будівлі, які можуть зазнати механічних пошкоджень при експлуатації, а саме – стіни першого поверху до висоти 2-2,5 м, цоколі, а також в місцях примикання сходових маршів, укріплюються додатковим шаром сітки – подвійним армуванням, або армування виконують за допомогою панцирної сітки в один шар. На кутах будівлі сітка повинна бути вивернута на 15 см із кожного боку (якщо не застосовуються кутові профілі).

До нижнього краю плит теплоізоляційного шару, закріплених на цоколі будівлі (без використання цокольного профілю), необхідно прикріпити кутовий перфорований профіль, втопити його у клейове (гідроізоляційне) покриття з наступним нанесенням шару цієї ж суміші.

Для запобігання капілярного підйому вологи в цоколі будівлі повинна бути влаштована горизонтальна гідроізоляція.

Утеплення цоколю виконують приклеюванням теплоізоляційних плит зверху вниз, починаючи від цокольного профілю. У якості утеплювача необхідно застосовувати екструдований пінополістирол, здатний зберігати теплозахисні властивості у вологому середовищі з водопоглинанням, близьким до нуля.

Монтаж утеплювача починають не раніше ніж через 5-7 днів після закінчення гідроізоляційних робіт (час повного випаровування розчинників, що містяться в бітумній гідроізоляції). Для приклеювання теплоізоляційних плит також рекомендується використовувати клеюві матеріали на бітумній основі без розчинників.

Плити утеплювача повинні бути захищені від руйнівної дії навколишнього середовища захисним штукатурним шаром.

Цокольну частину будівлі рекомендовано покривати полімерцементною декоративною штукатуркою.

Для запобігання контакту зовнішнього штукатурного шару з вологим ґрунтом прилеглий до цоколя ґрунт видаляють, а виїмку, що утворилася, засипають гравієм.

Заповнення швів герметизуючим матеріалом виконується через 7 діб після закінчення улаштування армувального захисного шару, при температурі навколишнього середовища від + 5°C до + 30°C.

Горизонтальні поверхні конструкції фасадної теплоізоляції на виступаючих частинах фасаду перед нанесенням декоративного покриття повинні бути гідроізовольовані еластичною гідроізоляцією. Шар гідроізоляції повинен заходити на вертикальну поверхню стіни не менше ніж на 150 мм.

Для запобігання просвічуванню штукатурки і захисного шару в тонких місцях, які утворюються при формуванні фактури, перед нанесенням декоративної штукатурки рекомендується обробити поверхню ґрунтовальною фарбою не раніше ніж за 4-6 годин до нанесення декоративного шару.

Ґрунтувальна фарба поліпшує адгезію покриття до основи, зміцнює верхній шар основи та знижує водопоглинання.

Перед використанням ґрунт-фарбу необхідно ретельно перемішати. Нанесення на поверхню виконувати за допомогою щітки або валика рівномірно за один прохід.

До ґрунтування слід приступати після трьох діб із моменту нанесення другого шару захисної армувальної суміші.

У разі технологічної або вимушеної перерви потрібно приклеїти до основи паперову самоклеїку стрічку, яку наклеюють уздовж накресленої на поверхні опорядження лінії з легким находженням декоративної штукатурки на стрічку. Після затирання штукатурки з отриманням бажаної фактури потрібно відразу зняти приклеєну раніше стрічку. На край штукатурки, що вже затужавіла, знову наклеюється захисна паперова стрічка до поновлення подальшої роботи з опорядження [1; 11].

По закінченні технологічної перерви штукатурка наноситься на наступну ділянку. Після формування фактури штукатурки захисна стрічка відразу ж знімається. Так, ділянки нанесеної штукатурки щільно з'єднуються, утворюючи однорідну рівну поверхню.

Наступними етапом є надання полімерцементному штукатурно-декоративному покриттю потрібного кольору за допомогою фарбування спеціальними фасадними фарбами. Фарбу перед використанням слід ретельно перемішати. Роботи на одній поверхні варто виконувати безу-

пинно, дотримуючись правила нанесення «мокре на мокре». Фарбу необхідно наносити щіткою, малярським пензлем, валиком або фарборозпилювачем у два шари. У випадку перерви в роботі приклеїти липку стрічку уздовж лінії, де планується завершення роботи. Нанести фарбу з находженням на стрічку. Після чого стрічку видалити разом із залишками свіжої фарби. Отверділа фарба видаляється тільки механічним шляхом або за допомогою органічних розчинників.

Під час висихання фарбу не можна зволожувати. Тривалість її висихання залежить від температури та вологості навколишнього середовища й становить приблизно 3 години. Під час роботи не можна застосовувати інструменти і ємності, що іржавіють.

Свіжонанесену фарбу необхідно оберігати від дощу, перегріву, потрапляння прямих сонячних променів та від'ємних температур. Роботи необхідно виконувати при температурі повітря від $+5^{\circ}$ до $+30^{\circ}\text{C}$. Найбільш ефективний результат досягається при температурі $+20^{\circ}\text{C}$ та відносній вологості 60%. В інших умовах робочі параметри фарб можуть змінитися.

Відповідно до етапів розробки робочого проекту в розрізі технологічної карти необхідно розрахувати калькуляцію трудових витрат, визначити потребу в основних матеріалах і елементах, машинах, устаткуванні, інструментах і пристосуваннях на монтування системи теплоізоляції та розробити заходи з охорони праці та навколишнього середовища підчас процесу реконструкції.

Висновки

Одним із ключових напрямів розвитку економіки України є впровадження принципів енергозбереження, що відповідає світовим тенденціям підвищення енергоефективності та раціонального використання ресурсів. Необхідність таких заходів зумовлюється обмеженістю природних енергетичних запасів, нестабільністю на світових ринках та зростанням ризиків, пов'язаних із видобутком і транспортуванням енергоносіїв.

В Україні останніми роками активно формується законодавча база у сфері енергоефективності та відновлюваної енергетики, що сприяє реалізації програм енергозбереження. Значна частка енергоресурсів витрачається на утримання будівель через недостатню ізоляцію ого-

роджувальних конструкцій, значні тепловтрати та відсутність сучасних систем контролю параметрів мікроклімату. Тому проекти термомодернізації є важливим інструментом підвищення енергетичної ефективності.

Отримані в ході роботи результати дали змогу обґрунтувати технічні рішення для фасадного утеплення, вибрати енергоощадні матеріали та технології, а також забезпечити відповідність проекту чинним ДБН та європейським стандартам. Матеріали дослідження дозволили комплексно проаналізувати конструктивні характеристики будівлі, нормативну базу та енергетичні показники об'єкта, що дало змогу визначити оптимальні підходи до підвищення теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій.

Застосування отриманих даних підвищило практичну та наукову цінність роботи, сприяло формуванню системного підходу до планування заходів термомодернізації та оцінювання їх ефективності. Реалізація таких рішень відповідає вимогам сучасного енергоефективного й екологічно безпечного будівництва та є важливим чинником зміцнення енергетичної незалежності держави й розвитку будівельної галузі.

Список літератури:

1. Гайдук О. В., Герлянд Т. М., Кулалаєва Н. В., Півторацька Н. В., Пятничук Т. В. Технології утеплення фасадів будівель : підручник. Житомир : «Полісся», 2021. 362 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022–09–01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 27 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги [Чинні з 2009-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009.15 с.
4. ДБН А.3.1-5:2016. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016–05–05]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 52 с.
5. ДСТУ 9273:2024. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість. [Чинний від 2024–09–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 78 с.
6. ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013. Настанова щодо проведення робіт з улаштуванням ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд. [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 88 с.

7. ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016. Настанова з виконання робіт із застосуванням сухих будівельних сумішей. [Чинний від 2017–04–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 47 с.
8. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. «Енергоефективність – передусім: ключовий принцип комплексної відбудови України». URL: <https://saee.gov.ua/news/energoefektivnist-peredusim-kliucovii-princip-kompleksnoyi-vidbudovi-ukrayini> (дата звернення: 10.11.2025)
9. Програма розвитку ООН в Україні. Цілі сталого розвитку. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku> (дата звернення: 10.11.2025).
10. Посібник з монтажу теплоізоляційних систем. URL: <https://is.gd/XZAsmd> (дата звернення 12.11.2025).
11. Сучасні технології в будівництві : підручник / за ред. О. І. Менейлюка. Київ : Освіта України, 2011. 534 с.
12. Технологічна карта на утеплення 100 м² конструкцій зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядження штукатурками. URL: <https://drive.polimin.ua/files/pr/2013-karta-uteplenie.pdf> (дата звернення: 12.11.2025).
13. National Comprehensive Green Transition Assessment Report for Ukraine. URL: <https://is.gd/Cqskcd>. (дата звернення: 11.11.2025)
14. Rebuilding better and faster – why energy efficiency is key for Ukraine. URL: https://www.iea.org/commentaries/rebuilding-better-and-faster-why-energy-efficiency-is-key-for-ukraine?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 11.11.2025)

References:

1. Haiduk O.V., Herliand T.M., Kulalaieva N.V., Pivtoratska N.V., Piatnychuk T.V. (2021) *Tekhnologii uteplennia fasadiv budivel*. Zhytomyr : «Polissia», 362 p. (in Ukrainian)
2. *Teplova izoliatsiia ta enerhoefektyvnist budivel*. (2022). DBN V.2.6-31:2021. from 01th September 2022. Kyiv: Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy. (in Ukrainian)
3. *Konstruktii budynkiv i sporud. Konstruktsii zovnishnikh stin iz fasadnoi teploizoliatsiiei. Klasyfikatsiia i zahalni tekhnichni vymohy*. (2009). DSTU B V.2.6-34:2008 from 01th June 2009. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy. (in Ukrainian)
4. *Upravlinnia, orhanizatsiia i tekhnolohiia. Orhanizatsiia budivelnoho vyrobnytstva*. (2016). DBN A.3.1-5-2016 from 05th May 2009. Kyiv: Minrehion Ukrainy. (in Ukrainian)
5. *Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsiniuvannia yikhnoho tekhnichnoho stanu. Mekhanichniy opir ta stiikist*. (2024). DSTU 9273:2024 from 01th September 2024. Kyiv: DP «UkrNDNTs». (in Ukrainian)

6. *Nastanova shchodo provedennia robit z ulashtuvanniam izoliatsiinykh, ozdoblivvalnykh, zakhysnykh pokryttiv stin, pidloh i pokryvel budivel i sporud.* (2013). DSTU-N B A.3.1-23:2013 from 01th January 2014. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy. (in Ukrainian)

7. *Nastanova z vykonannia robit iz zastosuvanniam sukhykh budivelnykh sumishei* (2017). DSTU-N B V.2.6-212:2016. from 01th April. Kyiv: DP «UkrNDNTs». (in Ukrainian)

8. *Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy. «Enerhoefektyvnist – peredusim: kluchovyi pryntsyp kompleksnoi vidbudovy Ukrainy».* Available at: <https://sae.gov.ua/news/energoefektivnist-peredusim-klucovii-princip-kompleksnoi-vidbudovi-ukrayini> (accessed November 10, 2025)

9. *Prohrama rozvytku OON v Ukraini. Tsili staloho rozvytku.* Available at: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku> (accessed November 10, 2025).

10. *Posibnyk z montazhu teploizoliatsiinykh system.* Available at: <https://is.gd/XZAsmd> (accessed November 12, 2025).

11. *Meneiliuka O.I. (2011) Suchasni tekhnolohii v budivnytstvi : pidruchnyk* Kyiv : Osvita Ukrainy, 534 p. (in Ukrainian)

12. *Tekhnolohichna karta na uteplennia 100 m2 konstruksii zovnishnikh stin iz fasadnoi teploizoliatsiieiu ta oporiadzhennia shtukaturkamy.* Available at: <https://drive.polimin.ua/files/pr/2013-karta-uteplenie.pdf> (accessed November 12, 2025).

13. *National Comprehensive Green Transition Assessment Report for Ukraine.* Available at: <https://is.gd/Cqskcd> (accessed November 11, 2025)

14. *Rebuilding better and faster – why energy efficiency is key for Ukraine.* Available at: https://www.iea.org/commentaries/rebuilding-better-and-faster-why-energy-efficiency-is-key-for-ukraine?utm_source=chatgpt.com (accessed November 11, 2025)