Міністерство освіти і науки України

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра "Будівельні, дорожні машини і будівництво"

"Допущено до захисту"
Зав. кафедрою БДМБ
докт. техн. наук, доцент

_____ Яцун В.В.

" ___ " _____ 2026 р.

М А Г І С Т Е Р С Ь К А Р О Б О Т А

(ступінь вищої освіти "магістр")

на тему:

"Підвищення теплотехнічної надійності вузлів примикання віконних блоків при термомодернізації існуючого житлового фонду (на прикладі м. Кропивницький)"

МР 25.G19.01 А
(Альбом документів)

Виконала студентка групи БІ-25мз
спеціальності
192 Будівництво та цивільна
інженерія

_____ Гриб І.О.

" ____ " _____ 2026 р.

Керівник магістерської роботи
канд. техн. наук, доцент

_____ Джирма С.О.

" ____ " _____ 2026 р.

К

Підписано КЕП
Центральноукраїнський національний технічний університет
Гриб Ірина Олегівна
Сертифікат: 18DF2C9B93CEA204040000002BA834001B2E6106
Дійсний з 06.11.2026 23:30:00 по 06.11.2027 23:29:59

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Центр *заочної та дистанційної освіти*

Кафедра *будівельних, дорожніх машин і будівництва*

Ступінь вищої освіти *магістр*

Спеціальність *G19 Будівництво та цивільна інженерія*

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри будівельних,
дорожніх машин і будівництва
_____ доцент Яцун В.В.
" ___ " _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську роботу студентові

Гриб Ірина Олегівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) ***Підвищення теплотехнічної надійності вузлів примикання віконних блоків при термомодернізації існуючого житлового фонду (на прикладі м. Кропивницький)***

керівник проекту (роботи) *Джирма Станіслав Олександрович, канд. техн. наук, доцент*

затверджена наказом по університету від " 10 " 08 2026 р. № 25-13

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 05 грудня 2026 р.

3. Вихідні данні до проекту (роботи)

1. Нормативна, довідкова, наукова та навчальна література з питань будівельної теплотехніки, улаштування й теплового захисту житлових будівель.

2. Кліматичні показники для аналізу теплової надійності огороджувальних конструкцій.

3. Район будівництва – м. Кропивницький.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) _

1. Розділ 1. Аналіз питання і задачі дослідження. 2. Розділ 2. Методика досліджень. 3. Розділ 3. Дослідження вузлів примикань віконних блоків з ПВХ до зовнішніх стін будівель. 4. Розділ 4. Архітектурно-будівельний. 5. Розділ 5. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

Мультимедійна презентація (не менше 20 слайдів), що ілюструють методику та результати досліджень, або плакати (не менше 10 шт.).

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Науково-дослідницький	*доцент Джирма С.О.*		
Архітектурно-будівельний	*доцент Джирма С.О.*		
Охорона праці	*доцент Дарієнко В.В.*		

7. Дата видачі завдання *01. 09. 2026 р.*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів магістерської роботи	Примітка
1	*Виконання науково-дослідницького розділу*	*01.09.-25.10.26*	
2	*Виконання архітектурно-будівельного розділу*	*25.10.-05.11.26*	
3	*Виконання розділу охорона праці*	*05.11.-15.11.26*	
4	*Оформлення графічної частини*	*15.11.-20.11.26*	
5	*Оформлення альбому документів*	*20.11.- 05.12.26*	

Студент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник магістерської роботи _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Гриб І. О. Підвищення теплотехнічної надійності вузлів примикання віконних блоків при термомодернізації існуючого житлового фонду (на прикладі м. Кропивницький). – Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія». – Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, 2026.

Представлена кваліфікаційна робота акцентована на пошуку раціонального монтажного положення світлопрозорих конструкцій для типової житлової забудови Кропивницького. Основну увагу зроблено на розрахунку глибини встановлення рам у зовнішніх огородженнях для мінімізації теплових втрат. Отримані результати спрямовані на скорочення втрат тепла крізь вузли примикання віконних блоків із прорізами, що безпосередньо впливає на сумарні енергетичні показники житлових будівель.

У роботі досліджено житловий фонд м. Кропивницького, який було споруджено на протязі 1960-2000 років. Авторка детально вивчила специфіку огороджувальних конструкцій із різних стінових матеріалів і їх теплотехнічні параметри, завдяки чому встановлено обсяги втрат тепла та визначено перспективні напрями термомодернізації будівель.

Окрему увагу зосереджено на моделюванні температурних полів у зонах сполучення металопластикових віконних блоків із фасадними елементами – керамічною цеглою, залізобетонними панелями та керамзито-бетонними блоками. Розрахунки виконано в середовищі THERM. Проаналізовано кілька схем позиціонування світлопрозорих виробів у віконному прорізі для кожної конструктивної схеми.

Данні проведених досліджень надають можливість знайти раціональне позиціонування світлопрозорих конструкцій у стіні, орієнтуючись на мінімізацію тепловтрат і довговічність монтажних стиків.

Ключові слова: теплотехнічна надійність, точка роси, віконні блоки, тепловтрати, температурні поля.

SUMMARY

Hryb I. O. Improving thermal performance of window unit junctions during thermal modernisation of the existing housing stock (using the city of Kropyvnytskyi as an example). – Master's qualification thesis specialist G19 «Construction and Civil Engineering». – Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, 2026.

This qualification thesis focuses on determining the optimal installation position for translucent structures (windows/glazing) within typical residential buildings in Kropyvnytskyi. The primary emphasis is placed on calculating the installation depth of window frames within the building envelope to minimize heat loss. The findings aim to reduce heat loss at the junctions between window units and wall openings, which directly impacts the overall energy performance of residential buildings.

The study examines the residential building stock in Kropyvnytskyi constructed between 1960 and 2000. The author conducted a detailed analysis of the building envelope structures comprising various wall materials and their thermal performance parameters. This analysis quantified heat losses and identified promising strategies for the thermal retrofitting of these buildings.

Particular attention is given to modeling temperature fields at the interfaces between PVC-frame windows and various facade elements, including ceramic brick, reinforced concrete panels, and expanded-clay concrete blocks. The calculations were performed using the THERM software. Several positioning configurations for the window units within the wall openings were analyzed for each structural type.

The results of this research provide a basis for determining the optimal placement of translucent structures within the wall, with a focus on minimizing heat loss and ensuring the durability of the installation joints.

Keywords: thermal reliability, dew point, window units, heat loss, temperature fields.

Формат	Зона	Позначення	Позначення	Найменування	Кільсть	Примітки
				Документація загальна		
				Знову розроблена		
А4			МР 25.G19.01 ПЗ	Пояснювальна записка	69	
				Огляд сучасного стану		
				проблеми та формування		
				дослідницьких завдань		
				Оцінка теплофізичних		
				характеристик монтажних		
				стиків світлопрозорих		
				блоків у отворах зовнішніх		
				стін		
А4				Архітектурно-будівельний		
				(Додаток А)	16	
А4				Охорона праці		
				(Додаток Б)	11	
А4				Ілюстративні матеріали		
				Мультимедійна презентація		
				з наочними поясненнями		
				методики і результатів		
				виконаних досліджень		
				(Додаток В)	21	

					МР 25.G19.01 ВМ			
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Гриб			Підвищення теплотехнічної надійності вузлів примикання віконних блоків при термомодернізації існуючого житлового фонду (на прикладі м. Кропивницький) Відомість магістерської роботи	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		Джирма				М		1
						ЦНТУ гр. БІ-25мз		
Н. контр.		Дарієнко						
Затвердив.		Яцун						

ВСТУП

Актуальність теми.

Значна частина вітчизняного житлового фонду зводилася впродовж 1950-1990-х років. Огороджувальні конструкції цих споруд переважно споруджували з керамзитобетону, цегляного мурування чи збірного залізобетону. Подібні об'єкти мають високу енергоємністю, спричиняючи суттєву втрату теплової енергії та супутні фінансові перевитрати мешканців на комунальні послуги.

У радянський період нормований показник термічного опору фасадів обмежувався величиною біля 1 м²·К/Вт. Чинні будівельні норми підвищили цей бар'єр орієнтовно втричі, встановивши цільовий діапазон на рівні 3,5-4,0 м^2·К/Вт [1]. Така значна відмінність між застарілими підходами та актуальними правилами суттєво занижує показники енергетичної спроможності наявного житла.

За оцінками фахівців [2], понад 70-80% багатоквартирного житла в Україні (так звані «хрущовки», «брежнєвки» та типові серії 1970-1980-х) проєктувалися в епоху дешевих енергоносіїв, де термомодернізація не була пріоритетом.

Стіни мають приблизно 30-40% тепловтрат. Решта тепла втрачається через застарілі вікна та балконні блоки (до 20-25%), вентиляційні канали (до 20-25%), дах (10-15%) і неопалювані підвали (5-10%).

«У структурі теплового балансу житлової будівлі тепловтрати через зовнішні огороджуючі конструкції є найбільшими, і у холодний період року становлять 20-30% від загальної кількості тепловтрат будівлі» [2].

Клаптикове утеплення окремих квартир («термолатковий» метод) створює містки холоду, призводить до появи конденсату та руйнування фасаду вздовж стиків. Технічно виправданим стандартом є суцільна термомодернізація всієї будівлі, що обов'язково включає встановлення індивідуального теплового пункту (ІТП) з погодним регулюванням, балансування гідравлічної системи та рекуперацію вентиляції.

Актуальним питанням сьогодення є реновація застарілих багатоквартирних будинків. Впровадження комплексного утеплення здатне помітно підвищити мікроклімат у приміщеннях, оптимізувати використання енергоресурсів і знизити фінансове навантаження під час оплати комунальних послуг.

Підвищені втрати теплової енергії на стиках та з’єднаннях споруди зазвичай виникають через специфічні провідні ділянки. Зокрема, значний відтік тепла фіксується крізь віконні й балконні блоки, що безпосередньо погіршує підсумкові показники енергоефективності об'єкта.

Через неякісні або морально застарілі склопакети й рами втрачається від 20% до 35% загального тепла будівлі. Заміна однокамерних чи дерев'яних радянських рам на енергозберігаючі двокамерні склопакети з аргоновим наповненням та і-склом (низькоемісійним напиленням) дозволяє скоротити ці тепловтрати більш ніж удвічі.

Світлопрозорі конструкції є лише частиною проблеми вузлових тепловтрат. Основні геометричні й конструктивні містки холоду виникають у місцях примикання віконних блоків до стін (укоси), по периметру фундаменту, а також на стиках панелей (для типових панельних будинків).

«Найбільш небезпечними з точки зору теплової надійності є вузли огороджуючих конструкцій – зони підвищеної теплопередачі» [3].

«З метою підвищення рівня теплоізоляції і комфортності існуючих житлових будівель в 1990 роках почалося масове застосування вікон з ПВХ

(полівінілхлоридних профілів) замість традиційних дерев'яних, що є значним резервом для економії енергетичних і природних ресурсів» [3].

Науково-практичний розгляд способів мінімізації втрат тепла через примикання світлопрозорих металопластикових блоків до огороджувальних конструкцій у житловому фонді Кропивницького демонструє високу прикладну цінність. Головним завданням такої роботи є скорочення теплоспоживання багатоквартирних існуючих будинків. Для вітчизняного сьогодення цей вектор набуває пріоритетного статусу, оскільки раціоналізація витрат енергоносіїв прямо визначає стабільність національного енергетичного сектору.

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

Дослідження здійснено в межах ключових наукових напрямів кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва ЦНТУ. Його тематика відповідає сучасним запитам житлового сектору будівництва та новітнім тенденціям інженерно-будівельної галузі.

Мета магістерської роботи.

Науково обґрунтувати раціональне положення світлопрозорих металопластикових конструкцій по товщині огородження для типової житлової забудови (на прикладі м. Кропивницького), спрямоване на мінімізацію тепловтрат і оптимізацію теплофізичних параметрів монтажних стиків.

Задачі дослідження:

- здійснити огляд житлового й громадського фонду м. Кропивницького, введеного в експлуатацію впродовж 1960-2000 років. Класифікувати конструктивні схеми огороджувальних конструкцій і встановити номенклатуру стінових матеріалів, а також проаналізувати їх фактичні

показники теплотехнічних характеристик та визначити поточний рівень їхнього енергоспоживання;

- здійснити огляд фахової науково-технічної літератури та нормативних джерел у галузі термомодернізації огороджувальних конструкцій. Визначити передові інженерні рішення, матеріали й розрахункові підходи, орієнтовані на мінімізацію тепловтрат споруд;

- оцінити температурні поля та локальні витоки тепла крізь вузли сполучення світлопрозорих конструкцій із неоднорідними стіновими системами. Виявити критичні чинники, що формують опір теплопередачі монтажних швів і суміжних шарів кладки.

- сформувати практичні інженерні рішення з оптимізації термоізоляції пройомів віконних блоків із полівінілхлориду для житлового фонду Кропивницького з урахуванням кліматичних умов регіону;

- спроєктувати архітектурно-будівельну частину 9-поверхової багатоквартирної будівлі, застосувавши обґрунтовані енергоощадні вузли примикань віконних конструкцій до зовнішньої оболонки будівлі.

Об’єкт дослідження – підвищення показників енергозбереження існуючого житлового сектору, представленого типовим дев’ятиповерховим багатоквартирним будинком.

Предмет дослідження – теплофізичні показники монтажних зон металопластикового скління з огороджувальними конструкціями.

Методи дослідження.

Методологічну основу роботи становить системний підхід, що поєднує теоретичні узагальнення, числові розрахунки та плануванні експерименту. Теоретичну частину реалізовано за допомогою методів наукової індукції, дедукції, порівняння та класифікації під час аналізу чинної науково-технічної

бази й нормативних документів. Розрахунково-аналітичний етап складається з алгоритмів математичного моделювання для відтворення поведінки досліджуваних об'єктів під впливом експлуатаційних факторів.

Наукова та технічна новизна одержаних результатів:

- Сформовано масив розрахункових показників, що дозволяє визначити раціональну глибину встановлення світлопрозорих конструкцій у зовнішніх огородженнях із прив’язкою до конструктивної схеми споруди, характеристик стінових матеріалів і регіонального клімату.

- Мінімізація локальних тепловтрат у примиканнях гарантує нормативні санітарно-гігієнічні параметри внутрішнього середовища та скорочує експлуатаційні енерговитрати на опалення й кондиціонування.

- Запобігання випаданню конденсату на внутрішніх поверхнях блоку усуває ризик утворення плісняви, що безпосередньо подовжує безремонтний ресурс вузлів і будівлі загалом.

Практичне значення.

Положення світлопрозорих конструкцій у прорізі безпосередньо обумовлене характеристиками огороджувальних елементів: геометричними розмірами перерізу та структурою стінових матеріалів. Важливу роль відіграє температурно-вологісний режим конкретної будівельної зони. Комплексний аналіз зазначених чинників гарантує мінімізацію тепловтрат, нормативну термомодернізацію та раціональне енергоспоживання споруди.

Особистий внесок автора.

У межах науково-дослідної роботи автором виконано обґрунтування раціонального розташування віконних блоків у товщі зовнішніх огороджувальних конструкцій з урахуванням їхнього матеріальне виконання.

Сформульовані практичні вказівки дають змогу мінімізувати теплові витоки, підвищуючи сумарні показники енергетичної ефективності споруди. Застосовано практичний інженерний підхід: на базі розрахункових висновків створено об'ємно-просторові, планувальні та технологічні рішення для проєкту 9-поверхової житлової будівлі.

Розділ 1

ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЗАВДАНЬ

1.1 Аналіз технічного зносу та експлуатаційного ресурсу житлового фонду міста Кропивницького

«Біля 95% житла в багатоквартирних будинках м. Кропивницький – це квартири в типових (серійних) будинках» [4, 5].

«Серійними вважаються будівлі, що побудовані по одному типовому проекту і мають подібні технічні характеристики, інженерні комунікації, планування квартир і зовнішній вигляд» [6, 7].

У Кропивницькому до типової забудови належать не лише будинки основними конструкціями є панелі чи блоки, але й будинки з цегли, зведені впродовж 1960-2000 років.

Житловий фонд, споруджений між 1930-ми та 2000-ми роками, умовно можна розмежовувати за трьома епохами.

«Сталінки» – монументальні споруди міжвоєнного та повоєнного часу отримали назву на честь Й.В. Сталіна. Вони вирізняються просторими житловими приміщеннями, значною висотою перекриттів і виразним оздобленням фасадів.

«Сталінки» зосереджені переважно в історичному центрі, вздовж вулиць Великої Перспективної, Театральної, Шевченка, а також у районі залізничного вокзалу.

«Хрущовки» – зразки швидкого індустріального домобудівництва середини XX століття. Їх проєктували, тому що міста СРСР мали гострий дефіцит осель і відповідно вони отримали суворо обмежені метражі, однотипні планувальні схеми та нерідко компромісну якість матеріалів.

Хрущовські будинки зводились по ініціативі М.С. Хрущова, і до кінця його правління, з 1956 по 1964 рр. Однак в багатьох регіонах СРСР вони будувалися аж до 1972 р., а в деяких регіонах і – до середини 1980-х рр [7].

«Хрущовки» сформували перші черги повоєнної індустріалізації (райони вулиці Полтавської, частини проспекту Університетського, проспекту Винниченка).

«Брежнєвки» – наступний етап розвитку радянських мікрорайонів. Вони зберегли масовий характер зведення, проте отримали комфортніші планувальні рішення, роздільні санвузли та привабливіший зовнішній вигляд.

Брежнєвські типові серії будинків, отримали свою назву від імені Генерального секретаря ЦК КПРС, Л.І. Брежнєва, вони проектувались з 1964 р. по початок 1980-х рр.

«Брежнєвки» та пізні панельні багатоповерхівки визначили вигляд спальних районів: Попова, Жадова, Бєляєва (Космонавтів), Пацаєва та Олексіївки.

Пізніші серії (кінець 1980-х – 1990-ті): окремо виділяють так звані «покращені планування» («чешки», серія КТ, модифіковані дев'яти- й десятиповерхівки), де з'явилися просторі кухні (від 8-9 м^2), хол-коридори, лоджії замість балконів і вантажопасажирські ліфти.

Кожен із вище перерахованих типів житлових будівель характеризується сукупністю ознак, які визначають його архітектурно-планувальне рішення, рівень комфортності проживання та експлуатаційні властивості. Відмінності між ними виявляються у конфігурації будівель, організації внутрішнього простору, площі приміщень, особливостях інженерного обладнання та ступені забезпечення побутових потреб мешканців. Важливе значення також мають рівень природного освітлення, ефективність теплоізоляції, звукоізоляційні характеристики й раціональність використання корисної площі.

Будинки «Сталінки» чітко розмежовують за призначенням та якістю виконання:

Номенклатурні (елітні) будинки:

- Зводилися для керівного складу, інженерної та партійної еліти, професури.

- Розташовані вздовж центральних проспектів, площ та магістральних вулиць.

- Індивідуальні проєкти з багатим декором фасадів (руст, карнизи, пілястри, балюстради).

- На поверсі зазвичай лише 2-3 квартири великої площі з просторими холами, кабінетами, роздільними санвузлами та кімнатами для прислуги.

Рядові (серійні або робітничі):

- Масово споруджувалися у повоєнні роки (кінець 1940-х – 1950-ті) поблизу промислових зон, вокзалів та у складі робітничих селищ.

- Поверховість – переважно 2-5 поверхів (серії 1-200, 1-228, 1-255 тощо).

- Спрощене фасадне декорування або його повна відсутність.

- Часто проєктувалися під покімнатне заселення (гуртожитки чи комунальні квартири) без ванних кімнат у первинному проєкті.

Конструктивні характеристики будинків та планувальні параметри квартир будинків «Сталінки» представлені в таблицях 1.1 і 1.2.

Зображення «Сталінки» показано на рис. 1.1 і 1.2.

Експлуатаційні особливості.

Переваги:

1. Висока звукоізоляція та мікроклімат: Масивна цегла гасить повітряний шум і згладжує коливання температури (влітку прохолодно, взимку довго тримає тепло).

Таблиця 1.1 – Конструктивні характеристики будинків «Сталінка».

Конструктивний вузол / Елемент	Матеріали та технічне виконання	Інженерні особливості та характеристики
Фундаменти	Стрічкові з бутового каменю, бутобетону або великорозмірних бетонних блоків	Масивна конструкція з великим запасом несучої здатності; розрахована на суттєву вагу цегляного остова.
Зовнішні стіни	Повнотіла керамічна (червона) або силікатна цегла	Товщина 510-640 мм (2-2,5 цегли). Висока теплоінерційність і відмінна міжквартирна/фасадна шумоізоляція.
Внутрішні несучі стіни	Капітальна цегляна кладка	Товщина 380-510 мм. Схема з поздовжніми або поперечними несучими стінами.
Міжкімнатні перегородки	Дерев'яні щити/каркаси з дранкою та вапняно-гіпсовою штукатуркою; одинарна цегла (рідше гіпсошлакові блоки)	Не несучі конструкції завтовшки 80–150 мм. Легко демонтуються, але схильні до осипання штукатурки та тріщин.
Міжповерхові перекриття	До початку 1950-х рр.: - дерев'яні бруси з накатом із дошок та шлаковою підсипкою; - змішані: металеві двотаври з дерев'яним або монолітним заповненням; З 1953-1955 рр.: - збірні залізобетонні багатопустотні чи ребристі плити	Дерев'яні балки вимагають ретельної перевірки на біопошкодження та прогин; не допускають влаштування важких мокрих цементно-піщаних стяжок без розрахунку/посилення.
Покрівля та дах	Дерев'яна кроквяна система; покриття – листова фальцева сталь або хвилястий азбестоцемент (шифер)	Скатної форми з холодним просторим горищем; вимагає періодичного обслуговування крокв і вентиляції під покрівельного простору.
Сходи та сходові клітки	Збірні залізобетонні марші або окремі кам'яні/мозаїчні сходинки по сталевих косоурах	Широкі сходові клітки (1,2-1,5 м) з пологим кутом підйому та просторими майданчиками.

2. Гнучкість планування: Більшість перегородок усередині квартири не несуть навантаження від вищих поверхів, що дає змогу об'єднувати простори або коригувати кімнати.

3. Міцність капітальних конструкцій: Розрахунковий нормативний термін служби цегляного остова становить 125-150 років.

Таблиця 1.2 – Планувальні параметри квартир будинків «Сталінки».

Параметр планування	Номенклатурні (елітні) будинки	Рядові (серійні / робітничі) будинки
Висота приміщень (у чистоті)	3,20 – 3,80 м	2,95 – 3,20 м
Загальна площа: 1-кімнатні	42 – 50 м^2	32 – 38 м^2
Загальна площа: 2-кімнатні	58 – 72 м^2	45 – 54 м^2
Загальна площа: 3-кімнатні	75 – 95+ м^2	60 – 72 м^2
Загальна площа: 4-кімнатні+	100 – 140+ м^2	Зустрічаються рідко (часто як колишні комуналки)
Площа кухні	10,0 – 15,0 м^2	7,0 – 9,0 м^2
Конфігурація санвузлів	Роздільні, просторі ванни (часто з вікном); у великих квартирах – додатковий туалет	Роздільні або суміжні; у ранніх повоєнних серіях ванна могла бути не передбачена
Передпокої та коридори	Квадратні або Т-подібні просторі холи (10-16 м^2)	Вузькі або кутові коридори (5-8 м^2), нерідко з антресолями
Допоміжні приміщення	Комори, вбудовані шафи, кімнати для хатнього персоналу (прислуги)	Невеликі вбудовані ніші або шафи
Віконні прорізи	Збільшені (висота 1,9-2,2 м), широкі підвіконня (50-60 см)	Стандартні або видовжені (висота 1,7-1,9 м), масивні підвіконня
Вентиляція та опалення	Індивідуальні вентканали в капітальних стінах, димоходи для газових/дров'яних колонок, іноді камінні шахти	Індивідуальні вентканали на кухні та в санвузлі, газові колонки

Недоліки:

1. Дерев'яні балки перекриттів: Головне вразливе місце будинків до 1953-1954 років. З роками деревина зазнає біоураження, гниття у мокрих зонах (санвузли, кухні) та втрачає несучу здатність під дією локальних перевантажень (заборонено заливати масивні важкі бетонні стяжки без заміни чи підсилення металом).

2. Зношення інженерних комунікацій: Старі чавунні та сталеві магістралі, високе навантаження на електропроводку, яка спочатку розраховувалася на споживання до 1,5-2 кВт на всю квартиру.

3. Стан дранкованих перегородок: Стара штукатурка з вапняно-гіпсових сумішей по дерев'яній дранці часто втрачає адгезію, утворює тріщини та потребує повного демонтажу до чистого остова під час капітального ремонту.



Рисунок 1.1 – "Сталінка".

«Хрущовки» – це типові багатоквартирні житлові будинки першого покоління індустріального домобудівництва, масове зведення яких почалося після постанови 1955 року «Про усунення надмірностей у проєктуванні та будівництві» і тривало з кінця 1950-х до середини 1970-х років (а в окремих модифікаціях – до початку 1980-х)» [6].



Рисунок 1.2 – "Сталінка".

Головним завданням епохи було максимальне здешевлення собівартості квадратного метра та розселення людей з комуналок і бараків в індивідуальні квартири за мінімальний термін монтажу.

За матеріалом несучих конструкцій «Хрущовки» можна поділити на три основні види: панельні (найбільш проблемні за тепло- й звукоізоляцією), блочні (з великих шлако- або керамзитобетонних блоків) та цегляні (найбільш комфортні й довговічні).

Конструктивні характеристики будинків та планувальні параметри квартир будинків «Хрущовки» представлені в таблицях 1.3 і 1.4.

Таблиця 1.3 – Конструктивні характеристики будинків «Хрущовки».

Конструктивний вузол / Елемент	Матеріали та технічне виконання	Інженерні особливості та характеристики
Фундаменти	Стрічкові зі збірних з/б блоків (ФБС) на подушках або монолітні стрічкові бутобетоні	Прості заглиблені конструкції, розраховані на помірну вагу 4-5 поверхів.
Зовнішні стіни	*Панельні серії (1-464, 1-480 тощо):* одношарові керамзитобетонні (300-350 мм) або тришарові залізобетонні панелі з утеплювачем (мінераловатні плити або фіброліт 200-250 мм) *Цегляні серії (1-447, 1-438):* силікатна або глиняна цегла товщиною 380-510 мм *Блочні серії:* великі шлакобетонні блоки товщиною 400-500 мм	Панельні фасади мають критично низький опір теплопередачі ($R \approx$ 0,6-0,8 м^2·К/Вт при сучасній нормі для І температурної зони України *Rq* = 4,0). Стики панелей – зона ризику промерзання й продування.
Внутрішній несучий остов	*Серія 1-464:* перехресно-стінова схема з «малим кроком» несучих стін (2,6 і 3,2 м) *Серія 1-480, 1-438, 1-447:* схема з трьома поздовжніми несучими стінами (дві зовнішні + одна центральна)	У будинках із перехресно-стіновою схемою майже всі внутрішні стіни товщиною 120–140 мм є несучими. У будинках із поздовжніми стінами (1-447) поперечні перегородки – не несучі.
Міжкімнатні перегородки	Гіпсобетонні прокатної технології, шлакобетонні плити або цегляна кладка на ребро (товщ. 60-80 мм)	Мають мінімальну звукоізоляційну здатність (*Rw* ≈ 36-40 дБ).
Міжповерхові перекриття	*У панельних із малим кроком:* суцільні залізобетонні плити товщиною 120 мм («на кімнату») *У цегляних із поздовжніми стінами:* збірні пустотні з/б плити товщиною 220 мм	Суцільні тонкі плити 100-120 мм добре працюють на вигин, але практично не гасять ударний і низькочастотний повітряний шум.
Покрівля та дах	Суміщена безгорищна рулонна (бітумна) плоска покрівля з внутрішнім або організованим зовнішнім водостоком; рідше – низький шатровий дах із шиферу без технічного поверху	Суттєвий недолік верхніх (5-х) поверхів: улітку покрівля нагрівається і нагріває перекриття, узимку є містком холоду.
Сходові клітки	Збірні залізобетонні марші з інтегрованими майданчиками (поверховими та проміжними)	Вкрай компактні сходові клітки (ширина маршу 0,9-1,05 м).
Ліфти / Сміттєпровід	Відсутні за будівельними нормами того часу (не передбачалися для будівель нижче 6 поверхів)	Знижувало вартість будівництва, але створило бар'єр для маломобільних груп населення.

Таблиця 1.4 – Планувальні параметри квартир будинків «Хрущовки».

Параметр планування	Панельні типи (1-464, 1-480)	Цегляні типи (1-447, 1-438)
Висота стелі (у чистоті)	2,48 – 2,55 м (рідше 2,50 м)	2,50 – 2,60 м
1-кімнатні квартири	28 – 32 м^2 (житлова 15-18 м^2)	30 – 34 м^2 (житлова 16-19 м^2)
2-кімнатні квартири	40 – 46 м^2 (житлова 26-31 м^2)	41 – 45 м^2 (житлова 27-30 м^2)
3-кімнатні квартири	54 – 59 м^2 (житлова 37-42 м^2)	55 – 60 м^2 (житлова 38-44 м^2)
4-кімнатні квартири	62 – 72 м^2 (вкрай рідкісні)	60 – 68 м^2 (вкрай рідкісні)
Площа кухні	5,0 – 5,8 м^2	5,5 – 6,2 м^2
Конфігурація кімнат	Переважно суміжні («трамвайчик» або прохідна зала, з якої йде вхід у спальню); ізольовані зустрічаються рідко	Частіше суміжно-ізольовані або прохідні
Санвузли	Суміжні (ванна 1,2-1,5 м + унітаз + компактний рукомийник на 2,2-3,0 м^2); розроблялися як монолітні сантехкабіни	Переважно суміжні, у трикімнатних варіантах – іноді роздільні
Передпокої та коридори	Вкрай стиснуті (2,5-4,5 м^2), нерідко ширина проходу не перевищує 0,9-1,0 м	Вузькі, прямокутної форми
Балкони	Консольні відкриті залізобетонні плити (завширшки 0,8 м), защемлені в кладку або панель. Починаються з 2-го поверху	Консольні залізобетонні плити з металевою огорожею

Експлуатаційні особливості.

Переваги:

1. Зелені мікрорайони: Норми інсоляції та пожежні розриви для 5-поверхової забудови передбачали широкі міждворові відстані з великою кількістю дорослих дерев і скверів.

2. Низька щільність заселення: 15-20 квартир у під'їзді, що суттєво зменшує паркувальне й побутове навантаження на прибудинкову інфраструктуру.

3. Легкість перепланування в цегляних модифікаціях (серії 1-447): Відсутність несучих перегородок усередині квартири дає змогу

безперешкодно об'єднувати кухню з вітальнею (за умови електроплити або відповідного узгодження дверей при газопостачанні) чи розширювати санвузол за рахунок коридору.

Недоліки:

1. Проблеми теплоізоляції та герметичності стиків: Одношарові керамзитобетонні панелі та міжпанельні шви з часом зазнали деструкції (руйнування гернітових шнурів, тріщини в цементному розчині зачеканки). Будинки потребують суцільного фасадного утеплення.

2. Категорична заборона демонтажу стін у панельних будинках (серія 1-464): Через тонку перехресно-стінову схему будь-яке вибивання стіни веде до перерозподілу зусиль і ризику прогресуючого руйнування перекриттів вищих поверхів.

3. Аварійний стан балконів: Консольне защемлення балконних плит без опор зазнає корозії робочої арматури через вологу, особливо якщо плити тривалий час експлуатувалися без гідроізоляції та скління.

4. Вичерпаний ресурс внутрішньобудинкових мереж: Тонкі стояки чавунної каналізації, зарослі іржею сталеві водопровідні труби та застаріла алюмінієва проводка (перерізом 1,5-2,5 мм^2), не призначена для потужної сучасної техніки (бойлери, індукційні плити, кондиціонери).

Зображення «Хрущовки» показано на рис. 1.3-1.5.

«Брежнєвки» – це житловий фонд другого покоління індустріального будівництва, що масово зводився із середини 1960-х до кінця 1980-х років (а окремі будівлі добудовувалися в 1990-х).

Цей етап виділявся роботою над помилками попередньої епохи: держава відійшла від жорсткої мінімізації габаритів, зробивши ставку на вертикалізацію міст (перехід від 5 до 9, 12, 14 і 16 поверхів), підвищення інженерної оснащеності та впровадження комфортніших стандартів побуту.



Рисунок 1.3 – Блочна «Хрущовка».



Рисунок 1.4 – Панельна «Хрущовка».



Рисунок 1.5 – Цегляна «Хрущовка».

Конструктивна база брежнєвського періоду суттєво розширилася: з’явилися вдосконалені керамзитобетонні панелі більшої товщини, каркасно-панельні схеми та розгалужені серії багатоповерхових споруд із силікатної або керамічної цегли.

Конструктивні характеристики будинків та планувальні параметри квартир будинків «Хрущовки» представлені в таблицях 1.5 і 1.6.

Таблиця 1.5 – Конструктивні характеристики будинків «Брежнєвки».

Конструктивний вузол / Елемент	Матеріали та технічне виконання	Інженерні особливості та характеристики
Фундаменти	Пальові поля зі збірними або монолітними залізобетонними ростверками; у 5-поверхових серіях – стрічкові залізобетонні з блоків ФБС на армованих подушках	Забезпечують стабільність конструкції при значних навантаженнях від будинків підвищеної поверховості (9-16 поверхів).
Зовнішні стіни	*Великопанельні серії (наприклад, 111-96, 111-134, БПС):* одношарові керамзитобетонні панелі (товщиною 300-350 мм) або тришарові з/б панелі з ефективним пінополістирольним чи мінераловатним прошарком; *Цегляні серії (1-447С, 87 тощо):* кладка з силікатної або керамічної цегли (товщина 510-640 мм)	Опір теплопередачі панелей зріс порівняно з ранніми типами ($R \approx$ 1,0-1,2 м^2·К/Вт), однак вони все ще далекі від сучасних вимог енергоефективності. Застосовано покращені герметизуючі мастики та гумові компенсатори в міжпанельних стиках.
Внутрішній несучий каркас	*Панельні модифікації:* збірна залізобетонна перехресно-стінова система з «великим кроком» несучих стін (переважно 3,0 і 3,6 м, рідше до 6,0 м) *Цегляні модифікації:* поздовжні або поперечні капітальні стіни товщиною 380-510 мм	Збільшення кроку стін дозволило нарешті відмовитися від вузьких кімнат-пеналів та сформувати пропорційні прямокутні й квадратні простори.
Міжповерхові перекриття	*У панелях:* суцільні важкі залізобетонні плити товщиною 140-160 мм *У цеглі:* збірні круглопустотні залізобетонні панелі товщиною 220 мм	Значно покращена ізоляція від повітряного шуму завдяки зростанню маси перекриття та наявності технологічних повітряних пустот у цегляних будинках.
Покрівля та горище	Рулонна пласка покрівля з обов'язковим технічним поверхом (теплим або холодним горищем) та внутрішнім водостоком	Поява технічного поверху вирішила основний недолік 5-ти поверхів: верхній житловий рівень більше не перегрівається влітку та захищений від прямих протікань при пошкодженні покрівельного килима.
Вертикальні комунікації	Пасажирські ліфти вантажопідйомністю 320-400 кг (у будинках від 9 поверхів) або комбінація з вантажопасажирським ліфтом 630 кг (у будинках від 12 поверхів)	Наявність сміттєпроводів на міжповерхових майданчиках (із завантажувальними клапанами) та ширші, пологі сходові марші (від 1,05 до 1,20 м).

Таблиця 1.6 – Планувальні параметри квартир будинків «Брежнєвки».

Параметр планування	Панельні 9- та 10-поверхівки (типу 96-ї серії)	Покращені модифікації («чеський проєкт», серія КТ)	Цегляні багатоповерхівки (типу 87-ї серії)
Висота стелі	2,50 – 2,55 м	2,55 – 2,65 м	2,50 – 2,60 м
1-кімнатні квартири	34 – 38 м^2 (житлова 17-19 м²)	38 – 42 м^2 (житлова 18-20 м²)	33 – 37 м^2 (житлова 17-19 м²)
2-кімнатні квартири	48 – 54 м^2 (житлова 28-32 м²)	52 – 58 м^2 (житлова 30-34 м²)	48 – 53 м^2 (житлова 28-31 м²)
3-кімнатні квартири	63 – 70 м^2 (житлова 40-44 м²)	68 – 76 м^2 (житлова 42-46 м^2)	60 – 66 м^2 (житлова 38-42 м^2)
4-кімнатні квартири	74 – 86 м^2 (розпашні, на 2 боки)	82 – 92 мм (із двома санвузлами)	70 – 78 м^2
Площа кухні	7,5 – 8,8 м^2	8,5 – 10,5 м^2	7,0 – 8,5 м^2
Конфігурація кімнат	Роздільні (ізольовані); у 3-4-кімнатних квартирах планування часто двостороннє («розпашонка»)	Повністю ізольовані кімнати з виходом у просторий центральний хол	Переважно ізольовані
Санвузли	Роздільні (туалет 0,9-1,2 м^2 + ванна кімната 2,5-3,2 м^2 із можливістю монтажу стандартної ванни довжиною 1,70 м)	Роздільні, з додатковим простором під монтаж пральної машини	Роздільні; стояки винесені в технологічні шахти за межі житлових кімнат
Вхідна група та холи	Квадратні або Г-подібні передпокої (6-9 м^2), з’являються місця під повнорозмірні шафи-купе	Великі квадратні холи (до 10-12 м^2), мінімум прохідних вузьких коридорів	Вузькі, проте достатні для розміщення гардероба (5-7 м^2)
Літні приміщення	Глибокі лоджії (глибина 1,2-1,5 м), що спираються на несучі бічні стіни, або широкі балкони	Видовжені лоджії на всю ширину двох приміщень (довжина до 6 метрів)	Переважно балкони або комбіновані лоджії

Експлуатаційні особливості.

Переваги:

1. Збалансованість метражів: Площі квартир оптимальні для комфортного життя без надлишкових витрат на опалення в зимовий період.

2. Якісна звукоізоляція підлог: Товстіші суцільні або пустотні плити значно ефективніше відсікають побутовий шум від сусідів зверху та знизу.

3. Наявність ліфтового обладнання: Зручність для сімей з дітьми, літніх мешканців та маломобільних груп.

Недоліки:

1. Складність або неможливість перепланування в панельних версіях:

У серіях із перехресно-стіновою схемою (зокрема 96-й) практично всі внутрішні стіни – залізобетонні товщиною 140-160 мм. Їх демонтаж категорично заборонений будівельними нормами. Максимум, що допускається після технічної експертизи – вирубування стандартного дверного прорізу з обов'язковим обрамленням сталевою прокатною рамою (швелерами або кутниками).

2. Зношення залізобетонних фасадних швів:

Попри кращу гідроізоляцію порівняно з першим поколінням панелей, через десятиліття експлуатації мастика висихає, що призводить до точкового промерзання кутів і появи плісняви без зовнішнього термомодернізаційного шару.

3. Електромережі на межі ресурсу:

Хоча проводка розраховувалася на дещо вищі норми, ніж у 1950-х роках, вона все ще виконувалася з алюмінієвого дроту. Сучасне навантаження (інверторні спліт-системи, посудомийні машини, накопичувальні водонагрівачі) вимагає повної заміни на мідний кабель (ВВГнг / ВВГнг-LS) з установкою реле напруги та ПЗВ.

Зображення «Брежнєвки» показано на рис. 1.6-1.8.





Рисунок 1.6 – Блочна «Брежнєвки».





Рисунок 1.7 – Панельна «Брежнєвки».





Рисунок 1.8 – Цегляна «Брежнєвки».

Ключовим недоліком житла періодів масової радянської забудови («хрущовок» та «брежнєвок») залишається низький опір теплопередачі огороджувальних конструкцій. Значні втрати тепла критично погіршує показники енергоефективності таких будівель, спричиняючи перевитрати енергоресурсів на мікроклімат: прогрів осель узимку та кондиціонування в літню спеку. Водночас виникають проблеми підвищеної вологості і, як наслідок дискомфорту для мешканців. Комплексна термомодернізація інженерних вузлів є обов'язковою умовою для приведення цього фонду до прийнятних експлуатаційних норм.

1.2 Сучасні нормативні положення щодо підвищення теплової ефективності сучасних об’єктів

«Проектування теплоізоляційної оболонки будинку базується на фундаментальних дослідженнях радянської школи будівельної теплофізики таких видатних вчених, як О.А. Власов, К.Ф. Фокш, А.В. Ликов, В.І. Ільїнський, М.А. Міхєєв та інших» [8]. «В Україні енергоефективність запроваджена Г.Г. Фаренюком у співавторстві з Л.Ф. Черних, М.В. Савицьким, Т.Д. Нікіфоровою, А.Ф. Строєм, О.В. Сергійчуком, С.Л. Фоміним, М.В. Тимофєєвим та іншими» [9].

Оптимізація та підвищення теплотехнічних параметрів споруд разом із використанням резервів ресурсозбереження вимагають значної структурної перебудови всього будівельного сектору. Зазначена трансформація охоплює не лише інженерно-виробничі новації, але й трансформацію регуляторного середовища. Вирішальне значення набуває формування засобів заохочення, що активізують інтеграцію ресурсозберігаючих розробок у практику.

Насамперед слід сформувати результативні регуляторні, фінансові, техніко-нормувальні й юридичні засоби впливу. Їхня мета – направити будівельну індустрію на мінімізацію втрат енергоносіїв поряд із

нарощуванням споживання ресурсів. Подібні кроки передбачають актуалізацію показників енергетичної результативності, масштабування безвуглецевих генерацій та моніторинг виконання природоохоронного регламенту.

Упродовж останніх років нормативні критерії термомодернізації об'єктів нерухомості зазнали суттєвого реформування. Яскравим свідченням цього виступає затвердження оновленої вітчизняної будівельної стандартизації, орієнтованої на мінімізацію тепловтрат споруд різноманітного функціонального призначення [1, 9, 10]. Цей напрямок інтегрується у загальносвітовий курс на ресурсозбереження та кліматичну безпеку, якого наразі дотримується передова міжнародна спільнота.

1.3 Оцінка тепловтрат через огороджувальні частини житлових будинків

Тепловтрати будівлі – це сумарна кількість теплової енергії, яку споруда передає в навколишнє середовище в холодний період року. Загальний баланс витоку тепла розподіляється між різними елементами зовнішнього контуру будівлі.

Структура тепловтрат у типовому будинку (рис. 1.9).

1. Зовнішні стіни (30-40%): Мають найбільшу площу контакту з холодним повітрям. Основні втрати зумовлені недостатньою товщиною стінового матеріалу, відсутністю зовнішнього термоізоляційного шару або наявністю «містків холоду» (бетонні перемички, кути будівлі, армопояси).

2. Світлопрозорі конструкції – вікна та двері (20-30%): Вважаються найбільш вразливими зонами контуру. Витік відбувається як через радіаційне випромінювання та теплопровідність склопакета/профілю, так і через інфільтрацію холодного повітря крізь нещільні прилягання стулок і монтажні шви.

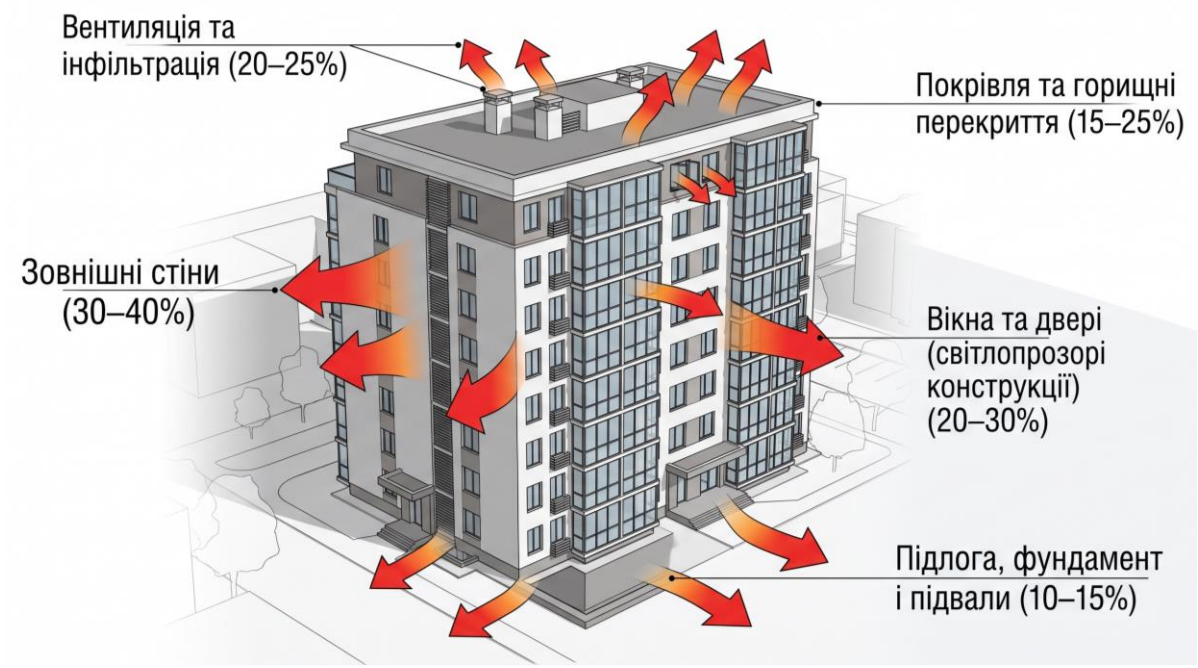


Рисунок 1.9 – Структура тепловтрат у типовому житловому будинку.

3. Вентиляція та інфільтрація (20-25%): Природний повітрообмін виводить нагріте повітря назовні. Без систем рекуперації тепла цей канал часто зрівнюється за масштабом із втратами через стіни.

4. Покрівля та горищні перекриття (15-25%): Оскільки тепле повітря легше за холодне і підіймається вгору (конвекція), зона даху зазнає найбільшого температурного навантаження. Неякісне утеплення тут призводить до швидкого охолодження верхніх поверхів.

5. Підлога, фундамент і підвальні приміщення (10-15%): Контакт ґрунту або неопалюваного цоколя з перекриттям першого поверху спричиняє постійний відтік тепла вниз за рахунок прямої теплопровідності.

Нормативні параметри теплозахисту в Україні.

«Вимоги до теплотехнічних характеристик огороджувальних елементів будівель на території України встановлюються положеннями ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»» [1]. Зазначений

документ зобов'язує проєктувальників дотримуватися встановлених граничних значень термоізоляції для двох кліматичних районів:

- I температурна зона (більшість областей України з більш суворими зимовими умовами);

- II температурна зона (південні регіони: Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька області, Закарпаття та АР Крим).

Таблиця 1.7 – Гранично допустимі показники опору теплопередачі $R_{q,min}$·(м^2·К/Вт) [1].

Різновиди огороджувальної конструкції	I кліматична зона	II кліматична зона
Зовнішні стіни	4,00	3,50
Суміщені покрівлі, перекриття мансард	6,00	5,50
Перекриття холодних горищних приміщень	4,95	4,50
Цокольні перекриття над підвалами	3,75	3,30
Світлопрозорі конструкції (вікна, дверні блоки балконів)	0,90	0,75
Зовнішні вхідні двері	0,60	0,50

Аналіз практичної реалізації сучасних будівельних норм свідчить про суттєву нерівномірність у досягненні енергоефективності різними конструкціями будинку. Сучасні стінові конструкції відповідають актуальним нормативним вимогам щодо опору теплопередачі. Завдяки широкому впровадженню високоефективних утеплювачів (базальтової мінеральної вати, пінополістиролу, PIR-панелей тощо) у системах вентильованих і штукатурних фасадів, а також використанню поризованої кераміки та автоклавного газобетону достатньої товщини, забезпечити

нормативний опір зовнішньої стіни на рівні $R_{q,min}$ = 4,0 м^2·К/Вт стало стандартним інженерним завданням.

Світлопрозорі конструкції залишаються найбільш критичною та проблемною частиною теплозахисного периметра будівлі. Навіть сучасні двокамерні склопакети із заповненням інертним газом та двома енергозберігаючими напиленнями за своїми ізоляційними можливостями у 4-5 разів поступаються добре утепленій стіні.

«Виходячи з різних оцінок, основна кількість тепловтрат житлових і громадських будівель припадає саме на світлопрозору частину фасаду, віконні прорізи та складає близько 30% усіх теплових втрат будівлі» [11].

Особливої уваги під час проєктування та монтажу потребують вузли сполучення віконних блоків із капітальною частиною стіни. Саме на стику різних за щільністю, паропроникністю та структурою матеріалів найчастіше формуються лінійні "містки холоду". Недотримання технології тришарової герметизації монтажного шва (із застосуванням пароізоляційних внутрішніх і гідроізоляційних паропроникних зовнішніх стрічок) призводить до зволоження монтажної піни конденсатом, її руйнування та локального промерзання конструкції примикання.

1.4 Класифікація й технічна будова світлопрозорих стінових огороджень

У будівельній практиці прозорі елементи стінових отворів відносять до категорії захисних бар’єрів споруди. Їхнє базове призначення полягає в забезпеченні доступу денного світла до житлових чи робочих зон. Водночас вони гарантують візуальний контакт із довкіллям, формуючи психологічний комфорт і відчуття єдності з ландшафтом.

До цієї групи відносяться класичні віконні системи, фасадне скління, зенітні ліхтарі та панорамні галереї. Під час їх розрахунку враховують

наступні вимоги: візуальну привабливість, збереження тепла, акустичний захист і показники енергозбереження всієї будівлі.

Будь-який проріз у перекритті чи фасаді відіграє роль багатоцільового інженерного вузла. Він одночасно відповідає за інсоляцію, надходження свіжого повітря, шумозахист та бар'єр від кліматичних опадів. Базова структура такого комплексу охоплює підготовлений отвір з укосами, засклений блок, контур ізоляції стиків, внутрішню підвіконну плиту та зовнішній злив для вологи.

Основні вимоги до сучасних віконних систем:

1. Забезпечення нормативного рівня природної освітленості (інсоляція)

- Світлопропускання: Профільні системи та склопакети повинні гарантувати достатній коефіцієнт природного освітлення (КПО) у внутрішніх зонах відповідно до призначення приміщення (житлове, навчальне, офісне чи виробниче).

- Оптична якість: Скло має забезпечувати мінімальне викривлення світлового потоку, високий індекс передачі кольору (Ra) та відсутність оптичних аберацій чи відблисків.

- Баланс площі скління: Співвідношення світлопрозорої частини до площі підлоги обирається з урахуванням орієнтації будівлі за сторонами світу для запобігання надмірному затіненню або, навпаки, засліпленню.

2. Висока теплоізоляція та енергоефективність

Опір теплопередачі: Віконні блоки повинні відповідати вимогам [1] теплової ізоляції будівель (приведений опір теплопередачі R_{Σ} для вікон та балконних дверей житлових і громадських споруд становить не менше 0,90 м^2·К/Вт для I температурної зони та не менше 0,75 м^2·К/Вт для II зони).

Складові енергозбереження:

- Застосування низькоемісійного скла з селективним магнетронним напиленням (і-скло);

- Заповнення міжскляного простору важкими інертними газами (аргон, криптон);

- Використання термоізоляційних композитних дистанційних рамок («теплий край») для розриву лінійного містка холоду по периметру склопакета;

- Багатокамерна структура профілю (від 5-6 камер у ПВХ або термоміст від 34 мм в алюмінієвих системах).

- Запобігання конденсації: Температура внутрішньої поверхні конструкції в найбільш вразливих зонах (крайові зони склопакета, стики штапика) не повинна опускатися нижче точки роси за розрахункових зимових умов.

3. Акустичний захист (звукоізоляція).

Гарне зниження зовнішнього шумового навантаження:

- Конструкція має забезпечувати нормативний рівень звукоізоляції від вуличного шуму (транспортні магістралі, залізниця, промислові зони тощо) – зазвичай у діапазоні R_w = 32…44 дБ залежно від категорії шумової зони.

Конструктивні рішення: Застосування асиметричних склопакетів (скло різної товщини, наприклад, 6 мм + 4 мм, для гасіння резонансних коливань), використання багатошарового скла типу «триплекс» зі спеціальною акустичною PVB-плівкою та наявність щонайменше двох (переважно трьох) контурів пружного еластомерного ущільнення (EPDM).

4. Конструктивна міцність, статична жорсткість та довговічність

Стійкість віконної конструкції до статичних і циклічних навантажень визначає її безпеку:

- Опір вітровому навантаженню: Забезпечується коректним підбором сталевого армування замкнутого або П-подібного перерізу (товщиною не менше 1,5-2,0 мм для ПВХ) відповідно до поверховості, висоти монтажу та аеродинамічного коефіцієнта будівлі.

- Стійкість матеріалів до фотодеструкції та старіння: Хімічна модифікація полівінілхлориду стабілізаторами (кальцій-цинк без вмісту свинцю) або застосування термоізольованих алюмінієвих профілів з анодованим чи порошковим покриттям гарантує розрахунковий термін експлуатації конструкції понад 40-50 років.

- Ресурс фурнітури: Механічні компоненти мають витримувати не менше 20000-25000 повних циклів відкривання/відкидання без провисання стулок і деформації несучих вузлів.

5. Естетична інтеграція та архітектурна адаптивність.

Сучасне фасадне проектування ставить жорсткі вимоги до візуальних характеристик конструкцій:

- Геометрія та колористика: Застосування технологій коекструзії, ламінації структурними акриловими плівками (у тому числі з імітацією текстури деревини) або нанесення архітектурних порошкових емалей за шкалою RAL.

- Прихована фурнітура: Монтаж петельних груп всередині фальцу рами формує чисті фасадні та інтер'єрні лінії, зберігаючи цілісність контурів ущільнення.

Великоформатне скління: Інтеграція панорамних розсувних систем (HS-порталів) вимагає суворої візуальної невагомості рамних профілів за максимальної несучої здатності опорних кареток.

6. Ергономіка та експлуатаційна адаптивність.

Зручність взаємодії користувача з конструкцією визначає загальний комфорт життєвого простору:

- Легкість керування: Мінімізація зусилля на ручці за рахунок інтеграції обертових цапф та роликових запірних механізмів.

- Ремонтопридатність: Можливість швидкого доступу до фурнітурного паза, регулювання стулок у трьох просторових площинах та локальної заміни зношеного ущільнювача чи пошкодженого склопакета без демонтажу несучої рами.

- Гігієнічність поверхонь: Антистатичні та брудовідштовхувальні покриття профілю і скла, що полегшують сервісне обслуговування.

Будова світлопрозорих блоків на основі полівінілхлориду.

Інженерні складові та конструкція ПВХ-вікна показана на (рис. 1.10).

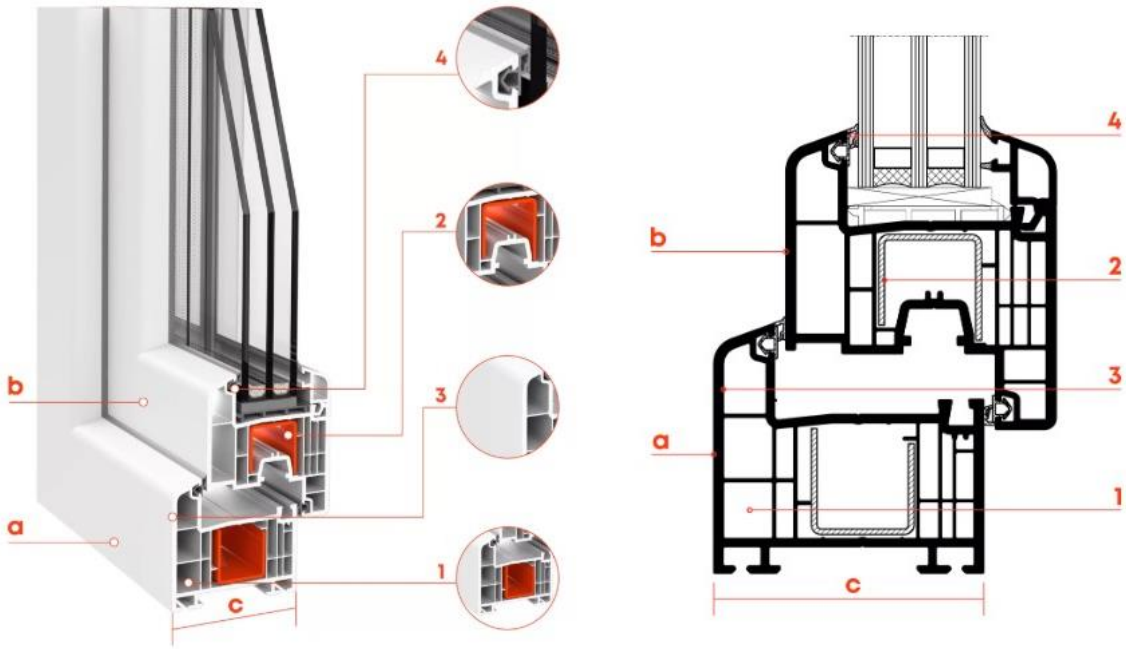


Рисунок 1.10 – Інженерні складові та будова світлопрозорих ПВХ-блоків: a – коробковий контур (рама); b – стулка; c – монтажна глибина; 1 – повітряна камера; 2 – армування; 3 – товщина зовнішніх стінок.

Будова віконного блоку ПВХ (рис. 1.10) має коробковий контур (раму), яка об'єднує функціональні вузли: рухомі частини стулок, світлопрозоре заповнення зі склопакетів та механізми замикання. Якщо габарити отвору чи вітровий тиск перевищують стандартні розрахункові значення, внутрішній простір рами підсилюють за рахунок розподільчих деталей – вертикально розташованих імпостів або горизонтальних ригелів.

Елементи внутрішнього армування, призначені сприймати деформаційні навантаження у стулкових і рамних полімерних профілях, повинні володіти високою антикорозійною стійкістю. Як правило базовим матеріалом для підсилювальних вкладишів є сталевий прокат із цинковим покриттям чи легований алюміній. Допускається інтеграція металевих компонентів з іншої сировини, якщо виконано ефективну захисну обробку їхньої поверхні.

Конструктивні рішення світлопрозорого заповнення в металопластикових віконних блоках.

Історично базовим матеріалом для віконних отворів є будівельне скло. З метою зниження втрат тепла в попередніх будівельних серіях монтували роздільні чи спарені рами з кількома скляними полотнами та значною відстанню між ними. Посилення сучасних норм щодо енергоефективності будівель зумовило перехід на суцільні склопакети, які стали огороджувальними конструкціями сьогодення. Цей елемент являє собою нерозбірний блок з герметизованим периметром, утворений двома чи більшою кількістю паралельних скляних поверхонь, розмежованих фіксованими газовими або повітряними камерами (рис. 1.11).

Конструктивно однокамерний склопакет (рис. 1.11) утворений парою листів скла, розмежованих по контуру дистанційною рамкою. Ширина цього профілю варіюється, безпосередньо формуючи підсумковий розмір світлопрозорого виробу.

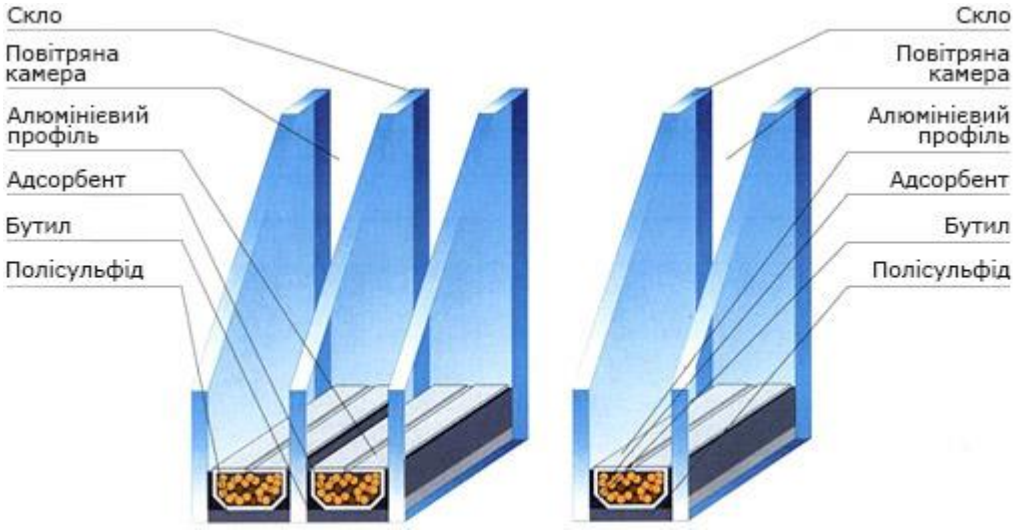


Рисунок 1.11 – Будова склопакету.

Виробники підбирають полотна різної товщини та специфікацій, включаючи варіанти зі спеціальними термоізоляційними характеристиками. Такий підхід дозволяє налаштовувати експлуатаційні параметри блоку, адаптуючи його під завдання з енергозбереження або акустичного комфорту.

Усередину порожнистого профілю (перфорованої дистанційної рамки) обов'язково засипається вологопоглинач (силікагель або молекулярне сито). Він запобігає випаданню конденсату на внутрішніх поверхнях скла всередині камери під час температурних коливань.

Класичним рішенням на будівельному ринку вважається виріб загальною товщиною 24 мм. Типова конфігурація передбачає поєднання двох чотиримілліметрових скляних елементів із внутрішнім повітряним прошарком шириною 16 мм.

Будова двокамерного блоку (рис. 1.11) передбачає поєднання трьох листів скла за допомогою двох розділових дистанційних рамок. Таке компонування формує всередині пару герметичних замкнутих просторів, які суттєво обмежують втрати тепла та блокують зовнішній шум.

Загальний габарит виробу визначається проєктними вимогами: початкові значення починаються від двадцяти чотирьох міліметрів за умови

шестиміліметрових внутрішніх проміжків. Щоб досягти вищих теплофізичних результатів, застосовують зразки від тридцяти двох міліметрів.

З метою оптимізації характеристик виробники інтегрують листи з напиленням – енергозберігаючі чи сонцезахисні мультифункціональні шари, або змінюють їхній калібр. Це блокує надмірне ультрафіолетове випромінювання, зберігає внутрішній мікроклімат і зменшує вуличний шум. Герметичні порожнини нерідко закачують аргоном або криптоном, що суттєво мінімізує конвективний теплообмін.

Завдяки збалансованим параметрам ці вироби стали базовим стандартом у сучасному енергоефективному склінні.

Для підвищеного акустичного комфорту існують спеціальні конфігурації. Асиметрична ширина внутрішніх проміжків у ній запобігає виникненню акустичного резонансу, гарантуючи ефективне звукопоглинання.

Недоліки ПВХ вікон.

Суттєвим мінусом полівінілхлоридних виробів є висока щільність прилягання елементів. Висока ізоляція перешкоджає природній інфільтрації, створюючи надлишок вологи разом із діоксидом вуглецю всередині оселі. За відсутності систематичного припливу кисню мікроклімат погіршується, набуваючи затхлості. Виникає парникове явище, яке визиває поширення грибкових спор та сирості. Через це потрібно обов'язково налагодити постійну вентиляцію, зокрема під час холодів, коли стулки зачинені тривалий час.

Ще одним з недоліків ПВХ вікон є складність локального ремонту дефектів. Глибокі подряпини, деформації профілю, пошкодження зварних швів або інші механічні пошкодження практично не піддаються домашньому

відновленню без залучення профільних майстрів зі спеціальним інструментом.

ПВХ має високий коефіцієнт лінійного термічного розширення тому істотно реагує на сезонні та добові температурні коливання. У спеку пластик розширюється, а при сильних морозах стискається, що створює циклічні напруження у вузлах кріплення. Якщо армування виконано з тонкостінної сталі або з порушенням кроку саморізів, раму може вигнути («повести»), через що порушується геометрія притвору та виникають локальні продування.

Гумові та термоеластопластові прокладки (EPDM/TPE) піддаються природному старінню, ультрафіолетовому випромінюванню та висиханню. Без регулярного очищення й обробки силіконовими мастилами щільність притиску падає за 3-5 років, призводячи до втрати акустичних і теплоізоляційних властивостей.

Попри можливість вторинної переробки, технологічний процес сепарації армуючого металу, стабілізаторів (сполук свинцю або кальцій-цинку) та полімеру є енергоємним. Масове накопичення демонтованих старих блоків створює відчутне навантаження на звалища твердих побутових відходів.

1.5 Постановка науково-практичної задачі та підходи до її розв'язання.

Поширене впровадження металопластикових світлопрозорих конструкцій виявило суттєвий конструктивний недолік – малу монтажну глибину профілю, що зазвичай варіюється в межах 60-80 мм. Зазначений геометричний параметр нерідко ігнорують, призначаючи координату встановлення вікна по товщині зовнішнього огородження. Як наслідок, рама, прилеглі ділянки стінового масиву та внутрішні відкоси піддаються інтенсивному температурному впливу ззовні. Охолодження площин нижче

точки роси провокує випадання крапельної вологи. Наслідком стає деструктивне зволоження монтажного шва, локальне промерзання сполучення і різке зростання витоків тепла через лінійні неоднорідності.

Усунути вплив теплопровідних включень, стабілізувати температурне поле на відкосах і запобігти виникненню конденсаційних явищ дозволяє влаштування фасадної теплоізоляції або зміщення віконного блоку ближче до теплої зони приміщення. Подібну концепцію висвітлено в джерелі [3], проте там відсутня конкретика стосовно раціональної глибини закладання блоку з урахуванням матеріалу несучого шару.

Виникає необхідність комплексного обґрунтування монтажної позиції ПВХ-рам щодо товщини зовнішньої стіни. Житловий фонд Кропивницького переважно сформований будинками з повнотілої цегли, збірних залізобетонних панелей та блоків. Відповідно, ключовою задачею є мінімізація тепловтрат безпосередньо для згаданих варіантів конструктиву.

Реалізація цієї мети вимагає деталізованого числового моделювання температурних полів у зонах геометричної й теплотехнічної неоднорідності. Найбільш показовим інструментом для розв'язання задач двовимірної стаціонарної теплопровідності виступає програмний комплекс THERM.

Застосування цифрового комплексу THERM є дієвим засобом під час оцінювання енергетичних параметрів огороджувальних елементів. Функціонал зазначеного пакета забезпечує відтворення температурних полів у перерізах споруд та визначення кількісних показників розсіювання тепла з високою достовірністю.

У представленій кваліфікаційній праці алгоритми зазначеного комплексу слугують базою для комп'ютерного експерименту з оцінки теплозахисних якостей вузлів примикання та локалізації слабких місць контуру ПВХ конструкцій.

Висновки з розділу.

1. Огляд науково-технічних публікацій засвідчив значний дефіцит теплового захисту будівель, споруджених протягом 1960-2000 років у межах Кропивницького. Це свідчить про незадовільні параметри енергоефективності наявного житлового фонду. Значні втрати теплової енергії відбувається крізь світлопрозорі огородження, зокрема вузли сполучення віконних профілів із зовнішніми стіновими конструкціями, де найчастіше формуються "містки холоду".

2. Результати аналізу нормативної бази та теоретичних даних підтверджують доцільність застосування металопластикових світлопрозорих виробів для термомодернізації. ПВХ-системи гарантують високі показники опору теплопередачі, суттєво мінімізуючи втрати внутрішнього тепла.

3. Окреслено ключові напрямки подальших наукових досліджень. Пріоритетним постає геометрична оптимізація положення віконного блоку всередині перерізу зовнішньої огороджувальної конструкції. Такий крок є обов’язковим для зменшення тепловтрат під час зведення нових об’єктів чи модернізації існуючих житлових будівель.

Розділ 2

ОЦІНКА ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОНТАЖНИХ СТИКІВ СВІТЛОПРОЗОРИХ БЛОКІВ У ОТВОРАХ ЗОВНІШНІХ СТІН

2.1 Оцінка та аналіз температурних полів огороджувальних конструкцій та вузлів примикання віконних блоків у житловій забудові Кропивницького

Установка світлопрозорих ПВХ-конструкцій із високим рівнем герметичності нерідко призводить до випадання вологи. Цей процес поширюється не лише світлопрозоре заповнення, але й суміжні зони, зокрема внутрішні укоси отвору.

Головним чинником зволоження виступає наявність локальних теплопровідних включень. Вони зазвичай формуються у вузлах сполучення різнорідних будівельних матеріалів із відмінними термодинамічними показниками та складною конфігурацією, що спричиняє інтенсивний відтік теплової енергії назовні.

Суцільна огороджувальна конструкція, позбавлена отворів чи змін товщини, має теплофізичну однорідність. Проаналізувати просторовий розподіл температурних полів усередині матеріалу дозволяє побудова ізотермічних ліній. У межах плоскої суцільної стіни ці лінії пролягають строго паралельно площині фасаду, а вектор теплопередачі орієнтований суто ортогонально – від кімнатного простору до зовнішнього середовища.

Поява віконного отвору змінює одновимірне температурне поле. В зоні сполучення рами зі стіновим огородженням виникає просторовий (дво- або тривимірний) температурний градієнт. Оскільки теплопровідність монтажного шва, віконного профілю та анкерних елементів суттєво відрізняється від характеристик основної кладки, ізотерми в цьому вузлі

викривляються і концентруються біля внутрішнього кута, відбувається охолодження зони примикання.

За відсутності правильного вузла примикання або при зміщенні віконного блока в "холодну" частину стіни ближче до фасадної поверхні температура внутрішньої поверхні укосу різко знижується. Коли це значення опускається нижче температури точки роси (яка за стандартних умов $t = +20^0$C та відносній вологості φ = 50-55% становить приблизно 9,3-10,7^{0}C [15, 17], водяна пара з повітря неминуче переходить у рідку фазу.

Постійне зволоження контактної зони призводить до зниження термічного опору матеріалів: зволожений штукатурний шар чи утеплювач втрачають ізоляційні і теплотехнічні властивості, збільшуючи коефіцієнт теплопередачі вузла. Також виникає біокорозія: поверхнева вологість понад 75-80% протягом тривалого часу створює сприятливе середовище для проростання спор пліснявих грибів (Aspergillus, Penicillium).

Розташування температурної кривої +10,0^{0}C у товщі огородження гарантує відсутність вологовиділення вздовж периметра віконного примикання. Бажано досягти максимальної лінійності цієї лінії без надмірних згинів, змістивши її вбік внутрішньої поверхні стіни, що дозволяє скоротити локальні втрати тепла. Подібний результат забезпечується коректним вузловим рішенням герметизації зазору та розрахунковим позиціонуванням світлопрозорого блоку по осі стінового отвору.

Це ствердження обгрунтоване в роботах [15, 17, 18] «щоб запобігти випаданню конденсату, промерзанню відкосу, ізотерма +10^{0}C повинна проходити усередині конструкції. Для цього вікно в отворі потрібно зміщувати в зону позитивних температур (в бік приміщення)» [15, 17, 18].

У результаті огляду бібліографії класифіковано ключові конструктивні рішення огороджувальних елементів багатоповерхової типової забудови Кропивницького.

Виділяють такі варіанти виконання:

1. Кладка з цегли. Розрахункова ширина зовнішньої огорожі дорівнює пів метра (дві цеглини). Об’ємна маса глиняного цеглини досягає орієнтовно 1800 кг/м^3.

2. Великопанельні стіни. Огородження монтується з бетонних плит перерізом 30 см. Основу виробів становить легкий пористий бетон на гравії керамзитовому із густиною 800-1000 кг/м^3.

3. Збірні блочні стіни. Простінки й несучі ділянки формуються з елементів завтовшки 40 сантиметрів. Базовим матеріалом виступає аналогічний легкий бетон керамзитового наповнення з параметрами щільності до 1000 кг/м^3.

Предметом аналітичного розгляду обрано типові ділянки примикання світлопрозорих блоків до огороджувальних конструкцій, які традиційно спричиняють виникнення локальних теплотехнічних неоднорідностей.

Оцінювання інтенсивності витоку теплової енергії крізь зазначені спряження реалізовано засобами комп'ютерного моделювання у середовищі THERM. Вихідними даними є геометричні кресленики перерізів, нормативні показники коефіцієнтів теплопровідності конструкційних шарів і коректно задані параметри середовищ на границях поверхонь. Виконання плаской 2D-симуляції дає змогу візуалізувати температурні ізотерми та виявити критичні температури всередині розрахункової області.

Базові параметри довкілля для числового експерименту сформовано відповідно до метеорологічних характеристик території Кропивницького та загалом Кіровоградщини.

«Розрахункова температура повітря всередині приміщень $t_в$ = +20^{0}С. Розрахункова температура зовнішнього повітря $t_з$ = -22^{0}С. Відносна вологість повітря в приміщеннях 50%» [1, 15].

«Розрахункова теплопровідність матеріалів $\lambda_р$ прийнята згідно» [16].

Перший досліджуємий варіант огородження житлових будинків.

1. Кладка з цегли. Розрахункова ширина зовнішньої огорожі дорівнює пів метра (дві цеглини). Об'ємна маса глиняного цеглини досягає орієнтовно 1800 кг/м^3.

Примикання віконної конструкції в цегляній стіні (рис. 2.1, 2.2).

У таблиці 2.1 узагальнено розрахункові показники й параметри зони стикування віконного блоку з огороджувальною конструкцією.

Таблиця 2.1 – Фізико-технічні параметри матеріалів конструктивного вузла.

1. Стіна цегляна товщиною 2 цеглини 510 мм	
виконується з звичайної керамічної цегли на цементно-піщаному розчині	
щільність ρ_0	1800 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,81 Вт/м^2×К
2. Вікно металопластикове з шириною коробки 70 мм	
щільність ρ_0	30 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,037 Вт/м^2×К
3. Монтажний шов	
виконується з монтажної піни	
щільність ρ_0	25 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,03 Вт/м^2×К
4. Внутрішнє опорядження	
вапняне штукатурення товщиною 20 мм	
щільність ρ_0	1600 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,81 Вт/м^2×К

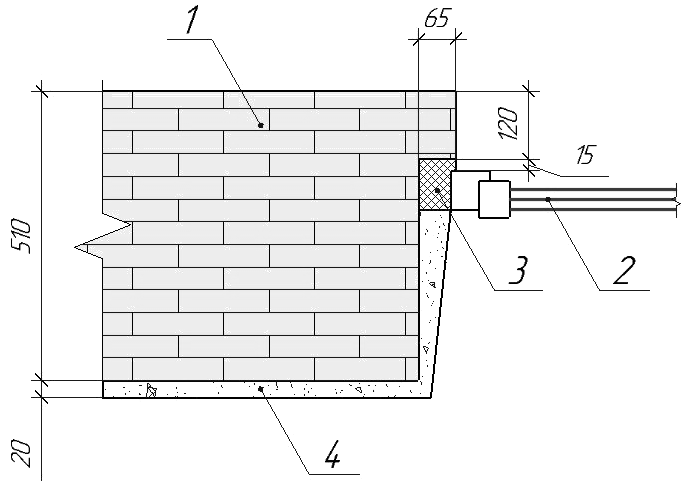


Рисунок 2.1 – Конструктивний фрагмент огороджувальної конструкції разом із зоною сполучення металопластикового віконного блока.

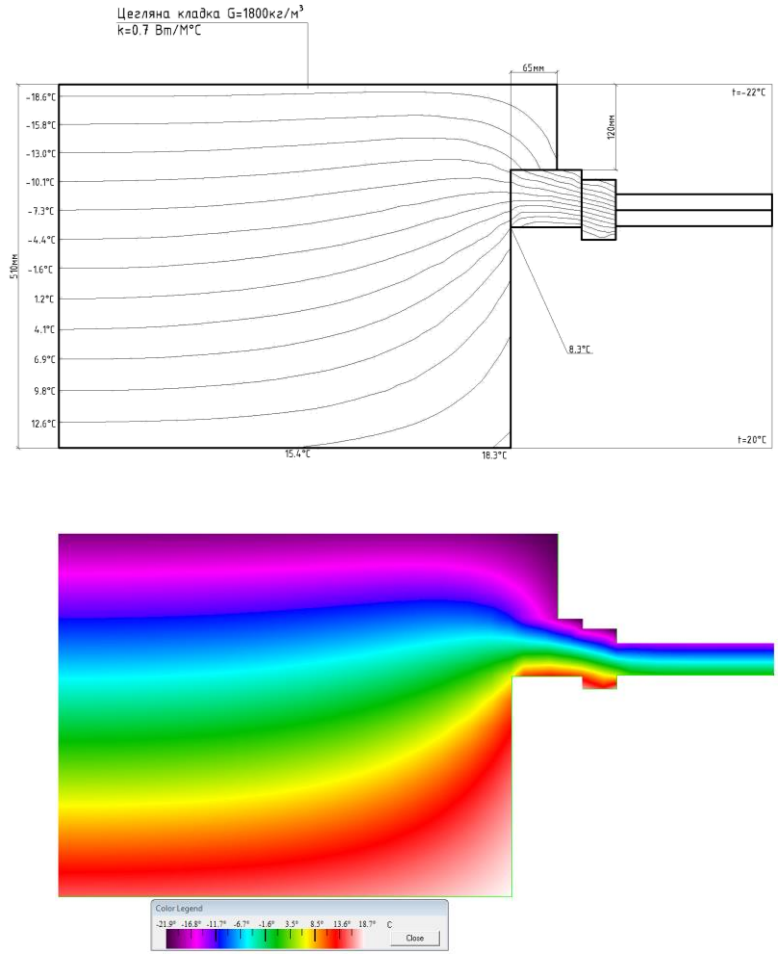


Рисунок 2.2 – Температурні показники в зоні спряження світлопрозорої конструкції зі стіновим отвором в цегляній стіні.

Другий досліджуємий варіант огородження житлових будинків.

2. Великопанельні стіни. Огородження монтується з бетонних плит перерізом 30 см. Основу виробів становить легкий пористий бетон на гравії керамзитовому із густиною 800-1000 кг/м^3.

Примикання віконної конструкції у великопанельній стіні (рис. 2.3).

У таблиці 2.2 узагальнено розрахункові показники й параметри зони стикування віконного блоку з огороджувальною конструкцією.

Таблиця 2.2 – Фізико-технічні параметри матеріалів конструктивного вузла.

1. Стіна панельна товщиною 300 мм	
виконується з керамзитобетону	
щільність ρ_0	800-1000 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,41 Вт/м^2×К
2. Вікно металопластикове з шириною коробки 70 мм	
щільність ρ_0	30 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,037 Вт/м^2×К
3. Монтажний шов	
виконується з монтажної піни	
щільність ρ_0	25 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,03 Вт/м^2×К
4. Внутрішнє опорядження	
вапняне штукатурення товщиною 20 мм	
щільність ρ_0	1600 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,81 Вт/м^2×К
5. Зовнішній відкос	
цементно-піщане штукатурення	
щільність ρ_0	1800 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,93 Вт/м^2×К

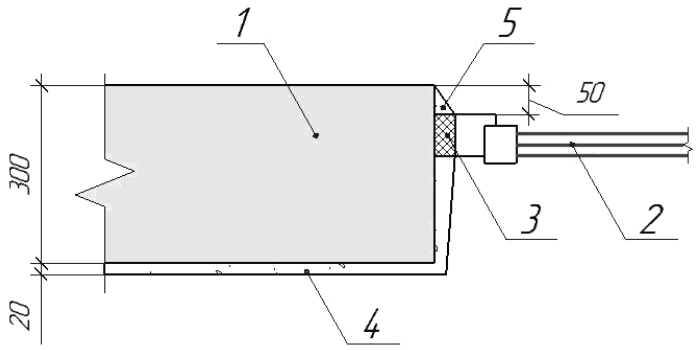


Рисунок 2.3 – Конструктивний фрагмент огороджувальної конструкції разом із зоною сполучення металопластикового віконного блока.

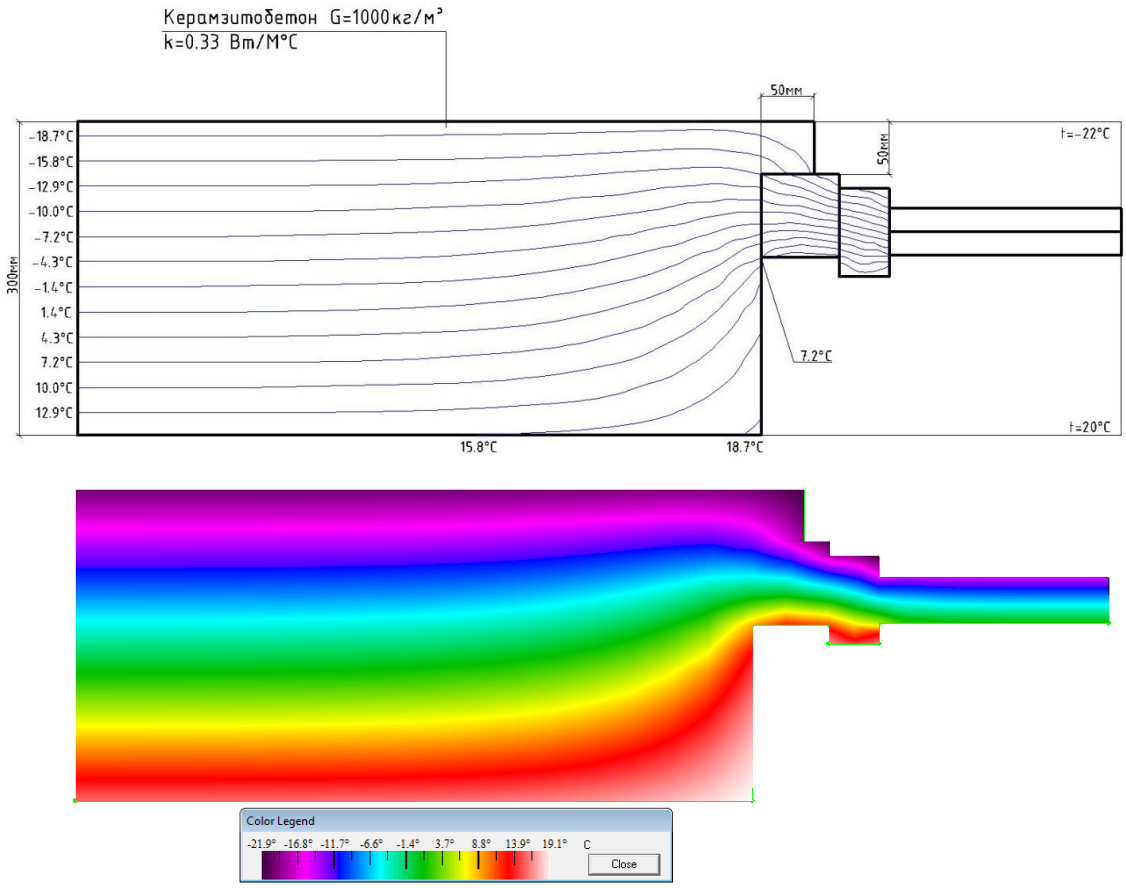


Рисунок 2.4 – Температурні показники в зоні спряження світлопрозорої конструкції зі стіновим отвором в великопанельній стіні.

Третій досліджуємий варіант огородження житлових будинків.

3. Збірні блочні стіни. Формуються з елементів завтовшки 40 сантиметрів. Базовим матеріалом виступає аналогічний легкий бетон керамзитового наповнення з параметрами щільності до 1000 кг/м^3.

Примикання віконної конструкції у блочній стіні (рис. 2.5).

У таблиці 2.3 узагальнено розрахункові показники й параметри зони стикування віконного блоку з огороджувальною конструкцією.

Таблиця 2.3 – Фізико-технічні параметри матеріалів конструктивного вузла.

1. Стіна блочна товщиною 400 мм	
керамзитобетон	
щільність ρ_0	800-1000 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,41 Вт/м^2×К
2. Вікно металопластикове з шириною коробки 70 мм	
щільність ρ_0	30 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,037 Вт/м^2×К
3. Монтажний шов	
виконується з монтажної піни	
щільність ρ_0	25 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,03 Вт/м^2×К
4. Внутрішнє опорядження	
вапняне штукатурення товщиною 20 мм	
щільність ρ_0	1600 кг/м^3
теплопровідність $\lambda_р$	0,81 Вт/м^2×К

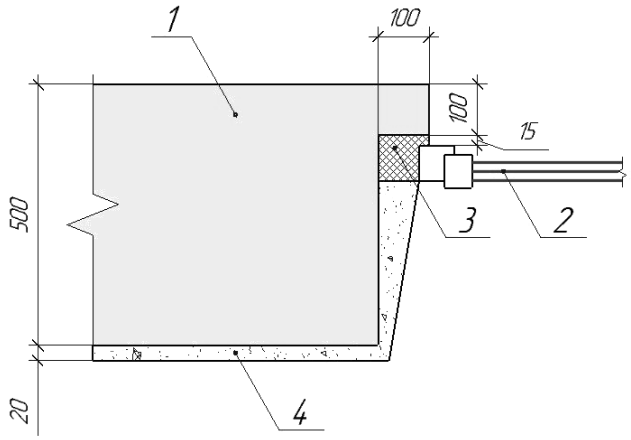


Рисунок 2.5 – Конструктивний фрагмент огороджувальної конструкції разом із зоною сполучення металопластикового віконного блока.

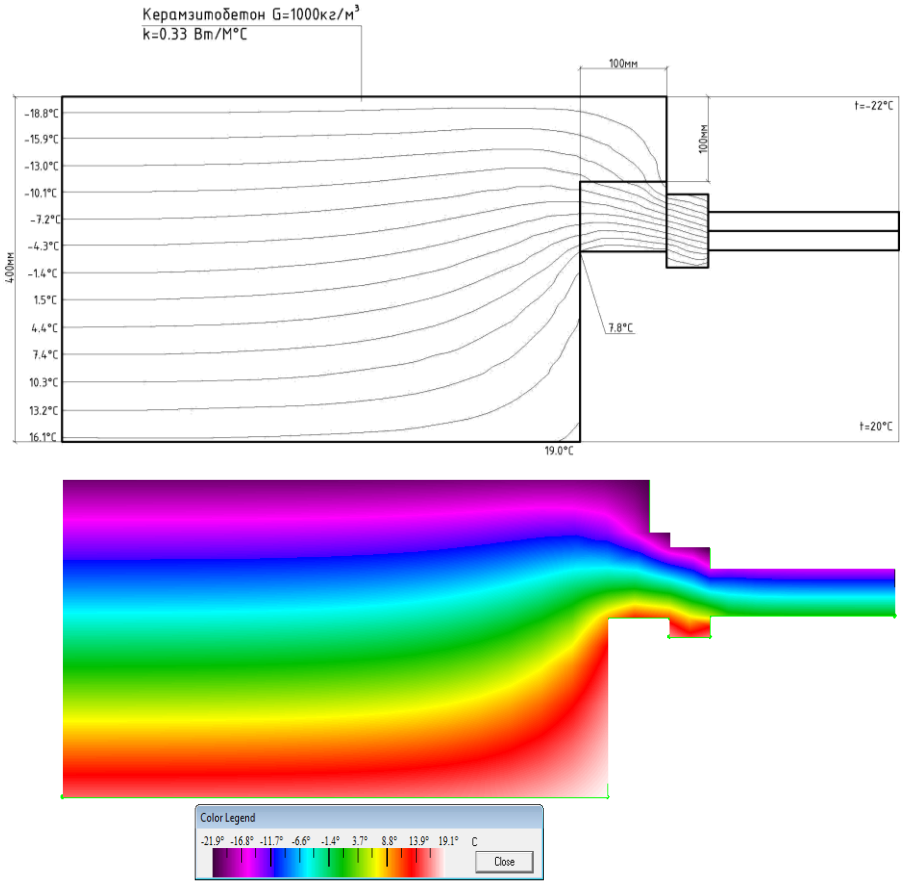


Рисунок 2.6 – Температурні показники в зоні спряження світлопрозорої конструкції зі стіновим отвором в блочній стіні.

Результати проведеного моделювання свідчать: ділянка внутрішнього укосу разом із фрагментом віконної рами потрапляють у температурний діапазон, що опускається нижче порогу випадання роси (рис. 2.2, 2.4, 2.6). Подібний розподіл ізотерм спричиняє фазовий перехід вологи з повітря, внаслідок чого контактний стиковий вузол зазнає постійного намокання (рис. 2.7), втрачаючи первинні теплозахисні властивості.

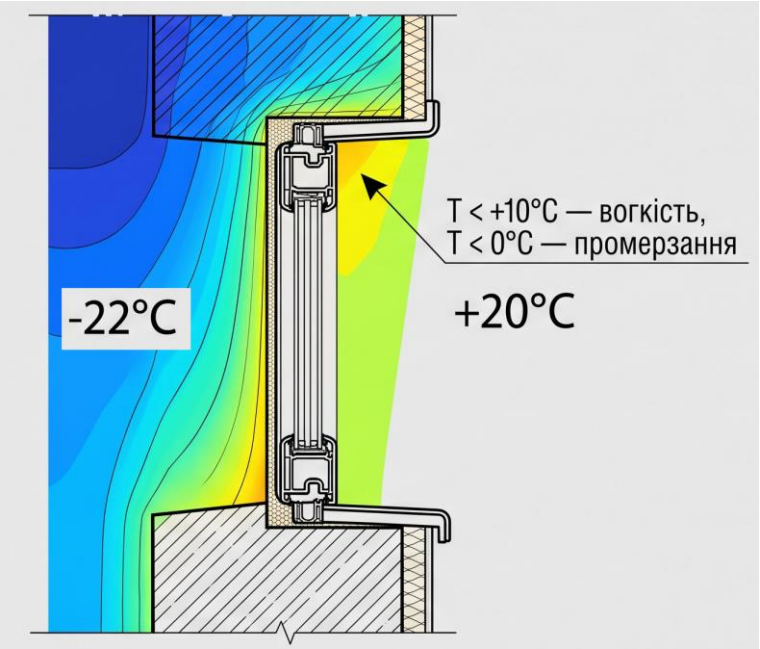


Рисунок 2.7 – Градієнт температурних полів у перерізі стінової конструкції та термічні умови вузла спряження.

Надмірне вологонакопичення в огороджувальних елементах суттєво призводить до локального промерзання відкосів. Цей процес призводить до збільшенню витоку теплової енергії безпосередньо крізь деформаційно-монтажний вузол разом із суміжними ділянками. Постійне перебування матеріалів у сирому стані призводить до зниження і втарати їх первинних фізико-механічних властивостей, помітно скорочує міжремонтний ресурс вузла та створює сприятливе мікросередовище задля активного розвитку плісняви.

Результати авторів праць [17-19] доводять можливість оптимізації температурного режиму внутрішньої грані примикання. Позитивного ефекту досягають улаштуванням шару теплоізоляції по периметру зовнішнього відкосу або переміщенням світлопрозорої рами з крайнього положення вглиб поперечного перерізу несучої стінової конструкції. Застосування вказаних конструктивних модифікацій забезпечує зменшенню тепловтрат і підвищує загальний рівень енергоефективності оболонки споруди.

Подальший напрямок досліджень передбачає комплексне вивчення температурного поля вузла сполучення віконної коробки з різними типами зовнішніх стін (зокрема цегляними, великопанельними та крупноблочними), характерними для типового житлового фонду Кропивницького.

2.2 Моделювання температурного режиму ділянки стикування віконного блоку залежно від площини встановлення

У межах магістерського дослідження заплановано виконати оцінку температурного розподілу в зоні мінімальної температури внутрішнього стику огороджувальної конструкції зі світлопрозорим заповненням залежно від глибини його монтажу. Аналіз охоплює різноманітні конструктивні типи вертикальних огороджень будинків – цегляну кладку, великопанельні системи та стіни з дрібноштучних або великих блоків. Об’ємно-планувальні та конструктивні рішення вертикальних огороджувальних елементів повністю відповідають типовим параметрам будівель, що існують на території Кропивницького.

Зміну просторового розташування світлопрозорої конструкції будемо здійснювати з інтервалом 30 мм. Базове положення коробки досліджено у викладеному раніше підрозділі. Наступні кроки передбачають переміщення віконного блоку всередину масиву огорожі в напрямку теплої зони.

Чисельне моделювання двовимірних температурних полів реалізовано в середовищі програмного комплексу THERM. Для кожного варіанта зовнішньої огороджувальної конструкції розрахунки виконуються окремо за умови гранично зміщення до внутрішньої поверхні стінової конструкції.

Зміна глибини встановлення віконного блоку суттєво трансформує конфігурацію ізотерм у зоні відкосу, знижуючи інтенсивність локальних теплових містків. Зміщення рами ближче до внутрішньої площини мінімізує лінійний коефіцієнт теплопередачі ψ. Завдяки цьому зростає поверхнева температура у кутових зонах примикання (t_{min}), що виключає ризик випадання конденсату та формування плісняви. Розрахункова оцінка в THERM дозволяє графічно знайти точку роси та оптимізувати положення вікна для максимального енергозбереження вузла в заданому кліматичному районі.

Граничні температурні показники зовнішнього та внутрішнього середовища встановлено згідно з регламентом нормативних джерел [1, 15] відповідно кліматичних умов Кіровоградщини (зокрема м. Кропивницький). Фізико-механічні та теплотехнічні параметри матеріалів примикань наведено в табл. 2.1-2.3, а схеми аналізованих вузлів представлено на рис. 2.1, 2.3, 2.5.

Під час зміщення віконного блока до внутрішньої грані несучої стіни зовнішню частину віконного укосу ізолюють за допомогою пінополістирольної вставки. Застосування термоізоляційного вкладиша безпосередньо в зоні примикання запобігає зниженню внутрішньої температури огороджувальної конструкції нижче точки роси.

Альтернативним технічним рішенням для теплоізоляції зовнішніх привіконних зон можуть бути вироби на основі мінеральної вати, термомодернізаційні властивості яких приблизно однакові з показниками полістиролу.

2.2.1. Конструктивне рішення сполучення цегляної огороджувальної конструкції з металопластиковим віконним блоком.

Програма чисельного моделювання передбачає серію з п'яти розрахункових позицій із фіксованим інтервалом зміщення 30 мм. Відповідно, світлопрозору конструкцію послідовно позиціонують у товщі огородження на відмітках 150, 180, 210, 240 і 270 мм відносно зовнішньої площини фасаду.

Показові результати теплотехнічного моделювання та розподіл температурних полів проілюстровано на рис. 2.8.

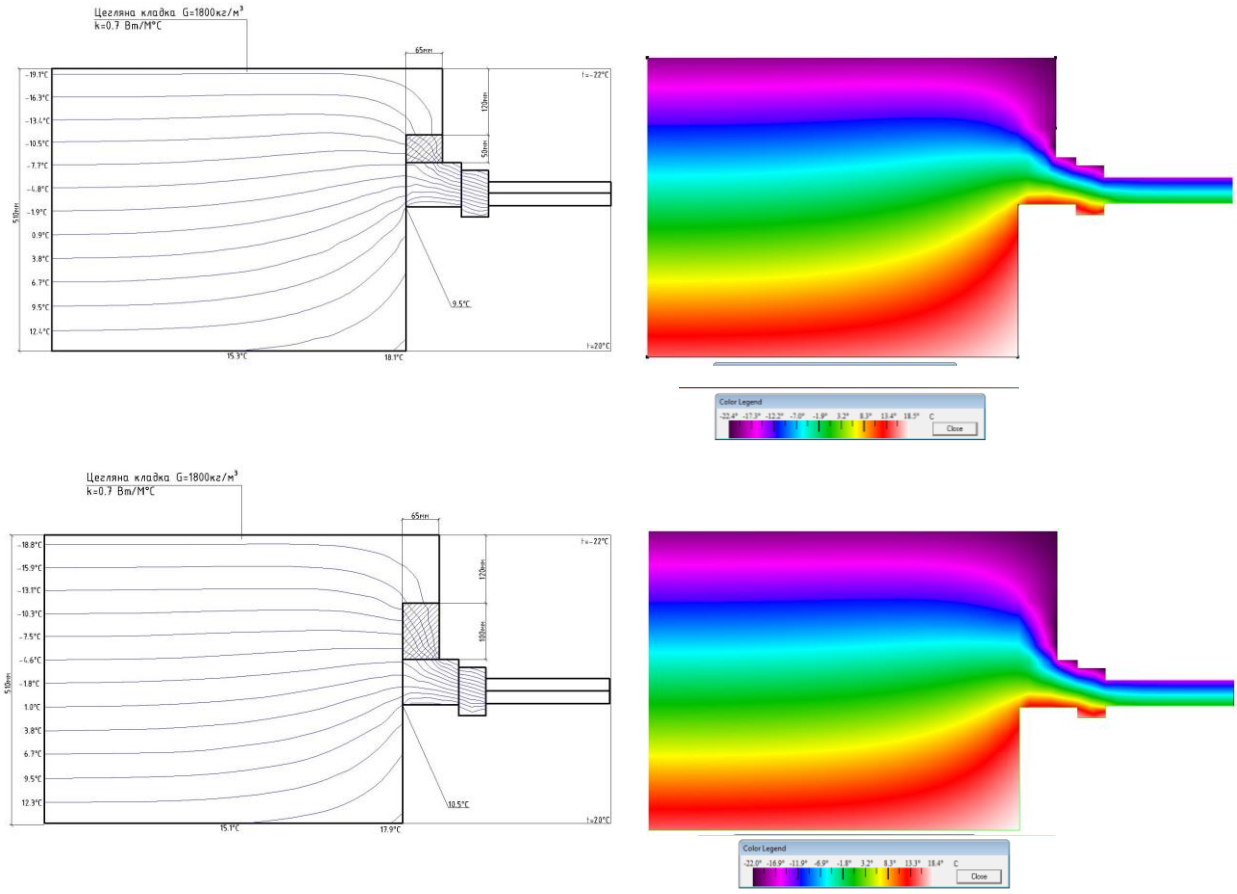
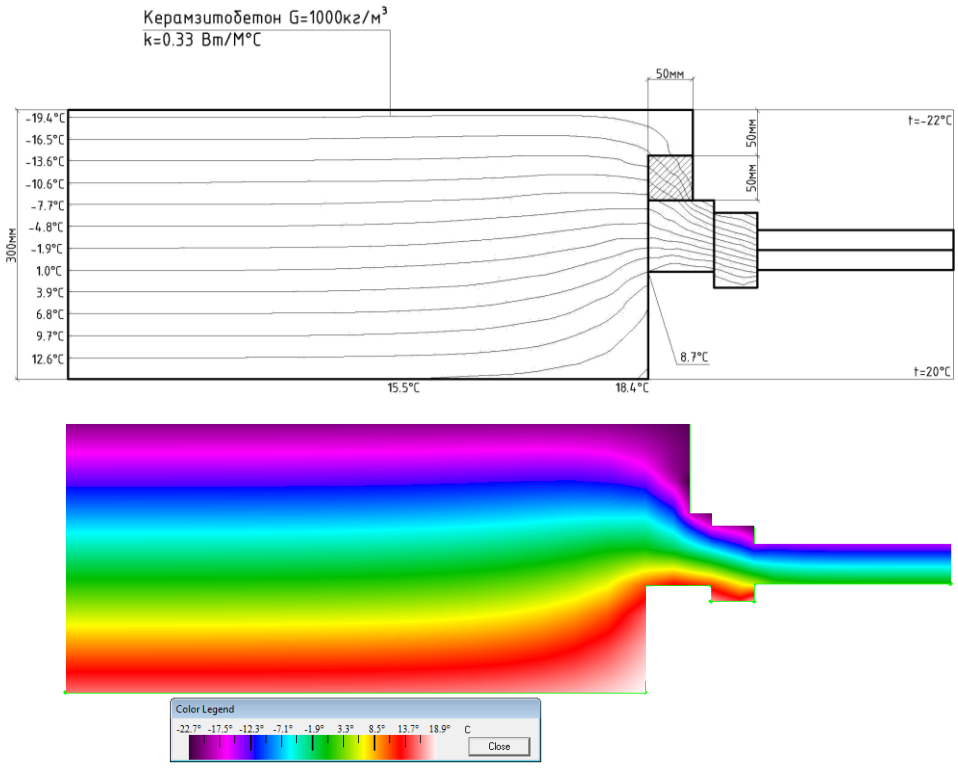


Рисунок 2.8 – Теплові поля та градієнт температур у зоні сполучення металопластикової віконної рами та огороджувальної конструкції з цегли (510 мм) з термоізоляцією зовнішнього укосу.

2.2.2. Конструктивне рішення сполучення панельної огороджувальної конструкції з металопластиковим віконним блоком.

З огляду на те, що огороджувальна конструкція з панелей має товщину 300 мм, що менше товщини за традиційну кладку з цегли (510 мм), величину інтервалу для зміщення світлопрозорої конструкції зменшено до 25 мм. Подібний підхід дасть можливість детального моделювання чотирьох варіантів монтажу рами за глибиною отвору. Розрахункові схеми передбачають розташування коробки на відстані: 75 мм, 100 мм, 125 мм, а також 150 мм відносно зовнішньої грані фасаду.

Приклади результатів теплотехнічного моделювання та розподіл температурних полів проілюстровано на рис. 2.9.



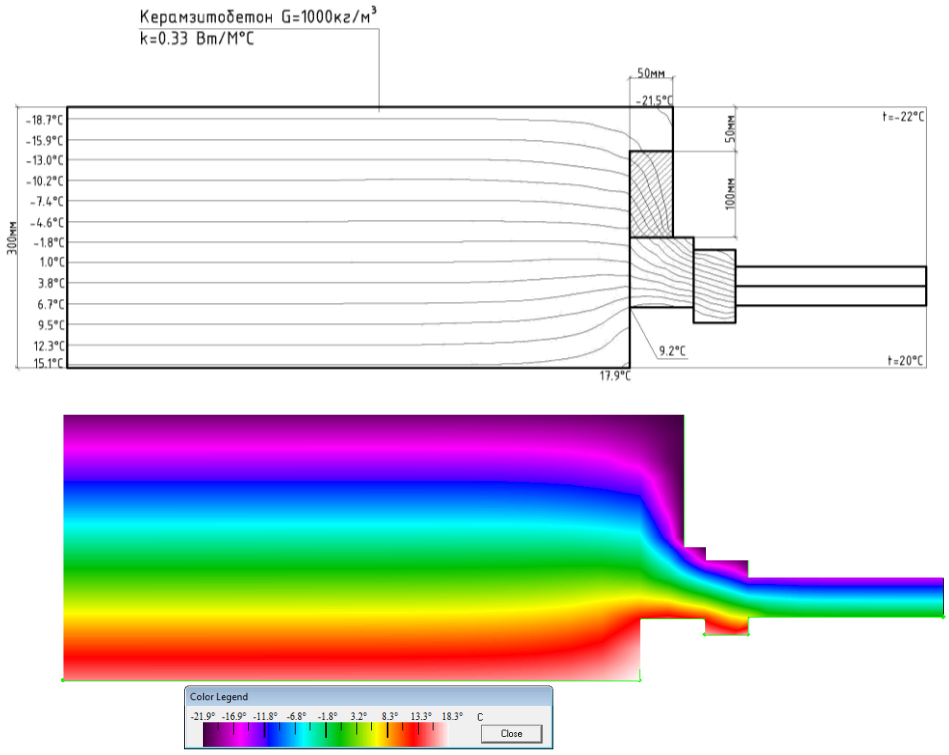


Рисунок 2.9 – Теплові поля та градієнт температур у зоні сполучення металопластикової віконної рами та огороджувальної конструкції з стінової панелі (300 мм) з термоізоляцією зовнішнього укосу.

2.2.3. Конструктивне рішення сполучення блочної огороджувальної конструкції з металопластиковим віконним блоком.

Огороджувальна конструкція з блоків має товщину 400 мм, що менше товщини за традиційну кладку з цегли (510 мм), величину інтервалу для зміщення світлопрозорої конструкції залишаємо, як і в попередньому дослідженні 25 мм. Розрахункові схеми передбачають розташування коробки на відстані: 75 мм, 100 мм, 125 мм, а також 150 мм відносно зовнішньої грані фасаду.

Приклади результатів теплотехнічного моделювання та розподіл температурних полів проілюстровано на рис. 2.10.

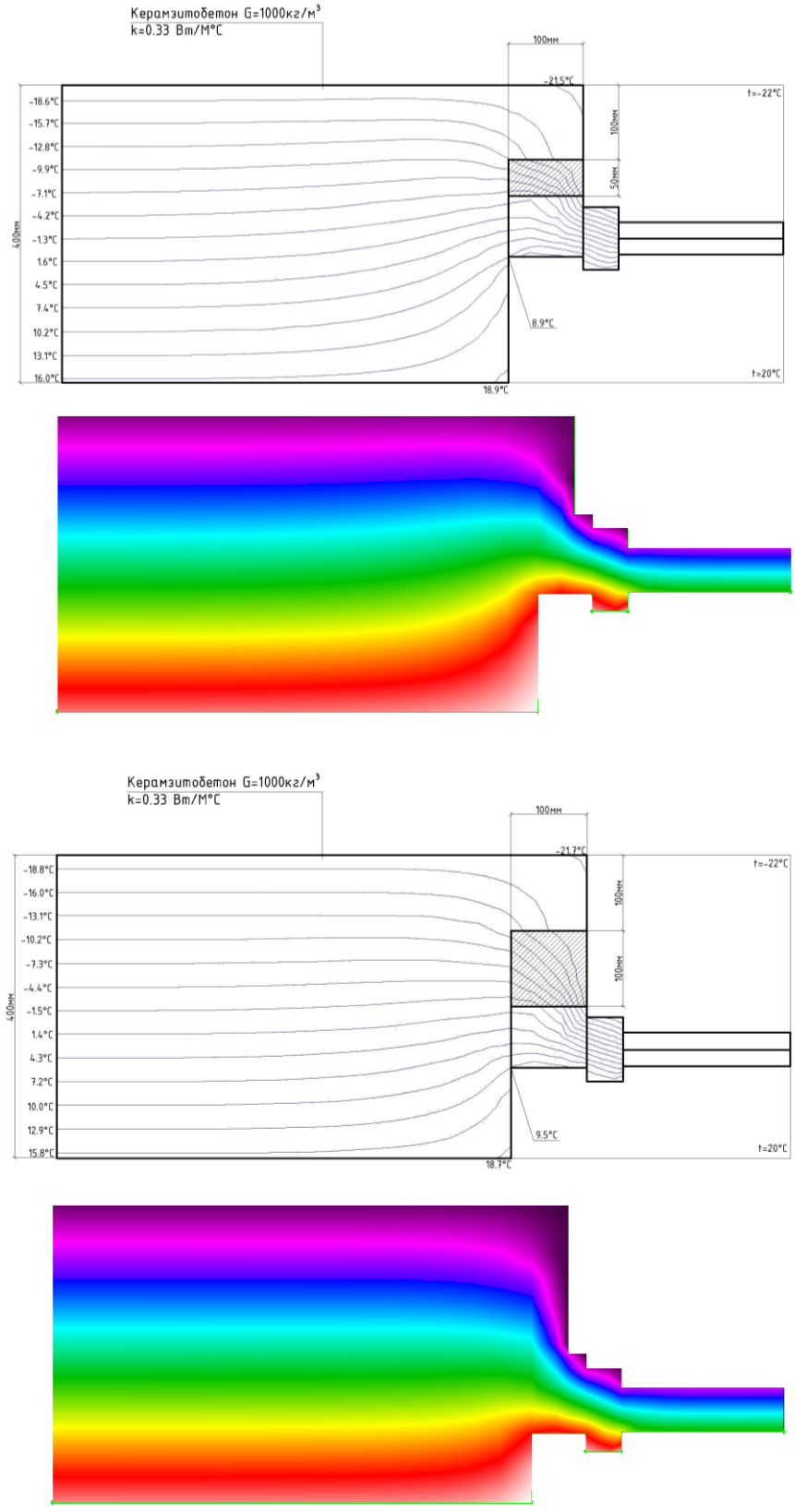


Рисунок 2.10 – Теплові поля та градієнт температур у зоні сполучення металопластикової віконної рами та огороджувальної конструкції з блоків (400 мм) з термоізоляцією зовнішнього укосу.

Найпоширенішим негативним фактором є випадіння роси вздовж периметра примикання блоків до огороджувальних конструкцій, що спричиняє зволоження вузлів, їхнє подальше промерзання в зимовий період та знижує теплотехнічну складову термомодернізації.

Теоретичні дослідження засвідчують: монтаж металопластикових віконних блоків із наближенням до кімнатного простору дає відчутний термомодернізаційний ефект. Таке просторове рішення фіксує зростання температурних показників у місцях стикування конструкції зі стіною, знижуючи теплові втрати та ймовірність накопичення вологи.

Задовільні показники зафіксовано для вузла стикування світлопрозорої конструкції з масивом цегляного мурування. Зміщення віконного блока вглиб огородження на 210 мм від фасадного краю гарантує запобігання виникнення вологи у стиках. Температурне поле вздовж внутрішньої площини укосу ($10{,}5^0$C) є вищим від порогу випадання конденсату ($10{,}0^0$C).

У вузлах сполучення світлопрозорих конструкцій з огородженнями панельного і блочного типу при зміщенні віконної конструкції вглиб огородження нормативних теплотехнічних параметрів досягти не вдалося.

Для панельних конструкцій товщина перерізу становить 300 мм і максимальне заглиблення віконної рами на 150 мм від фасадної площини, забезпечує температуру в зоні стику $9{,}2^0$C.

Для огородження з керамзитобетонних блоків завтовшки 400 мм і максимально можливе заглиблення віконної рами на 200 мм забезпечує температуру на внутрішній поверхні монтажного вузла $9{,}5^0$C.

Отримані значення перевищують температурні показники при встановленні вікон без зміщення, однак ймовірність локального промерзання та теплової відмови зберігається.

Результати теоретичних вишукувань дозволили розробити технологічні вказівки позиціювання світлопрозорих ПВХ-конструкцій у стінових огородженнях панельного, блочного та цегляного типу.

У панельних конструкціях раму доцільно заглиблювати всередину не більше ніж на 150 мм відносно площини фасаду, в огородженнях з блоків, не більше ніж на 250 мм, що підвищує загальний термічний опір вузла та знижує ймовірність зволоженню внутрішніх поверхонь.

Для будинків із цегляними стінами нормативна глибина посадки коробки у просвіті варіюється в діапазоні 210-250 мм від зовнішньої грані. Подібне просторове розташування гарантує стабільний температурно-вологісний баланс по периметру примикання рамного профілю (рис. 2.11).

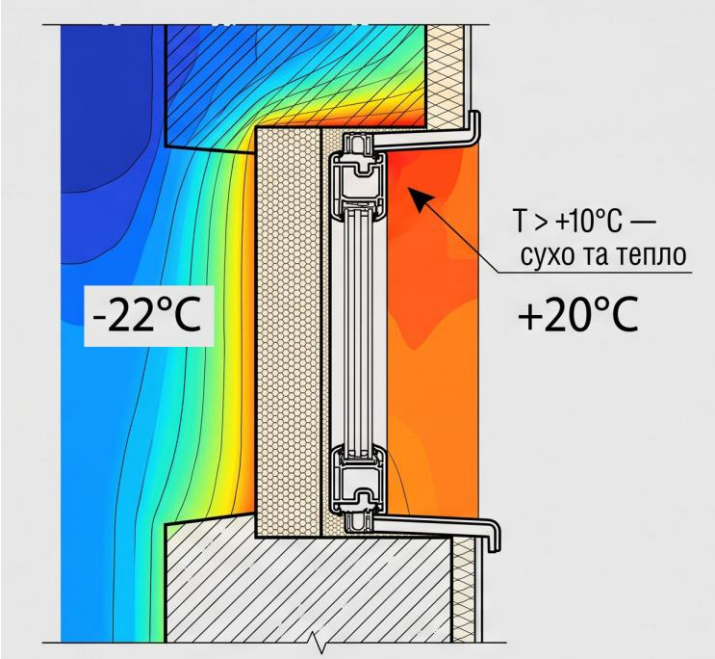


Рисунок 2.11 – Градієнт температурних полів у перерізі стінової конструкції та термічні умови вузла спряження.

Запобігання конденсації вологи по контуру світлопрозорих конструкцій у великопанельних та блочних огородженнях потребує застосування сукупності технічних рішень. Важливе облаштування теплозахисту стикових вузлів, улаштування зовнішнього утеплення термоізоляційними матеріалами та геометрично правильна установка віконного блока по глибині стінового отвору.

Висновки з розділу.

1. Об’єктом наукового пошуку є багатоквартирні будинки існуючого житлового фонду Кропивницького. Робота зосереджена на трьох базових категоріях огороджувальних конструкцій: великопанельних, цегляних і блочних. Вказані конструктивні схеми складають переважну частку місцевої забудови, завдяки чому сформовано існуючу картину експлуатаційного стану міського фонду житла.

2. Комп’ютерне моделювання розподілу температурних градієнтів дозволило обґрунтувати раціональну глибину встановлення світлопрозорих конструкцій у товщі визначених огороджень. Запропоноване просторове положення суттєво мінімізує ймовірність виникнення "містків холоду" по периметру прилягання рами, зменшуючи втрати тепла назовні. Це критично важливо для багатоквартирного фонду радянського періоду, що характеризується високою ресурсомісткістю та потребує системної термомодернізації.

3. Розрахунки засвідчили: у кліматичних умовах зазначеного регіону безвідмовний режим стику без додаткових заходів гарантує лише масивна цегляна кладка. Найвищі показники опору теплопередачі зафіксовано при зміщенні віконного блока всередину огородження на глибину 210-250 мм від фасадної площини. Для панелей відповідна відмітка становить 150 мм, для конструкцій стін із блоків оптимальна відмітка становить 250 мм.

4. На стиках вікон цегляних стін температурні показники складають (10,5^{0}С), що вище "точки роси". Панельних та блочних огороджень температурні показники складають відповідно до 9,2^{0}С і 9,5^{0}С. Подібні значення вказують на ймовірність промерзання або зволоження матеріалу. Для усунення цього недоліку необхідні комплексні заходи: улаштування суцільної теплоізоляційної системи зовні, локальне утеплення зовнішніх укосів, узгоджене з розрахунковим позиціонуванням віконної коробки.

Розділ 3

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

Приведено в додатку А.

Розділ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ

Розділ "Охорона праці" присвячений безпеці життєдіяльності, відображено аспекти створення нешкідливого виробничого середовища під час спорудження 9-поверхової житлової споруди. В ній детально проаналізовано комплекс інженерно-технічних рішень, обов’язкових до впровадження протягом усього циклу виконання будівельно-монтажних операцій. Виконано перевірку експлуатаційної рівноваги баштового крану, задіяного на об’єкті. Матеріали разом із обчисленнями зведено в додатку Б.

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основні висновки досліджень виконаних в магістерській роботі:

1. Огляд науково-технічних публікацій засвідчив значний дефіцит теплового захисту будівель, споруджених протягом 1960-2000 років у межах Кропивницького. Це свідчить про незадовільні параметри енергоефективності наявного житлового фонду. Значні втрати теплової енергії відбувається крізь світлопрозорі огородження, зокрема вузли сполучення віконних профілів із зовнішніми стіновими конструкціями, де найчастіше формуються "містки холоду".

2. Результати аналізу нормативної бази та теоретичних даних підтверджують доцільність застосування металопластикових світлопрозорих виробів для термомодернізації. ПВХ-системи гарантують високі показники опору теплопередачі, суттєво мінімізуючи втрати внутрішнього тепла.

3. Об’єктом наукового пошуку є багатоквартирні будинки існуючого житлового фонду Кропивницького. Робота зосереджена на трьох базових категоріях огороджувальних конструкцій: великопанельних, цегляних і блочних. Вказані конструктивні схеми складають переважну частку місцевої забудови, завдяки чому сформовано існуючу картину експлуатаційного стану міського фонду житла.

4. На основі аналізу розподілу ізотерм встановлено раціональну глибину встановлення світлопрозорої конструкції у зовнішніх огородженнях цивільних споруд для кліматичних умов Кропивницького. Запропоноване конструктивне рішення зменшує ймовірність промерзання зон сполучення, знижує втрати тепла та забезпечує підвищення енергоефективності будівлі в цілому.

5. Розрахунки засвідчили: у кліматичних умовах (м. Кропивницький) безвідмовний режим стику без додаткових заходів гарантує лише масивна цегляна кладка. Найвищі показники опору теплопередачі зафіксовано при

зміщенні віконного блока всередину огородження на глибину 210-250 мм від фасадної площини. Для панелей відповідна відмітка становить 150 мм, для конструкцій стін із блоків оптимальна відмітка становить 250 мм.

6. На стиках вікон цегляних стін температурні показники складають (10,5^{0}С), що вище "точки роси". Панельних та блочних огороджень температурні показники складають відповідно до 9,2^{0}С і 9,5^{0}С. Подібні значення вказують на ймовірність промерзання або зволоження матеріалу. Для усунення цього недоліку необхідні комплексні заходи: улаштування суцільної теплоізоляційної системи зовні, локальне утеплення зовнішніх укосів, узгоджене з розрахунковим позиціонуванням віконної коробки.

7. Виконано інженерно-архітектурне проєктування дев’ятиповерхової багатоквартирної будівлі, в якому інтегровані практичні пропозиції та науково обґрунтовані напрацювання, сформовані в межах кваліфікаційного дослідження магістра.

CONCLUSIONS RESULTS OF RESEARCH

Key findings of the research conducted in the master's thesis:

1. A review of scientific and technical publications revealed significant deficiencies in the thermal insulation of buildings constructed between 1960 and 2000 in Kropyvnytskyi. This indicates unsatisfactory energy efficiency parameters within the existing housing stock. Significant heat energy losses occur through translucent envelope elements-specifically at the junctions between window profiles and external wall structures, where "thermal bridges" most frequently form.

2. Analysis of the regulatory framework and theoretical data confirms the suitability of using metal-plastic translucent units for thermal retrofitting. PVC systems ensure high thermal resistance, thereby significantly minimizing internal heat loss.

3. The study focuses on existing multi-apartment residential buildings in Kropyvnytskyi. The work addresses three primary categories of envelope structures: large-panel, brick, and block construction. These structural types constitute the majority of local development, thereby defining the current operational state of the city's housing stock.

4. Based on an analysis of isotherm distribution, the optimal installation depth for translucent units within the external envelopes of civil buildings under Kropyvnytskyi’s climatic conditions was determined. The proposed design solution reduces the likelihood of freezing at connection zones, lowers heat loss, and improves the building's overall energy efficiency.

5. Calculations demonstrated that, under the climatic conditions of Kropyvnytskyi, only massive brick masonry ensures reliable joint performance without additional measures. The highest thermal resistance values were recorded when the window unit was recessed into the building envelope by 210–250 mm

from the facade plane. For panels, the corresponding depth is 150 mm, while for block wall structures, the optimal depth is 250 mm.

6. At window joints in brick walls, the temperature is 10.5°C, which is above the dew point. For panel and block wall assemblies, the temperatures are 9.2°C and 9.5°C, respectively. Such values indicate a risk of material freezing or moisture accumulation. To address this issue, comprehensive measures are required: the installation of a continuous external thermal insulation system and localized insulation of the external reveals, coordinated with the calculated positioning of the window frame.

7. An engineering and architectural design for a nine-story apartment building was developed, integrating practical proposals and scientifically grounded findings derived from the master's research project.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Київ, 2022. 23 с. (Державні будівельні норми України).
2. Савицкий Н.В., Котов Н.А. Аналіз тепловтрат житлових будинків різної поверховості // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2014. – № 5 (194). С. 4-7.
3. Вплив положення віконних блоків по товщині стіни на теплотехнічні характеристики вузла їх примикання / В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, С. О. Джирма та ін. // Sciences of Europe. - Praha : Global Science Center LP, 2017. - Vol 3, № 21. - С. 8-13.
4. Серії житлових будинків: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wikiСерії_житлових_будинків (дата звернення: 15.10.2026).
5. Сталінка: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сталінка (дата звернення: 15.10.2026).
6. Брежнєвскі будинки: веб-сайт. URL: http://tipdoma.com/serii-domov-ukraina (дата звернення: 17.10.2026).
7. Вікіпедія. Хрущовка: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/Хрущовка (дата звернення: 18.10.2026).
8. Сахновська С.О. Прогнозування енергоефективності великоблочних житлових будинків на основі раціональної теплоізоляції огороджень: Автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.23.01 / Сахновська Світлана Олексіївна; ДНАБА. – Макіївка, 2013. – 20 с.
9. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – К.: Мінбуд України, 2006. – 68 с. (Держ. буд. норми України).
10. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014. Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків. [Чинний від 2014-12-31]. Київ, 2014. 67 с. (Національний стандарт України).

11. Сулима, О.Ю. Удосконалення вузлів примикання віконних блоків в монолітних стінах житлових і громадських будівель / О.Ю. Сулима, С.О. Джирма // Досвід впровадження у навчальній процес сучасних комп'ютерних технологій : І Всеукраїн. студ. наук.-практ. конференція, 29-30 жовтня 2019 р., м. Кропивницький : зб. матеріалів / М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький: ЦНТУ, 2019. - С. 64-68.
12. Правиленко, Н.М. Зниження тепловтрат будівель шляхом застосування енергоефективних проектних і технологічних рішень вузлів примикань сучасних світлопрозорих огороджуючих конструкцій / Н.М.Правиленко, С.О. Джирма // Збірник праць молодих науковців КНТУ. – Вип. 3. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 510-513.
13. Національна лабораторія Лоуренса Берклі: веб-сайт. URL: https://windows.lbl.gov/. (дата звернення: 25.10.2026).
14. Тукало О.С., Джирма С.О. Дослідження впливу положення вікон з ПВХ в товщі стін на тепловтрати існуючих житлових будівель вторинного ринку нерухомості в м. Кіровоград. Зб. тез доповідей IV Всеукр. студентського наук.-практ. семінару "Досвід впровадження у навчальній процес сучасних комп'ютерних технологій". КНТУ, 2016. С. 59-66.
15. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Київ, 2011. 123 с. (Національний стандарт України).
16. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2023-03-01]. Київ, 2023. 60 с. (Національний стандарт України).
17. В.А. Пашинський, С.О Джирма, М.В. Пашинський. Теплові характеристики вузлів примикання вікон до цегляних та залізобетонних стін цивільних будівель на території Кіровоградської області //

Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Вип. 3(34). Кропивницький: ЦНТУ. 2020. – С. 200-209.

18. Pashynskyi, M.; Dzhyrma, S.; Pashynskyi, V.; Nastoyashchiy, V.: Providing the thermal reliability of window junctions during the thermal modernization of civil buildings, Electronic Journal of the Faculty of Civil Engineering Osijek-e-GFOS, 2020, 21, pp. 45-54.
19. Kariuk A., Rubel V., Pashynskyi V., Dzhyrma S. (2020) Improvement of Residential Buildings Walls Operation Thermal Mode. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 73. Springer, Cham. Pages 75-81.
20. ДСТУ Б В.2.6-15:2011. Блоки віконні та дверні полівінілхлоридні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2012-10-01]. Київ, 2012. 38 с. (Національний стандарт України).
21. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012-04-01]. Київ, 2012. 116 с. (Державні будівельні норми України).
22. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-02-01]. Київ, 2017. 41 с. (Державні будівельні норми України).
23. ДСТУ Б А.3.2-13:2011. Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги. [Чинний від 2012-12-01]. Київ, 2012. 14 с. (Державні будівельні норми України).

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП 1

Розділ 1. ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЗАВДАНЬ 7

1.1 Аналіз технічного зносу та експлуатаційного ресурсу житлового фонду міста Кропивницького 7

1.2 Сучасні нормативні положення щодо підвищення теплової ефективності сучасних об’єктів 25

1.3 Оцінка тепловтрат через огороджувальні частини житлових будинків 26

1.4 Класифікація й технічна будова світлопрозорих стінових огороджень 29

1.5 Постановка науково-практичної задачі та підходи до її розв'язання 37

Розділ 2. ОЦІНКА ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОНТАЖНИХ СТИКІВ СВІТЛОПРОЗОРИХ БЛОКІВ У ОТВОРАХ ЗОВНІШНІХ СТІН 40

2.1 Оцінка та аналіз температурних полів огороджувальних конструкцій та вузлів примикання віконних блоків у житловій забудові Кропивницького 40

2.2 Моделювання температурного режиму ділянки стикування віконного блоку залежно від площини встановлення 50

Розділ 3. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ 59

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ 60

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ 61

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 65

ДОДАТКИ 70