

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

«Допустити до захисту»
Завідувач кафедри БДМБ,
кандидат технічних наук, професор

Владислав НАСТОЯЩИЙ
" ____ " _____ 2024 р.

Кваліфікаційна магістерська робота

на тему: **РОЗВИТОК МЕТОДІВ НОРМУВАННЯ ОПОРУ
ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Виконала: здобувачка освіти групи БІ-23 МЗ
спеціальності 192
«Будівництво та цивільна інженерія»

Алла ЧЕРНЯВСЬКА
" ____ " _____ 2024 р.

Керівник кваліфікаційної магістерської роботи:
доктор технічних наук, професор

Віктор ПАШИНСЬКИЙ
" ____ " _____ 2024 р.

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Розроблена уточнена методика визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій залежно від допустимого рівня втрат тепла, температури повітря в приміщенні та кліматичних параметрів району будівництва.

Для цього на прикладі шести метеостанцій, дані яких охоплюють практично увесь спектр значень параметрів температури атмосферного повітря на території України, проаналізовані вимоги до опору теплопередачі та втрати тепла через зовнішні стіни та суміщені покриття житлових будівель. Встановлено, що систематичне підвищення вимог до опору теплопередачі огорожень і Державних будівельних норм України призвело до того, що втрати тепла через сучасні стіни та покриття стали у 5...6 разів меншими порівняно з конструкціями 1954...1972 років. Разом з тим, встановлення опору теплопередачі за належністю до одного з температурних районів обумовило значну мінливість втрат тепла по території. При проектуванні огорожень за чинними ДБН В.2.6-31:2021 найбільші по території України втрати тепла через стіни та покриття відрізняються від найменших майже у 2,5 разу.

За результатами аналізу можливих комбінацій температури повітря в приміщеннях та допустимих значень річних втрат тепла через огороження отримана робоча формула для обчислення необхідного опору теплопередачі огорожувальної конструкції через три змінні: температуру повітря в приміщенні, допустимі втрати тепла та кількість градусо-днів опалювального періоду при температурі повітря в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$. Розроблена методика визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій забезпечує відхилення результуючих втрат тепла через огороження від попередньо заданих допустимих втрат тепла в межах 1%.

Для реального впровадження цієї методики визначення необхідного опору теплопередачі необхідно уточнити отриману робочу формулу з урахуванням даних більшої кількості метеостанцій, а також виконати територіальне районування України за кількістю градусо-днів опалювального періоду, що відповідають температурі повітря в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$.

ABSTRACT

A refined method of determining the necessary heat transfer resistance of enclosing structures has been developed depending on the permissible level of heat loss, indoor air temperature and climatic parameters of the construction area.

For this, the requirements for heat transfer resistance and heat loss through external walls and combined coverings of residential buildings were analyzed using the example of six weather stations, the data of which cover almost the entire range of values of atmospheric air temperature parameters on the territory of Ukraine. It was established that the systematic increase in requirements for the heat transfer resistance of fences and the State Building Regulations of Ukraine led to the fact that heat losses through modern walls and coverings became 5...6 times smaller compared to structures of 1954...1972. At the same time, the establishment of heat transfer resistance by belonging to one of the temperature regions determined the significant variability of heat loss across the territory. When designing fences according to the current DBN B.2.6-31-2021, the largest heat losses in the territory of Ukraine through walls and coverings differ from the smallest by almost 2.5 times.

Based on the results of the analysis of possible combinations of indoor air temperature and permissible values of annual heat loss through the enclosure, a working formula was obtained for calculating the necessary heat transfer resistance of the enclosure structure through three variables: indoor air temperature, permissible heat loss, and the number of degree-days of the heating period at the air temperature in indoors $+20^{\circ}\text{C}$. The developed method of determining the necessary heat transfer resistance of the enclosing structures ensures the deviation of the resulting heat loss through the enclosure from the predetermined permissible heat loss within 1%.

For the actual implementation of this method of determining the necessary heat transfer resistance, it is necessary to refine the working formula obtained taking into account the data of a larger number of weather stations, as well as to carry out territorial zoning of Ukraine by the number of degree-days of the heating period, corresponding to an indoor air temperature of $+20^{\circ}\text{C}$.

З М І С Т

ВСТУП	3
Розділ 1 ІСТОРИЧНИЙ АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ДО ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	
	6
1.1 Нормування опору теплопередачі огороджувальних конструкцій у період до кінця ХХ століття.....	6
1.2 Теплові характеристики огороджувальних конструкцій в Державних будівельних нормах України	9
1.3 Нормування теплових характеристик огороджувальних конструкцій в зарубіжних країнах та перспективи розвитку енергозбереження будівель в Україні	17
1.4 Висновки з огляду літератури та завдання досліджень	19
Розділ 2 ЗМІНИ В ЧАСІ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ДО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТА ВТРАТ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖЕННЯ... 22	
2.1 Передумови та вихідні дані	22
2.2 Зміни необхідного опору теплопередачі огороджень	24
2.3 Втрати тепла через огороджувальні конструкції.....	29
2.4 Висновки з розділу	33
Розділ 3 УТОЧНЕНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	
	35
3.1 Обґрунтування методики та розрахункових формул	35
3.2 Приклади визначення опору теплопередачі та втрат тепла через огороджувальні конструкції.....	40

					КМР 2319219 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Чернявська А..				Розвиток методів нормування опору теплопередачі огороджувальних конструкцій	Літ.	Арк.	Акрцвів
Перевірів	Пашинський В.А.						1	89
Реценз.						ЦНТУ гр. БІ-23 МЗ		
Н. Контр.	Дарієнко В.В							
Затвердив	Настоящий В.А							

3.3	Рекомендації з визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій з урахуванням параметрів температурного режиму району будівництва	43
3.4	Висновки з розділу та завдання подальших досліджень	44
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ЗАВДАННЯ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ...	45
	GENERAL CONCLUSIONS AND TASKS FOR FURTHER RESEARCH.....	47
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
	Додаток А ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ УТЕПЛЕННІ ТА ОПОРЯДЖЕННІ СТІН ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ.....	53
A.1	Загальні заходи з охорони праці	53
A.2	Аналіз шкідливих і небезпечних факторів, які діють на будівельному майданчику	54
A.3	Організація охорони праці на будівельному майданчику	56
A.4	Охорона праці під час проведення робіт з теплоізоляції стін	58
A.5	Вимоги безпеки при виконанні штукатурних і малярних робіт.....	60
A.6	Роботи з полімерними, антисептичними і вогнезахисними матеріалами .	64
	Додаток В ІЛЮСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ.....	66

ВСТУП

Актуальність теми. Найвагомим фактором підвищення енергетичної ефективності будівель є опір теплопередачі огорожувальних конструкцій. Нормативні вимоги до цього показника уперше введені в 1954 році й до 1986 року залишалися практично незмінними. Починаючи з 1993 року, вимоги до опору теплопередачі огорожень у нормах проєктування України постійно збільшувалися й до 2021 року зросли майже у п'ять разів.

Чинна редакція норм проєктування ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» вимагає обирати мінімально необхідну величину опору теплопередачі за належністю до однієї з двох температурних зон України. Такий підхід є досить простим і забезпечує безпомилкове визначення опору теплопередачі за картою й таблицею ДБН В.2.6-31:2021, але не повною мірою враховує особливості температурного режиму місця будівництва і тому дає досить значний розкид втрат тепла через огорожувальні конструкції одного типу, розміщені в різних географічних районах України.

Певна суперечність чинних норм спонукає до ретроспективного аналізу вимог до опору теплопередачі та втрат тепла через огорожувальні конструкції з метою обґрунтування більш точного способу визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій з урахуванням усіх факторів, що впливають на втрати тепла через них. Наукова новизна й практична спрямованість таких досліджень підтверджують актуальність обраної нами теми кваліфікаційної магістерської роботи.

Мета дослідження: за результатами ретроспективного аналізу вимог до опору теплопередачі в нормах проєктування останніх 70 років та їх впливу на втрати тепла через стіни й суміщені покриття житлових будівель розробити методику визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій за заданим рівнем втрат тепла з урахуванням температурного режиму місця будівництва та вимог до температури повітря в приміщеннях.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						3
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Для досягнення цієї мети необхідно реалізувати такі **завдання**:

1. Обрати декілька метеостанцій з різних географічних районів, дані яких охоплюють увесь спектр характеристик температури атмосферного повітря, що можуть реалізуватися на території України, та встановити для них параметри температури повітря, необхідні для подальшого дослідження.
2. Згідно з вимогами норм теплового захисту будівель, які діяли від середини ХХ століття до нашого часу, встановити необхідні значення опору теплопередачі зовнішніх стін і суміщених покриттів житлових будівель та проаналізувати зміни в часі нормативних вимог до теплових характеристик огорожувальних конструкцій.
3. З урахуванням параметрів температури повітря на обраних метеостанціях та отриманих значень опору теплопередачі обчислити втрати тепла через один квадратний метр зовнішніх стін і суміщених покриттів протягом опалювального періоду та проаналізувати їх зміни в часі залежно від вимог норм 1954...2021 років до опору теплопередачі огорожень.
4. На підставі аналізу взаємних залежностей між тепловими характеристиками огорожень та параметрами температурного режиму їх експлуатації обґрунтувати уточнену методику визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.
5. За даними вибіркової мережі метеостанцій верифікувати розроблену методику визначення необхідного опору теплопередачі огорожень для будівель різного призначення при різних нормах втрат тепла.

Об'єкт дослідження: методи визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Предмет дослідження: залежність опору теплопередачі від параметрів клімату, санітарних вимог та втрат тепла через огороження.

Методи дослідження: методи теплофізичних розрахунків огорожувальних конструкцій будівель та методи статистичного аналізу даних.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Наукова новизна результатів дослідження:

- 1) отримані закономірності зміни вимог нормативних документів до опору теплопередачі огорожувальних конструкцій на протязі 70 років;
- 2) виявлена значна територіальна мінливість втрат тепла через огорожувальні конструкції, запроєктовані за чинними ДБН В.2.6-31:2021;
- 3) виявлена залежність необхідного опору теплопередачі від кліматичних умов району будівництва, вимог до мікроклімату приміщень та допустимих значень втрат тепла через огорожувальні конструкції.

Практичне значення результатів дослідження:

- 1) отримана робоча формула для визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій залежно від допустимих втрат тепла, розрахункової температури внутрішнього повітря та кількості градусо-днів опалювального періоду в районі будівництва;
- 2) розроблена уточнена методика визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Апробація та публікація результатів роботи. Результати магістерської роботи представлені на LVIII науково-технічній конференції здобувачів вищої освіти (м. Кропивницький, травень 2024 р.) та опубліковані в тезах доповіді:

Чернявська А.Д. Методи встановлення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій // Наука-виробництву, 2024 : Тези доповідей LVIII науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти – Кропивницький : ЦНТУ, 2024. – С. 84

Структура роботи. Робота містить 89 сторінок, у тому числі 13 рисунків, 13 таблиць, список з 28 використаних джерел, анотацію українською та англійською мовами, а також мультимедійну презентацію з 23 слайдів. Текст роботи складається зі вступу, 3 розділів, висновків за результатами досліджень та двох додатків на 37 сторінках.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 1

ІСТОРИЧНИЙ АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ДО ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

1.1 Нормування опору теплопередачі огорожувальних конструкцій у період до кінця XX століття

Протягом багатьох століть огорожувальні конструкції будівель зводилися на основі практичного досвіду їх експлуатації в певних кліматичних умовах. Для стін використовувалися традиційні природні та штучні матеріали, зокрема деревина та кам'яни чи цегляна кладка. Їх товщина обиралася дослідним шляхом з урахуванням досвіду багатьох поколінь будівельників. Розуміння вирішального впливу теплових характеристик огорожувальних конструкцій на мікроклімат приміщень та витрати тепла на опалення призвело до необхідності встановлення певних вимог, які повинні гарантувати достатню теплоізоляцію приміщень. Історія становлення та розвитку цих вимог досить детально проаналізована в статті [23], зміст якої використано при написанні даного огляду.

Для території України офіційні вимоги до рівня теплової ізоляції будівель вперше були встановлені в "Урочному положенні" 1896 р. В [23] показано, що цим Положенням територія України в основному була віднесена до північної та середньої кліматичної зони. Найменша товщина зовнішніх стін з повнотілої керамічної цегли була встановлена рівною 2,5 цеглини. Це становило 15 вершків, тобто 64...67 см. Такий підхід не вимагав виконувати теплотехнічні розрахунки, що цілком відповідало тодішньому рівню будівельної науки й техніки.

Перші числові оцінки вимог до теплових характеристик огорожень були встановлені документом «Технічні вказівки та норми» від 1929 р. У цих нормах було встановлено, що ступінь теплозахисту визначається опором теплопередачі огороження та стійкістю теплового режиму при періодичному опаленні. Еталоном для середньої кліматичної зони при одній топці печі протягом доби визнана стіна в 2,5 цеглини (640 мм) з опором теплопередачі $0,95 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Наступні зміни нормативних вимог до теплових характеристик огорожень були регламентовані СНиП II-54 у 1954 році. Згідно з цими нормами, опір теплопередачі огороження R_0 повинен бути не меншим від встановленого нормами необхідного значення.

Фактичний опір теплопередачі багатошарової конструкції розраховувався за формулою:

$$R_0 = R_B + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_H, \quad (1.1)$$

де R_B і R_H – опори теплопереходу до внутрішньої та зовнішньої поверхонь;

$R_1, R_2, \dots, R_n$ – термічні опори усіх шарів огорожувальної конструкції, обчислені за формулою:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i, \quad (1.2)$$

де δ_i – товщина i -того шару;

λ_i – коефіцієнт теплопровідності матеріалу i -того шару.

Необхідний опір теплопередачі огороження розраховувався за формулою

$$R_0^{mp} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n \cdot m}{\alpha_{\text{в}} \cdot \Delta t_{\text{н}}}, \quad (1.3)$$

де $t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні;

$t_{\text{н}}$ – розрахункова температура атмосферного повітря;

$\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт теплопереходу;

$\Delta t_{\text{н}}$ – нормативний перепад між температурою внутрішнього повітря й температурою внутрішньої поверхні огороження;

n – коефіцієнт, який ураховував розміщення зовнішньої поверхні огороження відносно атмосферного повітря;

m – коефіцієнт, залежний від масивності огорожувальної конструкції.

Температура внутрішнього повітря для житлових приміщень була встановлена рівною $t_{\text{в}} = +18^\circ\text{C}$.

Температура зовнішнього повітря $t_{\text{н}}$ встановлювалася рівною середній температурі найхолоднішої п'ятиденки.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Нормативний температурний перепад Δt_n дорівнював 6°C для зовнішніх стін, $4,5^\circ\text{C}$ для покриттів і горищних перекриттів та $2,5^\circ\text{C}$ для підлог.

По суті, необхідний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій визначався за санітарно-гігієнічними вимогами, що відповідає встановленій в сучасних ДБН [4...7] умові комфортності перебування поблизу огороження. Для більшої частини території України визначений таким чином необхідний опір теплопередачі для звичайних у другій половині ХХ століття цегляних стін у середньому дорівнював біля $0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, а для покриттів та горищних перекриттів становить $1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Це приблизно у 5 разів менше, ніж встановлено сучасними ДБН [7]. Окрім того, звертають на себе увагу нижчі вимоги до температури внутрішнього повітря та нормативного перепаду температур повітря в приміщенні та внутрішньої поверхні огороження.

Наступним етапом розвитку вимог та методів встановлення теплових характеристик огорожувальних конструкцій будівель стало упровадження СНиП II-A.7-62 "Будівельна теплотехніка" та наступних редакцій СНиП II-3-71 та СНиП II-3-79 з його наступними змінами. Основні положення цих норм щодо встановлення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій були близькі до СНиП II-54. Необхідний опір теплопередачі огороження розраховувався за формулою, близькою до (1.3):

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_e - t_n)}{\alpha_e \cdot \Delta t^n}. \quad (1.4)$$

Позначення усіх величин в (1.4) відповідають (1.3), але для них встановлені дещо інші значення. В останній редакції СНиП II-3-79** від 1986 року нормативний температурний перепад Δt_n між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції зменшився до 6°C для зовнішніх стін, 4°C для покриттів і горищних перекриттів та 2°C для перекриттів над підвалами та проїздами. Розрахункова температура зовнішнього повітря визначалася залежно від теплової інерції огороження.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		8

Окрім того, введені вимоги до опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій, уточнені коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огороження, а також введене поняття приведеного опору теплопередачі для неоднорідних огорожувальних конструкцій. В редакції СНиП II-3-79 від 1979 року введена таблиця мінімально необхідних значень опору теплопередачі, встановлених з умови енергозбереження залежно від кількості градусо-днів опалювального періоду. Ці вимоги повинні були виконуватися, починаючи з 1995 року, але були видалені з наступних редакцій СНиП II-3-79* та СНиП II-3-79**.

1.2 Теплові характеристики огорожувальних конструкцій в Державних будівельних нормах України

Розвиток нормативної бази з питань теплової ізоляції й енергоефективності будівель в Україні досить детально відображено в статті [26] та презентації, представлений д.т.н. Фаренюком Г.Г. [24]. Подальший аналіз виконано за цими джерелами та безпосередньо за ДБН України [4...7].

Першим нормативним документом незалежної України в галузі теплового захисту будівель став наказ Міністерства у справах будівництва і архітектури від 27.12.1993 року № 247 "Про введення в дію нових нормативів опору теплопередачі огорожуючих конструкцій житлово-цивільних будинків і споруд для нового будівництва, реконструкцій та капітальних ремонтів" [21]. Цим наказом територія України була розділена на чотири температурні зони згідно з картою, наведеною на рисунку 1.1. Зонування території здійснено, виходячи з кількості градусо-днів опалювального періоду з температурою атмосферного повітря, нижчою +8°C. Кількість градусо-днів визначається за формулою:

$$G_{on} = (t_e - t_{on}) \cdot Z_{on}, \quad (1.5)$$

де t_e – розрахункова температура повітря в приміщенні;

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						9
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$t_{оп}$ – середня температура атмосферного повітря в опалювальний період;
 $Z_{оп}$ – кількість днів опалювального періоду.



Рис. 1.1 Карта-схема температурних зон України (за наказом Міністерства у справах будівництва і архітектури від 27.12.1993 року № 247)

Для кожної з температурних зон наказом [21] встановлені нормативні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій різних видів для нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту будівель. Фрагмент таблиці з [21], що відноситься до нового будівництва, наведено на рисунку 1.2.

Порівняння цієї таблиці з наведеними вище результатами розрахунку за СНиП II-54 показує, що значення опору теплопередачі огорожень зросли більш ніж у 2 рази, що сприяло підвищенню енергоефективності будівель. Додатковою перевагою норм, встановлених наказом [21] є простота процедури визначення опору теплопередачі, яка не потребує виконання розрахунків. Недоліком, який був пізніше усунений в ДБН [4], є різні значення опору теплопередачі для конструкцій з різних матеріалів.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		10

NN п/п	Найменування огороджуючих конструкцій	Нормативні значення опору теплопередачі огороджуючих конструкцій, (квадр. м.)/Вт			
		1 зона < 3501 Г.-Д.	2 зона 3001- 3500 Г.-Д.	3 зона 2501- 3000 Г.-Д.	4 зона < 2500 Г.-Д.*
А. НОВЕ БУДІВНИЦТВО					
ЗОВНІШНІ СТІНИ					
1.	Великопанельні, монолітні та об'ємноблочні з утеплювачами:				
	а) із полімерних матеріалів	2,5	2,4	2,2	2,0
	б) із мінераловати або інших матеріалів	2,5	2,1	1,9	1,8
2.	Блочні:				
	а) із ніздрюватого бетону	2,0	1,9	1,7	1,5
	б) з пористими заповнювачами	1,8	1,7	1,5	1,3
3.	Цегляні, з керамічних каменів та дрібних блоків:				
	а) повнотілі з утеплювачем	2,2	2,1	1,9	1,7
	б) багатощільові	1,6	1,5	1,4	1,2
ПОКРІВЛІ ТА ПЕРЕКРИТТЯ					
4.	Покрівлі та перекриття горищ (крім "теплых" горищ)	2,7	2,5	2,4	2,0
5.	Перекриття над проїздами та холодними підвалами, сполученими із зовнішнім повітрям	3,0	2,9	2,4	2,0
6.	Перекриття над неопалюваними підвалами:				
	а) із світовими отворами в стінах	2,5	2,4	2,2	2,0
	б) без світових отворів в стінах	2,3	2,2	2,0	1,8
ВІКНА ТА БАЛКОННІ ДВЕРІ		0,50	0,42	0,42	0,39

Рис. 1.2 Таблиця нормативних значень опору теплопередачі (копія з наказу Міністерства у справах будівництва і архітектури від 27.12.1993 року № 247)

Наступним етапом розвитку нормативної бази стали Державні будівельні норми України ДБН В.2.6-31-2006 «Теплова ізоляція будівель» [4]. Ці норми мають комплексний характер і встановлюють вимоги до теплових показників теплоізоляційної оболонки, тобто огорожувальних конструкцій будівель, та порядок їх розрахунку. Норми [4] базуються на критеріях раціонального використання енергії для обігріву, забезпечення належних санітарно-гігієнічних параметрів повітря в приміщеннях, недопустимості утворення конденсату на поверхнях огорожень, а також достатньої довговічності огорожувальних конструкцій будівель.

Мінімально допустиме значення $R_{q\min}$ опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будинків встановлюється за таблицею залежно від температурної зони експлуатації будинку, яка визначається за картою температурних зон України. Копія карти ДБН В.2.6-31-2006 [4], на якій визначено чотири температурні зони, наведена на рисунку 1.3.

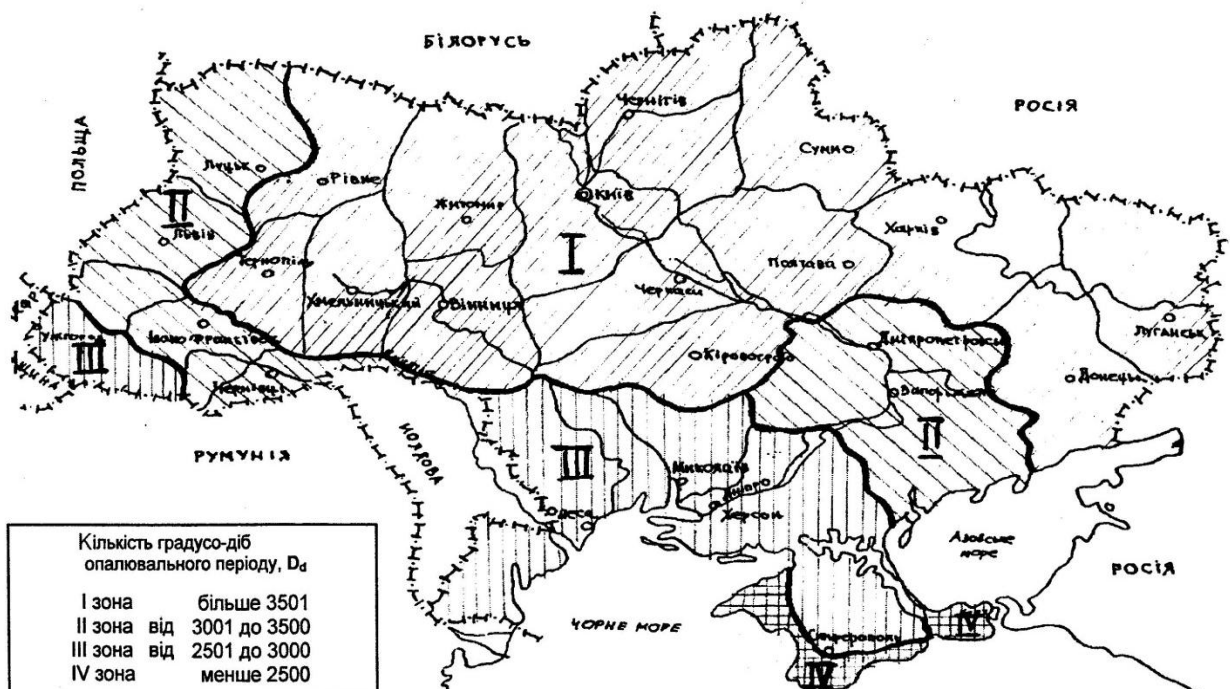


Рис. 1.3 Карта-схема температурних зон України за ДБН В.2.6-31-2006

Визначившись з температурною зоною, можна за таблицею 1 з ДБН [4] встановити R_{qmin} . Копія цієї таблиці наведена на в таблиці 1.1. Порівняно з наказом [21], значення опору теплопередачі дещо збільшилися та стали незалежними від матеріалу огорожувальних конструкцій.

Таблиця 1.1

Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожень
за ДБН В.2.6-31-2006 [4]

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} для температурної зони			
		I	II	III	IV
1	Зовнішні стіни	2,8	2,5	2,2	2,0
2а*	Покриття й перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5	3,9	3,3
2б		3,3	3,0	2,6	2,2
3	Перекриття над проїздами та холодними підвалами, що межують із холодним повітрям	3,5	3,3	3,0	2,5
4	Перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані вище рівня землі	2,8	2,6	2,2	2,0
5а*	Перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані нижче рівня землі*	3,75	3,45	3,0	2,7
5б		2,5	2,3	2,0	1,8
6а	Вікна, балконні двері, вітрини, вітражі, світлопрозорі фасади	0,6	0,56	0,5	0,45
6б		0,5	0,5	0,5	0,45
7	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,44	0,41	0,39	0,32
8	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,6	0,56	0,54	0,45
9	Вхідні двері в квартири, що розташовані вище першого поверху	0,25	0,25	0,25	0,25
* Для будинків садибного типу і будинків до 4 поверхів включно					

У 2013 році до ДБН В.2.6-31-2006 [4] були внесені зміни, введені в дію з 1 липня 2013 року. Замінена карта температурних зон України та таблиця мінімально допустимих значень опору теплопередачі R_{qmin} . Кількість температурних зон зменшена з чотирьох до двох, а межі між ними співпадають з межами адміністративних областей України. Нова карта температурних зон показана на рисунку 1.4 згідно з виданням ДБН [5], а відповідні значення мінімально допустимого опору теплопередачі наведені в таблиці 1.2.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						13
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



Рис. 1.4 Карта-схема температурних зон України за змінами до ДБН В.2.6-31-2006 від 2013 року

Таблиця 1.2

Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожень за змінами до ДБН В.2.6-31-2006 від 2013 року

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	5,35	4,9
3	Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
6	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,44	0,39
7	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатопверхових будинків	0,6	0,54

З рисунка 1.4 видно, що до другої температурної зони віднесені південні області України: Запорізька, Миколаївська, Херсонська, Одеська, а також Закарпатська область та АР Крим. Усі інші області відносяться до більш холодної першої температурної зони. Окрім того, таблиця 1.2 вказує на збільшення мінімально допустимих значень R_{qmin} порівняно з наведеними в таблиці 1.1 даними з першої редакції ДБН В.2.6-31-2006 [5].

У наступній версії ДБН В.2.6-31-2016 [6] введені поняття показника енергоефективності та класу енергетичної ефективності будівель, а також встановлені нормативні максимальні питомі енергопотреби для житлових та громадських будівель. Задекларовано системний принцип проектування теплоізоляційної оболонки будівель за заданим класом енергоефективності, а вимоги до опору теплопередачі елементів огорожувальних конструкцій визнані альтернативними, які також повинні виконуватися. При цьому підлягають перевірці три граничні нерівності, які гарантують:

- приведений опір теплопередачі не менший від встановлених нормами [6] мінімально допустимих значень;
- різницю температур внутрішнього повітря та внутрішньої поверхні огороження не більшу від встановлених нормами [6] граничних значень;
- температуру внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень вузлів огорожувальних конструкцій, не нижчу від точки роси.

Окрім того, в ДБН [6] внесені зміни до значень мінімально необхідних опорів теплопередачі, хоча карта температурних зон з рисунка 1.4 залишилася незмінною. Нова таблиця значень R_{qmin} наведена в таблиці 1.3 у формі копії з таблиці 1 ДБН [6]. У новій таблиці дещо змінено перелік огорожувальних конструкцій, а мінімально необхідні опори теплопередачі у деяких випадках збільшені порівняно з таблицею 1.2. Окрім того, з ДБН В.2.6-31-2016 [6] була вилучена значна кількість довідкових даних, які перенесені в ДСТУ [13].

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3

Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожень
за ДБН В.2.6-31-2016 [6]

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	5,5
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5
5	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
6	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
7	Зовнішні двері	0,6	0,5

Чинна версія ДБН В.2.6-31-2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель" [7] вимагає проектувати теплоізоляційні оболонки будівель за заданим значенням загального річного показника питомого енергоспоживання з додатковим урахуванням теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій, вимоги до яких встановлені цими нормами.

Таблиця 1.4

Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожень
за ДБН В.2.6-31-2021 [7]

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00	3,50
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	6,00
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00	5,50
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,00	4,00
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,60

Карта температурних зон залишилася такою ж, як і наведена на рисунку 1.4 карта з ДБН В.2.6-31-2016 [6], але таблиця мінімально допустимих значень опору теплопередачі огорожень житлових та громадських будівель зазнала змін у бік збільшення опору теплопередачі, які відображені в таблиці 1.4.

Окрім того, в останній редакції ДБН [7] диференційовані розрахункові значення температури внутрішнього повітря в приміщеннях різного призначення. Зокрема, для закладів дошкільної освіти та охорони здоров'я встановлена температура повітря $+22^{\circ}\text{C}$, а для спортивних закладів прийнята температура $+18^{\circ}\text{C}$.

Загалом, чинна версія ДБН В.2.6-31-2021 [7] зорієнтована на комплексний принцип проєктування теплоізоляційної оболонки будівель за нормованими значеннями енергетичних показників, які повинні враховувати витрати енергії як на опалення взимку, так і на охолодження будівлі в літній період. В ДБН [7] викладені основні принципи проєктування, а конкретні методи розрахунків та довідкові дані перенесені до ДСТУ [12].

1.3 Нормування теплових характеристик огорожувальних конструкцій в зарубіжних країнах та перспективи розвитку енергозбереження будівель в Україні

Вимоги до енергоефективності будівель та принципи її забезпечення в ЄС встановлюються Директивами Європейського Парламенту і Ради [8, 9, 10], які періодично змінюються та удосконалюються. По суті, вказані Директиви ставлять і корегують завдання державам щодо зменшення енергоспоживання, у тому числі на утримання, опалення й охолодження будівель. Наведемо стислий перелік основних завдань та шляхів їх вирішення:

- досягнення сукупного заощадження енергії за період з 2021 року до 2030 року, еквівалентному річному заощадженню в розмірі не менше 0,8% споживання кінцевої енергії;

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- упровадження когенерації, тобто виробництва в одному процесі теплової та електричної енергії;
- підвищення темпів ремонту існуючого фонду будівель, як сектору із найбільшим потенціалом енергозбереження;
- зниження витрат споживачів за рахунок зниження енергетичних потреб будівель та підвищення ефективності приладів;
- встановлення індивідуальних лічильників у багатоцільових будівлях та багатоквартирних житлових будинках з централізованим опаленням;
- лічильники тепла, які встановлюються після 25.10.2020 року, повинні надавати можливість дистанційного зчитування показників;
- розроблення довгострокової стратегії залучення інвестицій для ремонту житлових і комерційних будівель, яка має включати огляд фонду будівель за статистичною вибіркою, визначення економічно ефективних методів ремонту залежно від кліматичної зони й типу будівлі, заходи економічного щодо стимулювання масштабного ремонту будівель, науково обґрунтовану оцінку очікуваного обсягу енергозбереження та інших вигід;
- розвиток систем енергетичного менеджменту та проведення незалежних енергетичних аудитів;
- наявність схем акредитації, атестації та сертифікації постачальників енергетичних послуг, енергетичних менеджерів та аудиторів, а також монтажників енергетичних будівельних елементів;
- інформування й навчання споживачів, архітекторів, будівельників, інженерів, енергетичних та екологічних аудиторів, монтажників будівельних елементів;
- контроль виконання заходів з енергозбереження.

Директиви [8, 10] містять також низку методичних рекомендацій щодо організаційно-технічних питань енергозабезпечення, у тому числі:

- загальні принципи визначення кількості електроенергії, отриманої при когенерації;
- методику оцінювання ефективності процесу когенерації;

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						18
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- вимоги щодо енергоефективності при закупівлі центральним урядом товарів, послуг і будівель;
- критерії здійснення енергетичних аудитів у рамках систем енергетичного менеджменту, детально викладені в додатку VI Директиви 2012/27EU [8];
- методика аналізу втрат і вигід.

Перспективи підвищення енергоефективності будівель в Україні викладені в роботах [24...28]. Показано, що енергозбереження в будівництві є світовою проблемою, обумовленою зростанням цін на енергоносії. Великий досвід практичного вирішення задач росту енергоефективності будівель накопичено в країнах Північної Америки та Західної Європи. Ця проблема вирішується за рахунок комплексу технічних, економічних, організаційних і соціальних заходів. Особлива увага звертається на загрозу вичерпання у світі невідновлюваних паливно-енергетичних ресурсів. Для України ці ризики поглиблюються нерівномірним розміщенням паливно-енергетичних ресурсів, у тому числі в політично нестабільних регіонах.

З метою підвищення енергетичної ефективності будівель в Україні розробляється та модернізується нормативна база з відповідних питань [24, 26]. Нормативна база з питань енергоефективності будівель розвивається в напрямі гармонізації з європейськими нормативними документами. Важливим рішенням є імплементація в норми України положень Директив ЄС [8...10] та створення системного комплексу норм і стандартів, що реалізують це рішення. Елементами цього комплексу є ДБН [7], ДСТУ [11, 12] та інші нормативні документи, які успішно впроваджуються в проєктування та будівництво різних об'єктів.

1.4 Висновки з огляду літератури та завдання досліджень

Виконаний огляд нормативних вимог до теплових характеристик огорожувальних конструкцій та інших літературних джерел з питань проєктування теплового захисту будівель дозволяє зробити такі **висновки**:

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						19
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1. Формування теплотехнічних вимог до огорожувальних конструкцій, що зводяться на території України, шляхом встановлення необхідного опору теплопередачі започатковане у 1954 році.
2. До 1986 року необхідні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій різних видів обчислювалися за розрахунковими параметрами температури повітря в районі будівництва, виходячи з санітарно-гігієнічних вимог до максимально допустимого перепаду температур внутрішньої поверхні огороження та повітря в приміщенні.
3. Починаючи з 1993 року, мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій визначаються, виходячи з розміщення будівлі в певній температурній зоні України, межі яких встановлені на відповідних картах ДБН. Така методика є більш простою та виключає помилки при проєктуванні огорожувальних конструкцій. Одночасно в цей період відбулося різке зростання вимог до опору теплопередачі, яке повинно зменшити втрати тепла на опалення будівель.
4. У наступних випусках норм теплової ізоляції будівель, починаючи від ДБН В.2.6-31-2006 і до чинних ДБН В.2.6-31-2021 реалізувалася політика поступового збільшення мінімально можливого опору теплопередачі огорожень, у результаті якої чинні вимагають встановлювати опір теплопередачі конструкцій приблизно у п'ять разів більшим від встановленого в 1954...1986 роки.
5. Чинні норми проєктування ДБН В.2.6-31-2021 встановлюють комплексний принцип проєктування теплоізоляційної оболонки будівель за нормованими значеннями енергетичних показників, які повинні враховувати витрати енергії на опалення взимку, та на охолодження будівлі в літній період.
6. Зарубіжні вимоги до енергоефективності встановлені в Директивах Європейського Парламенту і Ради, періодичне оновлення яких забезпечує сталий розвиток питань енергоефективності в країнах ЄС.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						20
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Виходячи з викладеного огляду літературних джерел, сформульована **мета кваліфікаційної магістерської роботи**: За результатами ретроспективного аналізу вимог до опору теплопередачі в нормах проектування останніх 70 років та їх впливу на втрати тепла через стіни й суміщені покриття житлових будівель розробити методику визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій за заданим рівнем втрат тепла з урахуванням температурного режиму місця будівництва та вимог до температури повітря в приміщеннях.

Для досягнення цієї мети необхідно реалізувати такі **завдання**:

1. Обрати декілька метеостанцій, які представляють різні географічні райони, та дані яких охоплюють увесь спектр характеристик температури атмосферного повітря, що можуть реалізуватися на території України, та встановити для них параметри температури повітря, необхідні для подальшого дослідження.
2. Згідно з вимогами норм теплового захисту будівель, які діяли від середини ХХ століття до нашого часу, встановити необхідні значення опору теплопередачі зовнішніх стін і суміщених покриттів житлових будинків та проаналізувати зміни в часі нормативних вимог до теплових характеристик огорожувальних конструкцій.
3. З урахуванням параметрів температури повітря на обраних метеостанціях та отриманих значень опору теплопередачі обчислити втрати тепла через один квадратний метр зовнішніх стін і суміщених покриттів протягом опалювального періоду та проаналізувати їх зміни в часі залежно від вимог норм 1954...2021 років до опору теплопередачі огорожень.
4. На підставі аналізу взаємних залежностей між тепловими характеристиками огорожень та параметрами температурного режиму їх експлуатації обґрунтувати уточнену методику визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.
5. За даними вибіркової мережі метеостанцій верифікувати розроблену методику визначення необхідного опору теплопередачі огорожень для будівель різного призначення при різних нормах втрат тепла.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		21

Розділ 2

ЗМІНИ В ЧАСІ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ДО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТА ВТРАТ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖЕННЯ

2.1 Передумови та вихідні дані

Завданням даного розділу є аналіз змін у часі нормативних вимог до опору теплопередачі огорожувальних конструкцій та відповідних втрат тепла на опалення будівель. Для порівняльного аналізу обрані поширені протягом останніх десятиліть стіни та суміщені покриття житлових будівель. Необхідні значення опору теплопередачі цих конструкцій встановлені за нормами проектування огорожувальних конструкцій, які діяли на протязі цього часу. У другій половині XX століття діяли такі нормативні документи:

СНиП II-54 – <http://www.libnorm.ru/Directory2/1/4293808/4293808444.htm>

СНиП II-A.7-62 – <http://www.libnorm.ru/Directory2/1/4293808/4293808406.htm>

СНиП II-3-71 – <http://www.libnorm.ru/Directory2/1/4293808/4293808405.htm>

СНиП II-3-79** – <http://www.libnorm.ru/Directory2/1/4294854/4294854803.htm>

Встановлені за цими нормами розрахункові параметри, необхідні для обчислення необхідного опору теплопередачі огорожень та втрат тепла через них, наведені в таблиці 2.1.

Згідно з переліченими нормами, розрахункові температури зовнішнього атмосферного повітря визначаються за нормами з будівельної кліматології [14] для інтервалів осереднення 1 доба (найхолодніша доба), або 5 діб (найхолодніша п'ятиденка). Вибір інтервалу осереднення залежить від показника теплової інерції огороження, який дорівнює:

$$D = R_1 \cdot s_1 + R_2 \cdot s_2 + \dots R_n \cdot s_n, \quad (2.1)$$

де R_i – опір теплопередачі i -того шару конструкції;

s_i – коефіцієнт теплосвояння i -того шару конструкції.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		22

Теплову інерцію цегляної стіни товщиною 51 см визначимо без урахування шару штукатурки, який має незначний опір теплопередачі:

$$D_C = \frac{\delta_1}{\lambda_1} \cdot s_1 = \frac{0,51}{0,70} \cdot 10,12 = 7,37. \quad (2.2)$$

Теплова інерція покриття з залізобетонної плити приведеною товщиною 12 см, та засипки з керамзитового гравію товщиною 16 см дорівнює:

$$D_{II} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} \cdot s_1 + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \cdot s_2 = \frac{0,12}{2,04} \cdot 16,95 + \frac{0,16}{0,14} \cdot 1,99 = 3,27. \quad (2.3)$$

Для розрахунку огорожувальних конструкцій з $D < 4$ обирається температура найхолоднішої доби, а для масивних конструкцій з $D > 7$ – температура найхолоднішої п'ятиденки.

Таблиця 2.1

Розрахункові параметри для обчислення опору теплопередачі огорожень

Розрахункові параметри		СНП П-54	СНП П-А.7-62	СНП П-3-71	СНП П-3-79**
Рік видання		1954	1963	1973	1986
Внутрішній коефіцієнт тепловіддачі		7,5	7,5	7,5	8,7
Температура внутрішнього повітря, °С		+18	+18	+18	+20
Температурний перепад для стін, °С		6	6	6	6
Температурний перепад для покриттів, °С		4,5	4,5	4	4
Інтервал осереднення температури зовнішнього повітря (діб) для:	стін	5	5	5	5
	покриттів	5	1	1	1

Для аналізу обрано шість метеостанцій України, перелічених у таблиці 2.2. Наявність однієї з найхолодніших метеостанцій Пожежевська та найтеплішої метеостанції Ялта забезпечує охоплення усього спектру температурних режимів території України, а незначна кількість метеостанцій дозволяє побудувати й проаналізувати графіки змін досліджених характеристик.

Характеристики температури зовнішнього (атмосферного) повітря для шести обраних метеостанцій, необхідні для визначення опору теплопередачі та обчислення втрат тепла, наведені в таблиці 2.2 за даними ДСТУ [14].

Таблиця 2.2

Параметри температури зовнішнього атмосферного повітря

Метеостанції	Висота над рівнем моря	Середньорічна температура	Найхолодніша доба забезпеч.		Найхолодніша п'ятиденка		Тривалість ОП, діб	Температура ОП, °C	Кількість градусо-діб Гол
			0,98	0,92	0,98	0,92			
Пожежевська	1429	2,8	-26	-24	-22	-20	250	-0,9	5225
Суми	172	6,8	-30	-29	-27	-25	187	-1,4	4002
Кропивницький	171	8,1	-30	-26	-25	-22	175	-0,3	3553
Ужгород	115	9,8	-25	-23	-21	-18	154	1,4	2864
Одеса	40	10,3	-24	-21	-20	-18	158	2,0	2844
Ялта	41	13,0	-10	-8	-7	-6	126	5,3	1852

2.2 Зміни необхідного опору теплопередачі огорожень

Огляд, виконаний у попередньому розділі, показав, що в другій половині ХХ століття діючі в той час нормативні документи вимагали встановлювати необхідний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій розрахунковим шляхом. Базовим показником були санітарно-гігієнічні вимоги, виражені допустимим перепадом між температурою повітря в приміщення та температурою внутрішньої поверхні огороження. Конкретні розрахункові формули та параметри наводилися в перелічених вище нормативних документах. Ці формули, наведені в першому розділі під номерами (1.3) та (1.4), відрізнялися лише способом урахування масивності огорожень та значеннями деяких розрахункових параметрів, які узагальнені в таблиці 2.1. Результати обчислень необхідного опору теплопередачі покриттів і стін за формулою (1.4), виконаних з урахуванням параметрів з таблиць 2.1 та 2.2 наведені в таблицях 2.3 і 2.4.

Починаючи з 1993 року, опір теплопередачі огорожувальних конструкцій не обчислювався індивідуально для кожного населеного пункту, а призначався за таблицею наказу [21] чи ДБН [4...7] урахуванням виду огороження та температурної зони України, встановленої за картою-схемою тих же норм. Встановлені за цими нормами мінімально необхідні значення опору теплопередачі суміщених покриттів і стін житлових будинків для шести обраних раніше місць будівництва наведені в таблицях 2.3 і 2.4 разом зі значеннями, які обчислені за нормами діючими в ХХ столітті нормами проєктування.

Таблиця 2.3

Необхідні значення опору теплопередачі стін житлових будівель

Метеостанції	Висота	Необхідні значення опору теплопередачі R_0 ($\text{м}^2 \times \text{К}/\text{Вт}$) зовнішніх стін за нормами років:								
		1954	1963	1972	1986	1993	2006	2013	2016	2021
Пожежевська	1429	0,84	0,84	0,84	0,77	2,1	2,5	3,3	3,3	4,0
Суми	172	0,96	0,96	0,96	0,86	2,2	2,8	3,3	3,3	4,0
Кропивницький	171	0,89	0,89	0,89	0,80	2,2	2,8	3,3	3,3	4,0
Ужгород	115	0,80	0,80	0,80	0,73	1,9	2,2	2,8	2,8	3,5
Одеса	40	0,80	0,80	0,80	0,73	1,9	2,2	2,8	2,8	3,5
Ялта	41	0,53	0,53	0,53	0,50	1,7	2,0	2,8	2,8	3,5
Розмах $R_{\text{max}}/R_{\text{min}}$		1,79	1,79	1,79	1,73	1,29	1,40	1,18	1,18	1,14

Таблиця 2.4

Необхідні значення опору теплопередачі покриттів житлових будівель

Метеостанції	Висота	Необхідні значення опору теплопередачі R_0 ($\text{м}^2 \times \text{К}/\text{Вт}$) покриттів за нормами років:								
		1954	1963	1972	1986	1993	2006	2013	2016	2021
Пожежевська	1429	1,13	1,24	1,40	1,26	2,9	4,5	5,35	6,0	7,0
Суми	172	1,27	1,39	1,57	1,41	3,0	4,95	5,35	6,0	7,0
Кропивницький	171	1,19	1,3	1,47	1,32	3,0	4,95	5,35	6,0	7,0
Ужгород	115	1,07	1,21	1,37	1,24	2,4	3,9	4,9	5,5	6,0
Одеса	40	1,07	1,16	1,30	1,18	2,4	3,9	4,9	5,5	6,0
Ялта	41	0,71	0,77	0,87	0,80	2,0	3,3	4,9	5,5	6,0
Розмах $R_{\text{max}}/R_{\text{min}}$		1,79	1,81	1,81	1,75	1,50	1,50	1,09	1,09	1,17

За даними таблиць 2.3 і 2.4 побудовані графіки, які відображають зміни нормативних вимог до опору теплопередачі суміщених покриттів і стін житлових будинків на території України протягом останніх 70 років. Ці графіки наведені на рисунках 2.1 і 2.2.

З рисунка 2.1 видно, що необхідний опір теплопередачі стін житлових будівель, обчислений за нормами 1954...1972 років, залишався незмінним, а за СНиП від 1986 року навіть дещо зменшився. Першим розпорядчим документом незалежної України від 1993 року [21] вимоги до опору теплопередачі стін збільшені в середньому в 2,5 рази, що повинно було забезпечити значну економію енергоресурсів на опалення. У подальших редакціях ДБН від 2006, 2013, 1016 та 2021 років мінімально необхідний опір теплопередачі стін неухильно збільшувався. Чинні ДБН В.2.6-31-2021 [7] встановлюють опір теплопередачі стін, майже у 5 разів більший, ніж норми 1954...1986 років. Таке значення не реально забезпечити одношаровими суцільними стінами з цегли чи легкого бетону. Необхідне використання комплексних багатошарових конструкцій з несучою частиною та утепленням з ефективних теплоізоляційних матеріалів (наприклад, мінераловатних чи пінополістирольних плит), як і рекомендовано сучасними нормами проектування стін з фасадною теплоізоляцією.

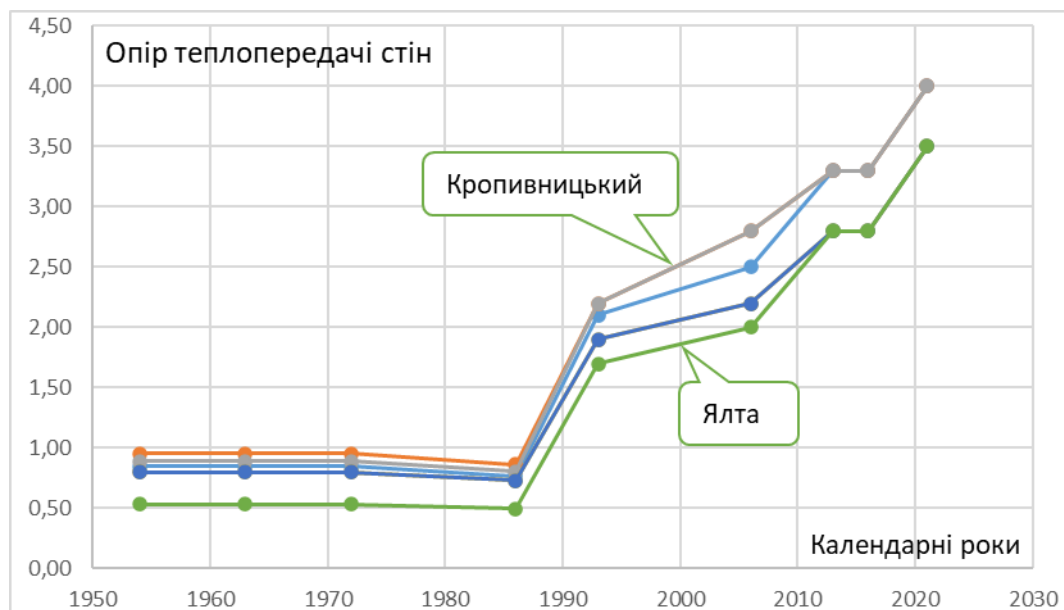


Рис. 2.1 Зміни нормативних вимог до опору теплопередачі стін

Зміни вимог до необхідного опору теплопередачі суміщених покриттів, відображені на рисунку 2.2, мають в основному такий же характер, як і для стін. На протязі 1954...1972 років вимоги до опору теплопередачі зросли на 24%, у 1986 році дещо зменшилися, а в 1993 році наказом Мінбуду [21] необхідний опір теплопередачі суміщених покриттів збільшився в середньому у 2,2 разу порівняно з вимогами СНиП 1986 року. Вимоги чинних ДБН В.2.6-31-2021 [7] перевищують значення для 1986 року в середньому в 5,4 разу.

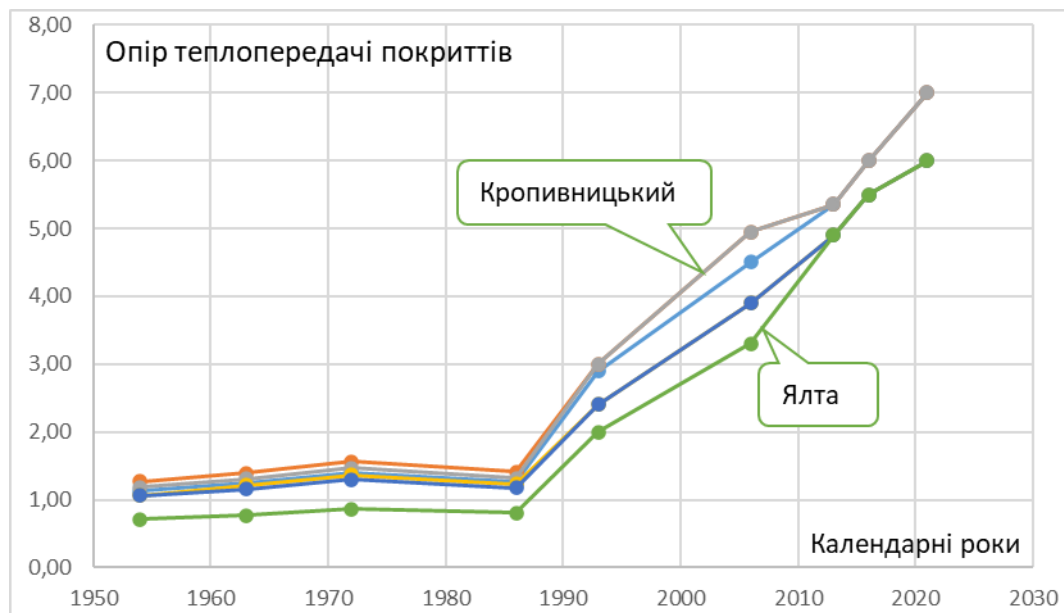


Рис. 2.2 Зміни нормативних вимог до опору теплопередачі суміщених покриттів

Як для стін, так і для покриттів найбільший опір теплопередачі потрібен в умовах м. Кропивницький, а найменший – в умовах м. Ялта. Розкид значень необхідного опору теплопередачі обумовлений урахуванням відмінностей температурних режимів експлуатації огорожувальних конструкцій, характерних для різних географічних районів України. Більш точне урахування територіальної мінливості температури атмосферного повітря повинно збільшити розкид значень опору теплопередачі. З метою аналізу цього ефекту на рисунку 2.3 відображені розкиди значень опору теплопередачі за даними таблиць 2.3 і 2.4. Наприклад, величина на графіку $R_{\max}/R_{\min} = 1,5$ означає, що найбільше

значення опору теплопередачі відрізняється від найменшого на 50%. З рисунка 2.3 видно, що до 1986 року необхідні значення опору передачі стін і покрівель в межах території України відрізнялися на 73...81%, тобто майже удвічі. Така різниця обумовлена тим, що необхідний опір теплопередачі обчислювався через розрахункову температуру повітря в даній місцевості.

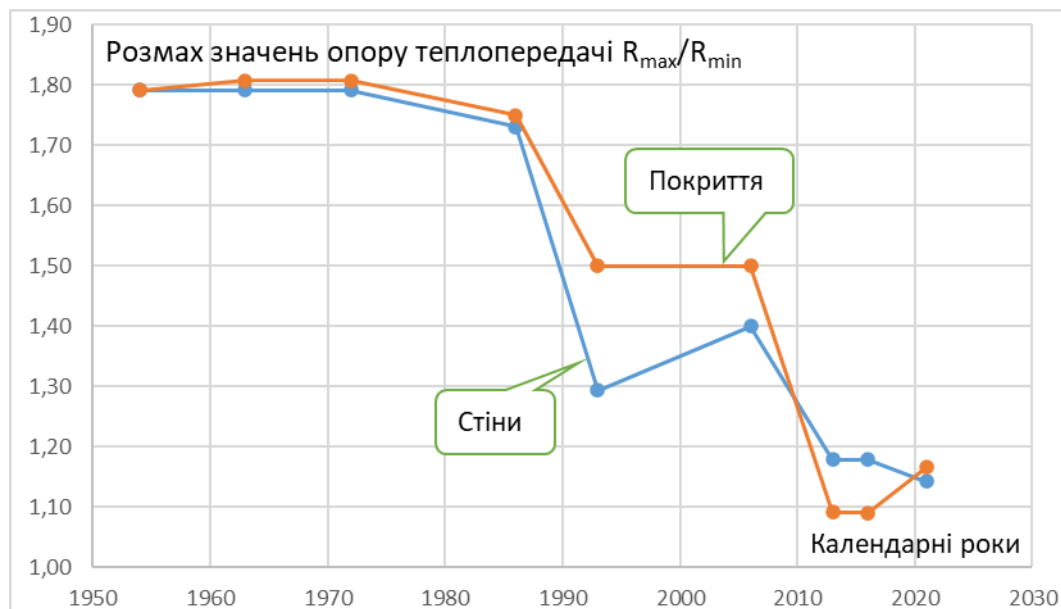


Рис. 2.3 Мінливість нормативних вимог до опору теплопередачі суміщених покриттів і стін в межах території України

В нормах України 1993 і 2006 років опір теплопередачі визначався за належністю до однієї з чотирьох температурних зон. Унаслідок такого узагальнення розкид значень опору теплопередачі зменшився до 30...50%. Перехід до двох температурних зон в ДБН 2013...2021 років зменшив цей розкид до 9...18%, тобто значною мірою знівелював мінливість розрахункових параметрів температури повітря по території України.

Таким чином, визначення необхідного опору теплопередачі за належністю до однієї з двох температурних зон є безпомилковою й простою процедурою, але недостатньою мірою враховує температурний режим місця будівництва.

2.3 Втрати тепла через огорожувальні конструкції

Основне завдання проєктування огорожувальних конструкцій полягає у виборі їх теплових характеристик, які забезпечать прийнятні, достатньо невеликі та економічно оправдані втрати тепла на опалення при порівняно незначній вартості самих конструкцій. При цьому бажано, щоб втрати тепла не залежали від місця будівництва, або ця залежність була якимось чином обґрунтована.

З метою аналізу втрат тепла через стіни та суміщені покриття житлових будівель, запроєктовані за нормативними документами минулих років, виконані обчислення з урахуванням характеристик температури повітря для шести раніше обраних метеостанцій. Виходячи з загальної формули теплопередачі при стаціонарному тепловому режимі [13, 16], отримана робоча формула для обчислення втрат тепла через один квадратний метр огороження на протязі опалювального періоду тривалістю:

$$Q = \frac{0,0206 \times G_{оп}}{R_0} \text{ (Мкал)}, \quad (2.4)$$

де $G_{оп}$ – кількість градусо-днів опалювального періоду з таблиці 2.2;

R_0 – опір теплопередачі огороження ($\text{м}^2 \times \text{К/Вт}$) з таблиць 2.3 та 2.4;

коефіцієнт 0,0206 забезпечує переведення результату в мегакалорії.

Результати обчислень за формулою (2.4) наведені в таблицях 2.5 і 2.6. Останні рядки таблиць містять значення розмаху річних втрат тепла, рівні відношенням найбільших з шести метеостанцій до найменших втрат. Цей рядок характеризує мінливість втрат тепла через огорожувальні конструкції одного типу по території України. За умови ідеально точного вибору опору теплопередачі огорожень значення розмаху повинні дорівнювати одиниці, що свідчило б про незалежність витрат на опалення від району будівництва.

За даними таблиць 2.5 і 2.5 на рисунках 2.4 і 2.5 побудовані графіки, які відображають зміни втрат тепла через зовнішні стіни та суміщені покриття житлових будівель, запроєктовані за нормами різних років.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						29
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5

Річні втрати тепла через 1 м^2 стін житлових будівель

Метеостанції	Висота	Річні втрати тепла R_0 (Мкал) через зовнішні стіни, запроєктовані за нормами років:								
		1954	1963	1972	1986	1993	2006	2013	2016	2021
Пожежевська	1429	128	128	128	141	51,3	43,1	32,6	32,6	26,9
Суми	172	86,3	86,3	86,3	95,6	37,5	29,4	25,0	25,0	20,6
Кропивницький	171	82,3	82,3	82,3	91,0	33,3	26,1	22,2	22,2	18,3
Ужгород	115	73,8	73,8	73,8	81,1	31,1	26,8	21,1	21,1	16,9
Одеса	40	73,2	73,2	73,2	80,5	30,8	26,6	20,9	20,9	16,7
Ялта	41	71,5	71,5	71,5	76,6	22,4	19,1	13,6	13,6	10,9
Розмах $Q_{\max}/Q_{\min}$		1,78	1,78	1,78	1,83	2,28	2,26	2,39	2,39	2,47

Таблиця 2.6

Річні втрати тепла через 1 м^2 суміщених покриттів житлових будівель

Метеостанції	Висота	Річні втрати тепла R_0 (Мкал) через покриття, запроєктовані за нормами років:								
		1954	1963	1972	1986	1993	2006	2013	2016	2021
Пожежевська	1429	95,6	86,5	76,9	85,1	37,1	23,9	20,1	17,9	15,4
Суми	172	64,7	59,2	52,6	58,5	27,5	16,7	15,4	13,7	11,8
Кропивницький	171	61,7	56,1	49,9	55,4	24,4	14,8	13,7	12,2	10,5
Ужгород	115	55,3	48,6	43,2	47,8	24,6	15,1	12,0	10,7	9,8
Одеса	40	54,9	50,7	45,1	49,7	24,4	15,0	12,0	10,7	9,8
Ялта	41	53,7	49,5	44,0	47,4	19,1	11,6	7,8	6,9	6,4
Розмах $Q_{\max}/Q_{\min}$		1,78	1,78	1,78	1,80	1,95	2,07	2,58	2,59	2,42

З таблиць та рисунків 2.4 і 2.5 видно, що втрати тепла через стіни, запроєктовані до 1972 року, були незмінними, а втрати тепла через покриття зменшилися приблизно на 20%. Упровадження норм 1986 року призвело до незначного збільшення втрат тепла через огороження унаслідок зниження вимог до їх теплових стін і покриттів.

Різне зменшення втрат тепла (на 60% для стін і на 59% для покриттів порівняно з нормами 1954 року) відбулося у результаті переходу на вимоги до опору теплопередачі, встановлені наказом Мінбуду України [21] від 1993 року. Прийняте в незалежній Україні рішення про кардинальне поліпшення теплових

характеристик огорожувальних конструкцій забезпечило значну економію енергетичних ресурсів на опалення будівель. В усіх наступних ДБН випуску 2006...2021 років [4...7] відбувалося поступове підвищення вимог до опору теплопередачі, у результаті чого втрати тепла зменшені в 1,9...2,5 разу порівняно з нормами 1993 року та в 5...6 разів порівняно з вимогами 1954...1972 років.

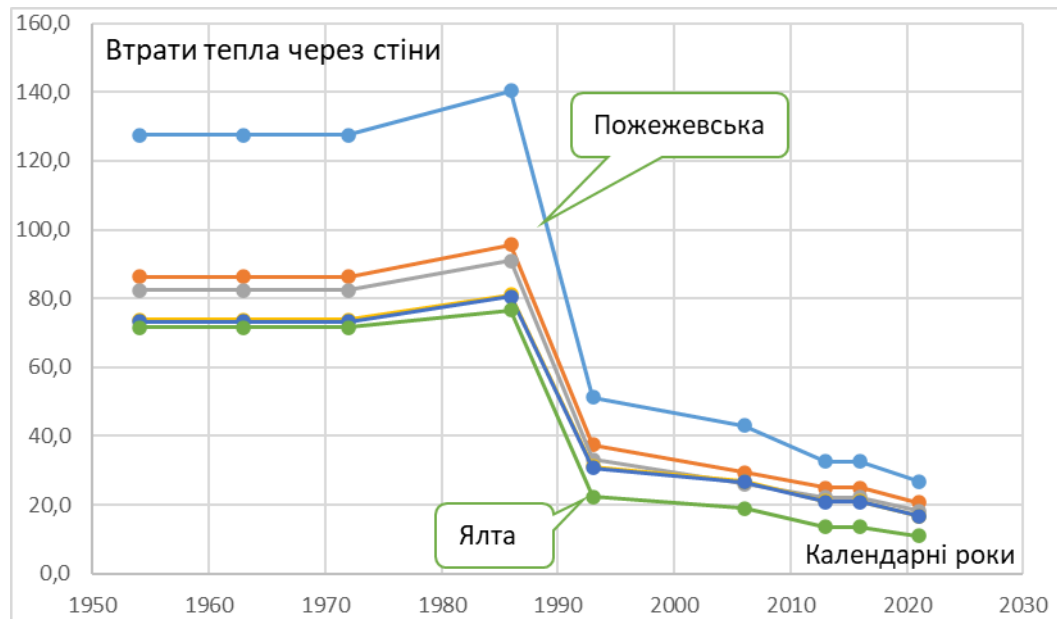


Рис. 2.4 Річні втрати тепла через 1м² стін житлових будівель

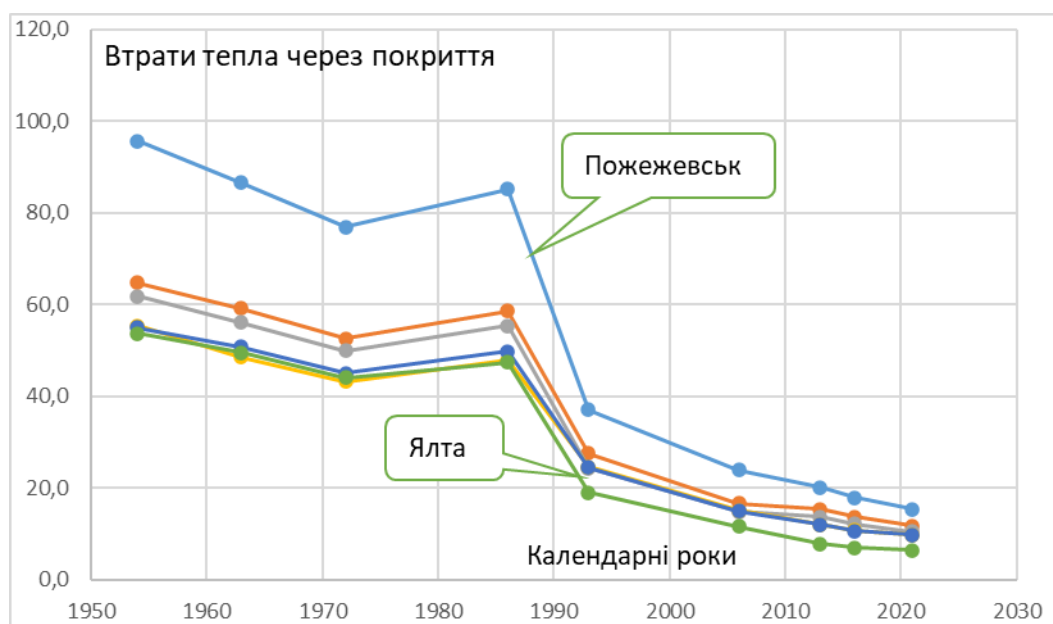


Рис. 2.5 Річні втрати тепла через 1м² суміщених покриттів житлових будівель

З рисунків 2.4 і 2.5 видно, що найбільші втрати тепла через огороження спостерігаються в умовах гірської метеостанції Пожежевська, а найменші – в Ялті. На рисунку 2.6 за даними останніх рядків таблиць 2.5 і 2.6 відображена територіальна мінливість втрат тепла через стіни та покриття. При обчисленні необхідного опору теплопередачі за кліматичними характеристиками кожної метеостанції згідно з нормами 1954...1986 років розкид втрат тепла в межах території України становить приблизно 80%. З переходом у 1993 році до встановлення опору теплопередачі за температурними районами втрати тепла через стіни стали відрізнятися у 2,3 разу, а через покриття – в 1,9 разу. Упровадження наступних редакцій норм призвело до подальшого зростання територіальної мінливості втрат тепла, в результаті чого при проєктуванні огорожень за чинними ДБН [7] від 2021 року найбільші по території України втрати тепла відрізняються від найменших майже у 2,5 разу.

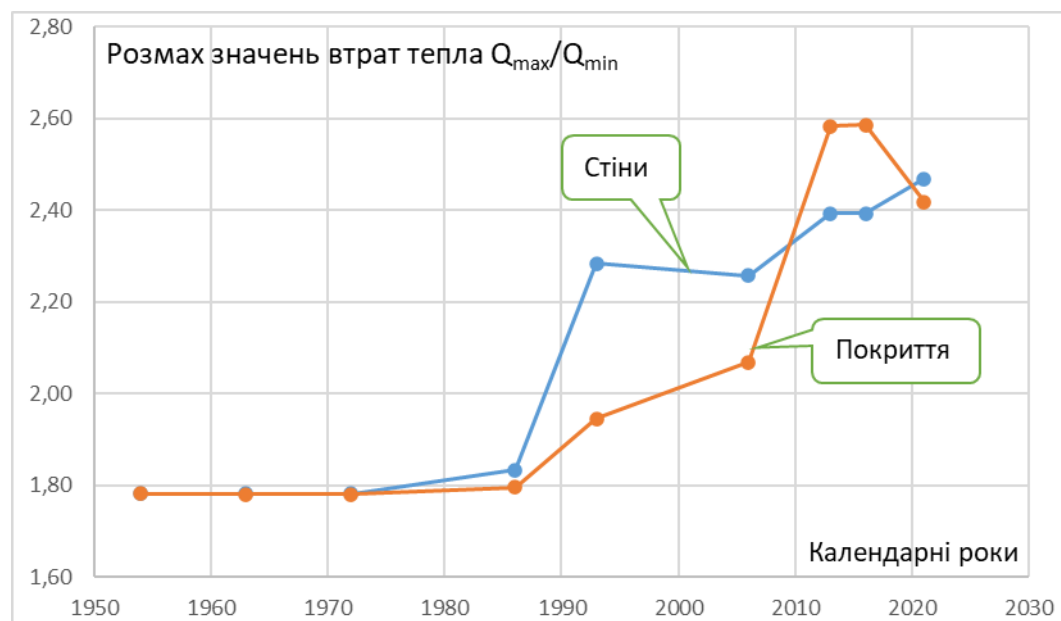


Рис. 2.6 Мінливість річних втрат тепла через зовнішні стіни та суміщені покриття в межах території України

Виконаний аналіз вказує на необхідність розроблення методики більш точного встановлення опору теплопередачі огорожень з метою вирівнювання втрат тепла по території України.

2.4 Висновки з розділу

Виконаний аналіз вимог до опору теплопередачі та втрат тепла через зовнішні стіни й суміщені покриття житлових будівель, що експлуатуються в різних географічних районах України, дозволив зробити такі висновки:

1. Для аналізу обрані зовнішні стіни та суміщені покриття житлових будівель, розташовані в шести пунктах з різних географічних районів України. Дані шести обраних метеостанцій охоплюють практично увесь спектр значень параметрів температури атмосферного повітря, можливих на території України.

2. Необхідні значення опору теплопередачі зовнішніх стін та суміщених покриттів встановлені за нормами проєктування різних років. Згідно з нормами 1954...1986 років вони обчислені з умови комфортності через розрахункові значення температури повітря на обраних метеостанціях, а для 1993...2021 років встановлені за належністю до певної температурної зони, визначеної за відповідними нормами.

3. У 1993 році необхідні значення опору теплопередачі стін і покриттів були збільшені більш ніж у 2 рази порівняно з нормами попередніх років. У наступних редакціях ДБН мінімально необхідний опір теплопередачі стін і покриттів неухильно збільшувався, у результаті чого мінімально необхідні значення опору теплопередачі в чинних ДБН В.2.6-31-2021 приблизно у 5 разів перевищують вимоги норм 1954...1986 років.

4. За значеннями опору теплопередачі, встановленими відповідно до норм проєктування різних років, обчислені втрати тепла через один квадратний метр стін і покриттів в кліматичних умовах шести обраних метеостанцій. Унаслідок різкого підвищення вимог до огорожувальних конструкцій у 1993 році втрати тепла зменшилися приблизно у 2,5 разу. Подальше підвищення вимог до опору теплопередачі огорожень в ДБН наступних років призвело до того, що втрати тепла через сучасні стіни та покриття стали у 5...6 разів меншими порівняно з конструкціями 1954...1972 років.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						33
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

5. Перехід від обчислення необхідного опору теплопередачі огорожень за кліматичними характеристиками кожної метеостанції за нормами 1954...1986 років до встановлення опору теплопередачі за температурними районами в сучасних ДБН призвів до істотного зростання мінливості втрат тепла в межах території України. При проектуванні огорожень за чинними ДБН В.2.6-31-2021 найбільші по території України втрати тепла через стіни та покриття відрізняються від найменших майже у 2,5 разу.

6. Оскільки втрати тепла через огорожувальні конструкції повинні бути незалежними від місця будівництва, виникає необхідність розроблення методики більш точного встановлення опору теплопередачі огорожень, яка забезпечить вирівнювання втрат тепла по території України.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						34
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 3

УТОЧНЕНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Обґрунтування методики та розрахункових формул

У попередньому розділі показано, що вибір опору теплопередачі огорожувальних конструкцій за належністю до однієї з двох температурних зон ДБН В.2.6-31-2021 [7] призводить до значних відмінностей у втратах тепла через огороження, які зводяться та експлуатуються в різних географічних районах. Це обумовлює необхідність більш точного встановлення опору теплопередачі з урахуванням кліматичних умов місця будівництва та заданого значення допустимих втрат тепла. Такий підхід буде відповідати також закладеній у ДБН [7] концепції проєктування теплового захисту будівель за показниками загального енергоспоживання будівель.

З формули (2.4) для обчислення втрат тепла видно, що найточнішим підходом буде нормування допустимих втрат тепла та кількості градусо-днів опалювального періоду $G_{оп}$. Допустимі річні втрати тепла через 1 м^2 огороження на протязі опалювального періоду $Q_{оп}$ можна визначити, виходячи із загальних чи питомих енерговитрат на опалення будівлі. Оскільки цей етап нормування не входить у завдання нашої роботи, надалі будемо вважати допустимі річні втрати тепла відомою величиною.

Проблема нормування кількості градусо-днів опалювального періоду полягає у тому, що ця величина враховує температуру повітря в приміщенні, яка залежить від його призначення. ДБН [7] встановлюють три розрахункові значення температури повітря в приміщеннях:

+18°C – для спортивних закладів;

+20°C – для житлових будинків, готелів та інших громадських закладів;

+22°C – для закладів дошкільної освіти та охорони здоров'я.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		35

Таким чином, для кожного району будівництва необхідно встановлювати три розрахункові значення кількості градусо-днів опалювального періоду. Такий спосіб нормування є цілком реальним, але він ускладнить норми та зробить їх жорстко прив'язаними до чинних розрахункових значень температури повітря в приміщеннях, залежних від призначення будівель.

З метою досягнення універсальності проаналізуємо залежності між кількостями градусо-днів опалювального періоду, обчисленими з урахуванням різних значень температури внутрішнього повітря за формулою:

$$G_{оп} = (\theta_{ин} - \theta_{оп}) \times t_{оп}, \quad (3.1)$$

де $\theta_{ин}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні;

$\theta_{оп}$ – середня температура атмосферного повітря в опалювальний період;

$t_{оп}$ – кількість днів опалювального періоду.

Результати обчислень за формулою (3.1) для шести обраних раніше метеостанцій та розширеного діапазону внутрішніх температур (від +16°C до +24°C) наведені в таблиці 3.1. Середня температура й тривалість опалювального періоду прийняті за даними ДСТУ [14], а отримані кількості градусо-днів позначені індексами, рівними температурі внутрішнього повітря.

За даними таблиці 3.1 на рисунку 3.1 побудовані залежності кількості градусо-днів, що відповідають різним температурам внутрішнього повітря, від значень G_{20} . Кожна точка наведеного графіка відповідає певній метеостанції. З рисунка видно, що $G_{оп}$ для усіх температур внутрішнього повітря лінійно залежать від G_{20} , що відображається зображеними на рисунку лініями тренду та рівняннями виду:

$$G_{оп} = a \times G_{20} + b, \quad (3.2)$$

коефіцієнти яких також наведені на рисунку 3.1.

З наведених на рисунку рівнянь ліній тренду (3.2) видно, що вільний член **b** змінюється приблизно на 53, 4 одиниці на 1°C зміни температури $\theta_{ин}$.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						36
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

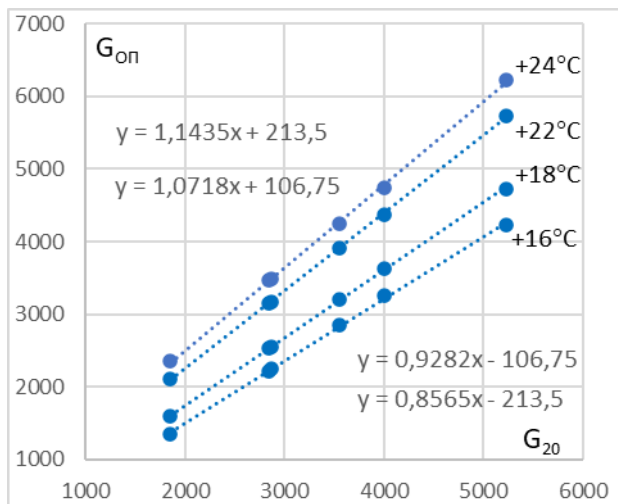


Рис. 3.1 Залежності значень $G_{оп}$ при різних температурах θ_{IN} від G_{20}

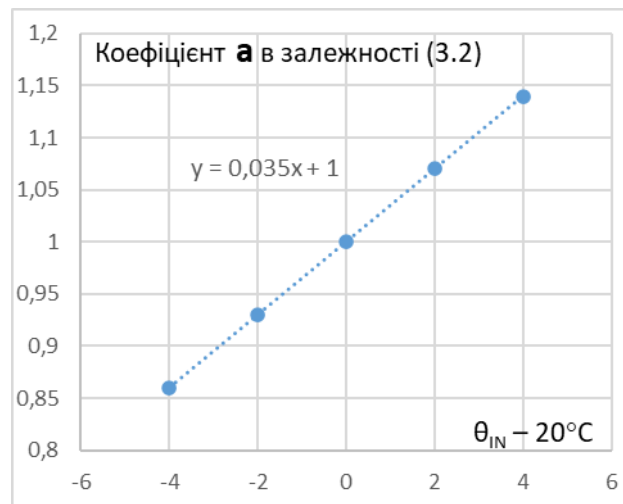


Рис. 3.2 Залежність коефіцієнта a в рівнянні (3.2) від різниці $\theta_{IN} - \theta_{IN}$

На рисунку 3.2 побудована залежність коефіцієнта a в рівнянні (3.2) від різниці температур $\theta_{IN} - \theta_{IN}$. Вона також є лінійною і виражається рівнянням, наведеним на рисунку.

Аналіз отриманих даних та рисунків 3.1 і 3.2 дозволяє запропонувати формулу для опису залежності кількості градусо-днів опалювального періоду $G_{оп}$ при різних температурах внутрішнього повітря θ_{IN} від значення G_{20} та самої температури θ_{IN} у вигляді:

$$G_{оп} = [1 + A \times (\theta_{IN} - 20)] \times G_{20} + B \times (\theta_{IN} - 20). \quad (3.3)$$

Коефіцієнти A , B у формулі (3.3) визначені методом найменших квадратів [20] з використанням засобу Microsoft Excel "Пошук рішення". Для цього, згідно з рекомендаціями [20], таблиця 3.1 доповнена двома блоками. Перший містить кількості градусо-днів $G_{оп}$, обчислені за формулою (3.1) для кожної з шести раніше обраних метеостанцій при різних температурах внутрішнього повітря.

Другий блок таблиці 3.1 містить значення $G_{оп}$, обчислені за формулою (3.3) з коефіцієнтами A , B , вказаними над цим блоком. Згідно з методом найменших квадратів [20], коефіцієнти апроксимуючої функції (3.3) обираються такими, щоб сума квадратів відхилень апроксимуючих значень (3.3), вказаних у другому блоці таблиці, від фактично обчислених значень $G_{оп}$ з першого блоку була мінімально

можливою. Ця сума квадратів називана цільовою функцією. Функція Excel "Пошук рішення" автоматично виконує мінімізацію цільової функції шляхом зміни значень коефіцієнтів А, В. Над другим блоком таблиці 3.1 наведені обчислені таким чином та округлені до зручних величин значення коефіцієнтів А, В лінійної апроксимуючої функції (3.3), а також відповідне їм значення цільової функції. При цьому враховані дані усіх шести метеостанцій при п'яти температурах внутрішнього повітря.

Таблиця 3.1

Результати обчислення кількості градусо-днів опалювального періоду та визначення коефіцієнтів залежності (3.3)

Метеостанції	Параметри ОП за ДСТУ [14]		Значення G_{OP} при різних температурах внутрішнього повітря (градусо-добі)				
	θ_{OP}	t_{OP}	G_{16}	G_{18}	G_{20}	G_{22}	G_{24}
Пожежевська	-0,9	250	4225	4725	5225	5725	6225
Суми	-1,4	187	3254	3628	4002	4376	4750
Кропивницький	-0,3	175	2853	3203	3553	3903	4253
Ужгород	1,4	154	2248	2556	2864	3172	3480
Одеса	2,0	158	2212	2528	2844	3160	3476
Ялта	5,3	126	1348	1600	1852	2104	2356
			Коефіцієнти (3.3)				
			А	В	Цільова функція		
			0,036	53,400			10705
			Значення G_{OP} за формулою (2.3)				
Пожежевська			4259	4742	5225	5708	6191
Суми			3212	3607	4002	4397	4792
Кропивницький			2827	3190	3553	3915	4278
Ужгород			2238	2551	2864	3177	3490
Одеса			2221	2532	2844	3156	3467
Ялта			1372	1612	1852	2092	2333
			Відсотки відхилень (3.3) від фактичних значень G_{OP}				
Пожежевська			0,80	0,36	0,00	-0,30	-0,55
Суми			-1,29	-0,58	0,00	0,48	0,88
Кропивницький			-0,88	-0,39	0,00	0,32	0,59
Ужгород			-0,45	-0,20	0,00	0,16	0,29
Одеса			0,40	0,18	0,00	-0,14	-0,26
Ялта			1,76	0,74	0,00	-0,56	-1,01

У результаті виконаних обчислень та підстановки отриманих коефіцієнтів до формули (3.3) її можна записати у вигляді:

$$G_{оп} = [1 + 0,036 \times (\theta_{IN} - 20)] \times G_{20} + 53,4 \times (\theta_{IN} - 20). \quad (3.4)$$

Третій блок таблиці 3.1 містить відсотки відхилень апроксимуючих значень кількості градусо-днів опалювального періоду від фактично обчислених у першому блоці. З таблиці видно, що відхилення зазвичай не виходять за межі 1% і не перевищують 1,76% для метеостанції Ялта.

Формула (3.4) дозволяє визначати кількості градусо-днів опалювального періоду для проектування будівель різного призначення, які характеризуються різними температурами внутрішнього повітря, через кількість градусо-днів G_{20} , обчислену для $\theta_{IN} = +20^{\circ}\text{C}$. Отже, для проектування огорожувальних конструкцій будівель різного призначення достатньо унормувати лише одну кількість градусо-днів опалювального періоду G_{20} , для температури внутрішнього повітря $\theta_{IN} = +20^{\circ}\text{C}$.

Визначивши з формули (2.4) значення опору теплопередачі та підставивши до неї кількість градусо-днів (3.4), отримуємо робочу формулу для визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальної конструкції за допустимим значенням річних втрат тепла:

$$R_0 = \frac{[1 + 0,036 \times (\theta_{IN} - 20)] \times G_{20} + 53,4 \times (\theta_{IN} - 20)}{48,5 \times Q_0}, \quad (3.5)$$

де θ_{IN} – розрахункова температура повітря в приміщенні;

G_{20} – кількість градусо-днів опалювального періоду для приміщення з температурою внутрішнього повітря $\theta_{IN} = +20^{\circ}\text{C}$;

Q_0 – допустиме значення втрат тепла через 1 м² огороження на протязі опалювального періоду.

Отриману формулу (3.5) рекомендується використовувати для визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		39

3.2 Приклади визначення опору теплопередачі та втрат тепла через огорожувальні конструкції

З метою верифікації запропонованої методики визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій виконані розрахунки за формулою (3.5) з урахуванням таких вихідних даних:

- параметри температури атмосферного повітря (середня температура й тривалість опалювального періоду) для 6 раніше обраних метеостанцій;
- усі значення розрахункової температури повітря в приміщеннях, які встановлені в ДБН [7], а саме $\theta_{IN} = +18^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$ та $+22^{\circ}\text{C}$;
- допустимі значення річних втрат тепла через квадратний метр огорожень, рівні $Q_0 = 6, 18, 30, 42$ Мкал, які охоплюють значення, отримані за нормами 2006,2021 років та наведені в таблицях 2.5 і 2.6.

На першому етапі за формулою (3.5) та даними кожної з шести метеостанцій обчислені необхідні значення опору теплопередачі для усіх можливих комбінацій температури внутрішнього повітря та допустимих втрат тепла через огороження. Наведені в таблиці 3.2 результати обчислень вказують нереальність деяких із цих комбінацій. Наприклад, за винятком Ялти, для забезпечення втрат тепла в межах 6 МВт/рік необхідний опір теплопередачі огороження повинен становити $8,7 \dots 19,3 \text{ м}^2 \times \text{K/Вт}$. Згідно з характеристиками за ДСТУ [12], це відповідає шару утеплювача з мінеральної вати товщиною близько 40...90 см, що є практично неможливим для звичайних будівель.

За даними таблиці 3.2 на рисунку 3.3 побудовані графіки залежності необхідного опору теплопередачі огорожень від температури повітря в приміщеннях та допустимих втрат тепла в умовах м. Кропивницький та м. Одеса. Вимоги до опору теплопередачі істотно знижуються з ростом допустимих втрат тепла, але меншою мірою залежать від призначення приміщень, тобто відповідного розрахункового значення внутрішньої температури. Різниця між необхідним опором теплопередачі огорожень дитячих та спортивних закладів становить 20...30%.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						40
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2

Обчислення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Метеостанції	Тривалість ОП $t_{оп}$, діб	Температура ОП $\theta_{оп}$, °C	Градусо-добі ОП G_{20}	Внутрішня температ. $\theta_{ін}$	Необхідний опір теплопередачі R_0 ($m^2 \times K/Вт$) при допустимих втратах тепла Q_0 (МВт/рік)			
					6	18	30	42
Пожежевська	250	-0,9	5225	18	16,3	5,4	3,3	2,3
				20	18,0	6,0	3,6	2,6
				22	19,6	6,5	3,9	2,8
Суми	187	-1,4	4002	18	12,4	4,1	2,5	1,8
				20	13,8	4,6	2,8	2,0
				22	15,1	5,0	3,0	2,2
Кропивницький	175	-0,3	3553	18	11,0	3,7	2,2	1,6
				20	12,2	4,1	2,4	1,7
				22	13,5	4,5	2,7	1,9
Ужгород	154	1,4	2864	18	8,8	2,9	1,8	1,3
				20	9,8	3,3	2,0	1,4
				22	10,9	3,6	2,2	1,6
Одеса	158	2,0	2844	18	8,7	2,9	1,7	1,2
				20	9,8	3,3	2,0	1,4
				22	10,8	3,6	2,2	1,5
Ялта	126	5,3	1852	18	5,5	1,8	1,1	0,8
				20	6,4	2,1	1,3	0,9
				22	7,2	2,4	1,4	1,0

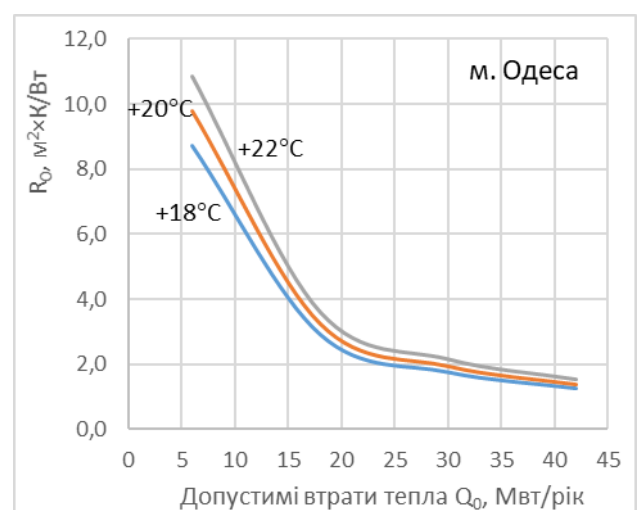
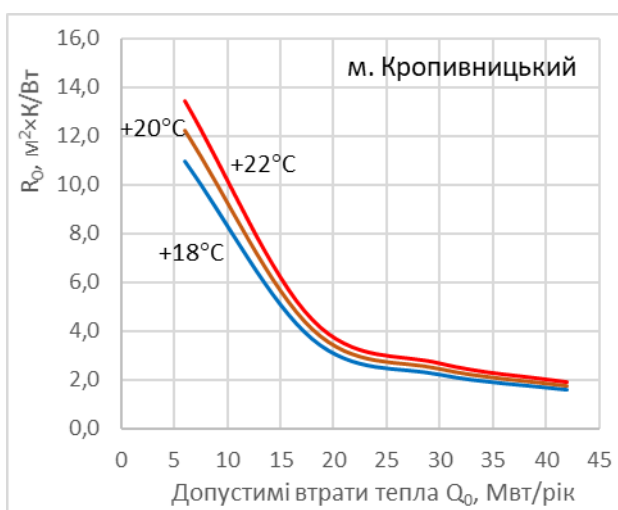


Рис. 3.3 Необхідні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

З метою перевірки правильності визначення необхідного опору теплопередачі огорожень за формулою (3.5) у таблиці 3.3 обчислені фактичні втрати тепла через огорожувальні конструкції з опором теплопередачі, визначеним у таблиці 3.2. Обчислення виконані за формулою (2.4) з урахуванням фактичної кількості градусо-днів опалювального періоду, визначеної для температур внутрішнього повітря $\theta_{\text{IN}} = 18^{\circ}\text{C}$, 20°C і 22°C .

Таблиця 3.3

Втрати тепла через огорожувальні конструкції

Метеостанції	Тривалість ОП $t_{\text{оп}}$, днів	Температура ОП $\theta_{\text{оп}}$, $^{\circ}\text{C}$	Внутрішня температ. θ_{IN}	Градусо-доби ОП $G_{\text{оп}}$	Фактичні втрати тепла (Мвт/рік) при допустимих значеннях Q_0 (Мвт/рік)			
					6	18	30	42
Пожежевська	250	-0,9	18	4725	5,97	17,92	29,87	41,81
			20	5225	5,99	17,98	29,97	41,96
			22	5725	6,01	18,04	30,06	42,09
Суми	187	-1,4	18	3628	6,03	18,09	30,15	42,21
			20	4002	5,99	17,98	29,97	41,96
			22	4376	5,97	17,90	29,83	41,76
Кропивницький	175	-0,3	18	3203	6,02	18,05	30,09	42,13
			20	3553	5,99	17,98	29,97	41,96
			22	3903	5,98	17,93	29,88	41,83
Ужгород	154	1,4	18	2556	6,01	18,02	30,03	42,05
			20	2864	5,99	17,98	29,97	41,96
			22	3172	5,99	17,96	29,93	41,90
Одеса	158	2,0	18	2528	5,98	17,95	29,92	41,89
			20	2844	5,99	17,98	29,97	41,96
			22	3160	6,00	18,01	30,02	42,02
Ялта	126	5,3	18	1600	5,95	17,85	29,75	41,65
			20	1852	5,99	17,98	29,97	41,96
			22	2104	6,03	18,09	30,14	42,20

З таблиці видно, що отримані втрати тепла відрізняються від заданих допустимих значень в межах від $-0,8\%$ до $+0,5\%$. Такі незначні відхилення підтверджують працездатність формули (3.5) для визначення необхідного опору теплопередачі огорожень за допустимими втратами тепла.

3.3 Рекомендації з визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій з урахуванням параметрів температурного режиму району будівництва

У попередньому підрозділі показано, що необхідні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій можна досить точно визначати через такі величини:

Q_0 – допустимі втрати тепла через 1 м^2 огороження на протязі опалювального періоду;

t_{IN} – розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні, залежна від його призначення;

G_{20} – кількість градусо-днів опалювального періоду при температурі внутрішнього повітря $+20^\circ\text{C}$.

Виконані дослідження дозволяють рекомендувати такий порядок визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій:

1. Виходячи з загальних вимог до показника енергоефективності, річного енергоспоживання при опаленні та структури елементів теплоізоляційної оболонки будівлі визначити допустимі втрати тепла Q_0 через огорожувальну конструкцію, що проектується.
2. За чинними нормами теплової ізоляції встановити розрахункове значення температури повітря в приміщенні t_{IN} .
3. За картою районування або за списком районованих обласних значень визначити кількість градусо-днів опалювального періоду G_{20} , яка відповідає температурі внутрішнього повітря $t_{IN} + 20^\circ\text{C}$.
4. Обчислити необхідне значення опору теплопередачі за формулою

$$R_0 = \frac{[1 + 0,036 \times (\theta_{IN} - 20)] \times G_{20} + 53,4 \times (\theta_{IN} - 20)}{48,5 \times Q_0}, \quad (3.6)$$

усі складові якої позначені вище.

5. Обрати конструкцію огороження та визначити вид і товщину шару теплоізоляції за методикою, викладеною в ДСТУ 9190:2022 [12].

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						43
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3.4 Висновки з розділу та завдання подальших досліджень

За результатами аналізу залежностей між параметрами температурного режиму приміщень та атмосферного повітря в районі будівництва, значеннями опору теплопередачі та втратами тепла через огорожувальні конструкції зроблені такі висновки:

1. Обґрунтування уточненої методики визначення необхідного опору теплопередачі виконане за даними шести метеостанцій з різних географічних районів, які охоплюють практично увесь спектр значень параметрів температури атмосферного повітря, можливих на території України.

2. Проаналізовані можливі комбінації температури повітря в приміщеннях у межах від $+16$ до $+24^{\circ}\text{C}$ та допустимих значень річних втрат тепла на протязі опалювального періоду через один квадратний метр огорожень у межах від 6 МВт/рік до 42 МВт/рік. За результатами обчислень отримана робоча формула для обчислення необхідного опору теплопередачі огорожувальної конструкції через три змінні: температура повітря в приміщенні, допустимі втрати тепла та кількість градусо-днів опалювального періоду при температурі повітря в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$.

3. За результатами досліджень запропонована уточнена методика визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій яка враховує допустимий рівень втрат тепла та температуру повітря в приміщенні. Перевірка показала, що втрати тепла через огороження, опір теплопередачі яких визначено за розробленою методикою, відрізняється від попередньо заданих допустимих втрат тепла не більше, ніж на 1% .

4. Для реального впровадження розробленої методики визначення необхідного опору теплопередачі необхідно уточнити отриману робочу формулу з урахуванням даних більшої кількості метеостанцій, а також виконати детальне районування території України за числом градусо-днів опалювального періоду, що відповідають температурі повітря в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						44
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ЗАВДАННЯ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Виконані дослідження вимог та методів нормування опору теплопередачі огорожувальних конструкцій дозволило зробити такі висновки:

1. Формування теплотехнічних вимог до огорожувальних конструкцій шляхом встановлення необхідного опору теплопередачі започатковане у 1954 році. У наступних нормах теплової ізоляції будівель мінімально необхідні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій постійно збільшувалися, у результаті чого чинні ДБН В.2.6-31-2021 вимагають проєктувати конструкції з опором теплопередачі приблизно у п'ять разів більшим від встановленого в 1954...1986 роки. Окрім того, чинні норми встановлюють комплексний принцип проєктування теплоізоляційної оболонки будівель за нормованими значеннями енергетичних показників, які повинні враховувати витрати енергії на опалення та охолодження будівлі.
2. Для аналізу вимог до опору теплопередачі та втрат тепла обрані зовнішні стіни та суміщені покриття житлових будівель, розташовані в шести географічних районах, що дозволило охопити практично увесь спектр значень параметрів температури атмосферного повітря на території України.
3. Необхідні значення опору теплопередачі зовнішніх стін та суміщених покриттів згідно з нормами 1954...1986 років обчислені з умови комфортності через розрахункові значення температури повітря на обраних метеостанціях, а для 1993...2021 років встановлені за належністю до певної температурної зони за відповідними нормами.
4. За значеннями опору теплопередачі, встановленими відповідно до норм проєктування різних років, обчислені втрати тепла через один квадратний метр стін і покриттів у кліматичних умовах шести обраних метеостанцій. Систематичне підвищення вимог до опору теплопередачі огорожень призвело до того, що втрати тепла через сучасні стіни та покриття стали у 5...6 разів меншими порівняно з конструкціями 1954...1986 років.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						45
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

5. Перехід від обчислення за кліматичними характеристиками кожної метеостанції до встановлення опору теплопередачі за належністю до одного з температурних районів викликав істотне зростання мінливості втрат тепла в межах території України. При проєктуванні огорожень за чинними ДБН В.2.6-31-2021 найбільші по території України втрати тепла через стіни та покриття відрізняються від найменших майже у 2,5 разу.
6. З метою обґрунтування уточненої методики визначення необхідного опору теплопередачі та вирівнювання втрат тепла по території України проаналізовані можливі комбінації температури повітря в приміщеннях у межах від +16 до +24°C та допустимих значень річних втрат тепла на протязі опалювального періоду через один квадратний метр огорожень у межах від 6 Мвт/рік до 42 Мвт/рік. За результатами обчислень отримана робоча формула для обчислення необхідного опору теплопередачі огорожувальної конструкції через три змінні: температуру повітря в приміщенні, допустимі втрати тепла та кількість градусо-днів опалювального періоду при температурі повітря в приміщенні +20°C.
7. Запропонована в роботі уточнена методика визначення необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій залежно від допустимого рівня втрат тепла, температури повітря в приміщенні та кліматичних параметрів району будівництва забезпечує відхилення результуючих втрат тепла через огороження від попередньо заданих допустимих втрат тепла в межах 1%.
8. Для реального впровадження розробленої методики визначення необхідного опору теплопередачі необхідно уточнити отриману робочу формулу з урахуванням даних більшої кількості метеостанцій, а також виконати територіальне районування України за числом градусо-днів опалювального періоду, що відповідають температурі повітря в приміщенні +20°C.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						46
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

GENERAL CONCLUSIONS AND TASKS FOR FURTHER RESEARCH

The conducted studies of the requirements and methods of normalization of the heat transfer resistance of the enclosing structures made it possible to draw the following conclusions:

1. The formation of thermotechnical requirements for enclosing structures by establishing the necessary heat transfer resistance was started in 1954. In subsequent standards of thermal insulation of buildings, the minimum required values of heat transfer resistance of enclosing structures were constantly increased, as a result of which the current DBN B.2.6-31-2021 requires designing structures with heat transfer resistance approximately five times greater than that established in 1954...1986. In addition, the current regulations establish a comprehensive principle of designing the thermal insulation shell of buildings according to the standardized values of energy indicators, which must take into account energy costs for heating and cooling the building.
2. To analyze the requirements for heat transfer resistance and heat loss, external walls and combined coverings of residential buildings located in six geographical areas were selected, which made it possible to cover almost the entire range of values of atmospheric air temperature parameters on the territory of Ukraine.
3. The required values of the heat transfer resistance of the external walls and combined coatings according to the norms of 1954...1986 were calculated from the comfort condition through the calculated values of air temperature at the selected weather stations, and for the years 1993...2021 they were set according to belonging to a certain temperature zone according to the relevant norms.
4. Based on the heat transfer resistance values established in accordance with the design norms of different years, heat losses through one square meter of walls and coatings in the climatic conditions of six selected weather stations were calculated. The systematic increase in requirements for heat transfer resistance of enclosures has led to the fact that heat losses through modern walls and coverings have become 5...6 times smaller compared to structures of 1954...1986.

					KMP 2319219 ПЗ	Архив
						47
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

5. The transition from calculation based on the climatic characteristics of each weather station to establishing heat transfer resistance based on belonging to one of the temperature regions caused a significant increase in the variability of heat losses within the territory of Ukraine. When designing fences according to the current DBN B.2.6-31-2021, the largest heat losses in the territory of Ukraine through walls and coverings differ from the smallest by almost 2.5 times.
6. In order to substantiate the refined methodology for determining the necessary heat transfer resistance and equalizing heat losses on the territory of Ukraine, possible combinations of air temperature in the premises in the range from +16 to +24°C and permissible values of annual heat losses during the heating period through one square meter of fences were analyzed ranging from 6 MW/year to 42 MW/year. Based on the results of the calculations, a working formula was obtained for calculating the necessary heat transfer resistance of the enclosing structure through three variables: the air temperature in the room, the permissible heat loss and the number of degree-days of the heating period at the air temperature in the room +20°C.
7. The refined method proposed in the work for determining the necessary heat transfer resistance of enclosing structures depending on the permissible level of heat loss, indoor air temperature and climatic parameters of the construction area ensures the deviation of the resulting heat loss through the enclosure from the predefined permissible heat loss within 1%.
8. For the actual implementation of the developed methodology for determining the necessary heat transfer resistance, it is necessary to refine the working formula obtained taking into account the data of a larger number of weather stations, as well as to carry out territorial zoning of Ukraine according to the number of degree-days of the heating period, corresponding to an indoor air temperature of +20°C.

					KMP 2319219 ПЗ	Архив
						48
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування. –К.: Кондор, 2012. – 380 с.
2. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012.
3. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. К.. Мінрегіон України 2018. – 30 с.
4. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 65 с.
5. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Зі Зміною № 1 від 1 липня 2013 року. – К., 2013. – 68 с.
6. ДБН В.2.6-31:2016. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2017. – 31 с.
7. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. К., 2022. – 23 с.
8. Директива 2012/27/EU Європейського Парламенту та Ради від 25 жовтня 2012 р. про енергоефективність, яка змінює Директиви 2009/125/EC та 2010/30/EU і скасовує Директиви 2004/8/EC та 2006/32/EC (Дія Директиви поширюється на ЄЕЗ). – 55 с. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_017-12#Text
9. Директива Європейського Парламенту і Ради (ЄС) 2018/2002 від 11 грудня 2018 року про внесення змін до Директиви 2012/27/ЄС про енергоефективність. (Текст стосується ЄЕП). – [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_041-18/print
10. Директива Європейського парламенту і Ради 2010/31/ЄС від 19 травня 2010 року про енергетичні характеристики будівель (нова редакція). – 28 с. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011-10/print

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		49

11. ДСТУ 9190:2022. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 132 с.
12. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. ДП «УкрНДНЦ», 2023. – 60 с. Режим доступу: <https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2023/05/dstu-9191-2022-teploizolyacziya-budivel-metod-vyboru-teploizolyaczijnogo-materialu-dlya-uteplennya-budivel.pdf>
13. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. К.: Мінрегіон України, 2014. – 51 с.
14. ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2011. – 101 с.
15. Кваліфікаційна магістерська робота. Методичні рекомендації для здобувачів освіти спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія. / В.А. Пашинський, В.А. Настоящий. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 33 с.
16. Маляренко В.А., Герасимова О.М., Малєєв О.І.. Будівельна теплофізика. Курс лекцій для студентів усіх форм навчання будівельних спеціальностей. Харків – ХНАМГ – 2007 – 99 с. Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/11314464.pdf>
17. Основи теорії надійності будівель і споруд. Навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання / В.А. Пашинський: – Кіровоград: КНТУ, 2016. – 154 с.
18. Пашинський В.А, Філімоніхін Г.Б., Пашинський М.В. Районування характеристичних значень кліматичних навантажень на території України. Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського. – К. : Вид-во «Сталь», 2018. – Вип. 19 – С. 88-100.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						50
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

19. Пашинський В.А. Розрахункові значення температури повітря для областей України / В.А. Пашинський, М.В. Пашинський, І.І. Гриньова // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : Збірник наукових праць.— Рівне, 2021. – Випуск 39. – С. 188-196.
20. Пашинський В.А., Пашинський М.В. Статистичні методи в інженерних дослідженнях. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти з інженерних спеціальностей. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 106 с.
21. Про введення в дію нових нормативів опору теплопередачі огорожуючих конструкцій житлово-цивільних будинків і споруд для нового будівництва, реконструкцій та капітальних ремонтів. : Наказ Мінбуду України від 27.12.1993 N 247. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0247307-93#Text>
22. Сафонов В.В. та ін. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: Навчальний посібник. – К.: Основа, 2011. – 480 с.
23. Сергейчук О.В. Історія та перспективи розвитку норм з енергоефективності будівель в Україні // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Випуск № 9. – К.: КНУБА, 2017, с. 211-221. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/21/2017_9/39.pdf
24. Фаренюк Г.Г. Актуальні питання із визначення мінімальних вимог до показників енергоефективності будівель відповідно до вимог Закону України «Про енергетичну ефективність будівель»: Мультимедійна презентація. – НДІБК, 42 с. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.niisk.com/novini/gromadske-obgovorenniya-yak-povinn-but-i-m-n-maln-vimogi-do-energoefektivnost-bud-vel-/%D0%9C%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96.pdf>

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		51

25. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт, 2009. 216 с.
26. Фаренюк Г.Г. Структура та методичні положення нормативної бази з питань енергоефективності будівель // Наука та будівництво. – 2017. – № 3. – С. 4-15. Режим доступу: <https://www.journal-niisk.com/index.php/scienceandconstruction/article/view/82>
27. Фаренюк Г.Г., Тишковець А.В. Світові тенденції підвищення енергоефективності будівель // Наука та будівництво. – 2017. – № 4. – С. 4-10. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ntab_2017_4_3
28. Шамілов П. Огляд вимог nZEB в Європі. Аналітичний звіт. – Київ, 2024 – 59 с. Режим доступу: https://rehouse.org.ua/sites/default/files/1.zvit_nzeb.pdf

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						52
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Додаток А
ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ УТЕПЛЕННІ ТА ОПОРЯДЖЕННІ
СТІН ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

А.1 Загальні заходи з охорони праці

Охорона праці представляє собою систему правових, організаційно-технічних, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних засобів, направлених на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Задача охорони праці – звести до мінімуму вірогідність травмування або хвороби працюючих з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Нова техніка, науково обґрунтовані правила безпеки праці, висока кваліфікація персоналу та правильні умови експлуатації техніки є факторами забезпечення безпеки праці на будівельному майданчику.

У цілях забезпечення безпеки праці працюючих на всіх етапах виконання робіт здійснюють загальномайданчикові заходи по охороні праці. У перелік цих заходів включають питання підготовки робітників та інженерно-технічних працівників безпечним методам праці, перевірку знань з охорони праці, а також питання допуску працівників до самостійної роботи.

Підготовка працівників. У попередженні травматизму важливу роль відіграє якісне навчання працюючих правильним прийомам роботи. Інструктаж та навчання усіх працюючих проводиться у формах ввідного інструктажу, інструктажу на робочому місці, поточного інструктажу, повторного інструктажу, позапланового інструктажу та курсового навчання.

Перед допуском до роботи штатні усі працівники проходять ввідний інструктаж, який проводиться інженером з охорони праці. Про проведення ввідного інструктажу та перевірку знань робиться запис в журналі реєстрації, з обов'язковим підписом того, кого інструктують, та того, хто інструктує. Крім того, з усіма знову прийнятими в організацію або переведеними з інших підрозділів проводиться первинний інструктаж на робочому місці.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						53
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Всі робітники після первинного інструктажу на робочому місці та перевірки знань на протязі перших 2...5 змін (в залежності від стажу, досвіду та характеру роботи) виконують роботу під наглядом майстра або бригадира, після чого оформляється допуск їх до самостійної роботи, про що робиться запис в журналі з датою та підписом того, хто інструктує. Повторний інструктаж проходять всі робітники не менше ніж через 6 місяців.

А.2 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів, які діють на будівельному майданчику

Будівельний майданчик є зоною підвищеної небезпеки. На безпеку працюючих значною мірою впливає розташування постійних і тимчасових об'єктів на будівельному майданчику, система зберігання матеріалів та конструкцій, організація транспорту та побутового обслуговування в межах майданчика. Для правильної організації будівельного майданчика та робочих місць, а також безпечного виконання технологічних процесів, необхідних при зведенні даного об'єкта, необхідно виявити й проаналізувати основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть впливати працюючих.

До небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносяться:

Фізичні фактори:

- підвищений рівень ультрафіолетового випромінювання;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень запиленості повітря робочої зони;
- знижена чи підвищена вологість повітря робочої зони;
- знижена чи підвищена рухомість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений чи знижений рівень освітленості;
- підвищений рівень пульсації світлового потоку;
- можливість ураження електричним струмом;

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						54
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Хімічні фактори:

- підвищений зміст у повітрі робочої зони двоокису вуглецю, озону, аміаку, фенолу, формальдегіду;
- безпосередній контакт з хімічно агресивними та отруйними речовинами (органічні та мінеральні в'язучі речовини, ізоляційні та лакофарбові матеріали, засоби для очищення конструкцій);

Психофізіологічні фактори:

- напруження зору;
- напруження уваги;
- тривале виконання одноманітної роботи;
- тривалі фізичні навантаження.

Система заходів з охорони праці повинна розроблятися з урахуванням можливого впливу перелічених факторів при виконанні різних видів будівельно-монтажних робіт у процесі зведення конкретного будівельного об'єкта. Подальший аналіз небезпечних факторів та заходів щодо боротьби з їх впливом зорієнтовано на роботи з теплової ізоляції та опорядження фасадів.

Найбільш небезпечні виробничі фактори, які можуть викликати травми та професійні захворювання, перелічені в таблиці:

Назва та визначення фактору	Небезпечний спосіб дії на людину	Можливі наслідки для людини	Норма та документ, що її визначає	Запобіжні пристосування та заходи
Електричний струм	Термічна дія Біологічна дія Електролітична дія	Електричний удар, Електрична травма, Електричний шок	НПАОП 0.00-1.32-01 «Правилами будови електроустановок» НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» $R_{\text{норм}} = 10 \text{ Ом}$	Заземлення, занулення, захисне відключення, організаційні заходи
Шум	Зниження слуху і уваги		ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку” $L_{\text{дон}} = 85 \text{ дБ}$	Кожухи, екрани, ЗІЗ

Назва та визначення фактору	Небезпечний спосіб дії на людину	Можливі наслідки для людини	Норма та документ, що її визначає	Запобіжні пристосування та заходи
Вібрація	Вібраційна хвороба, зниження уваги, неврози		ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми загальної та локальної вібрації» $L_{доп}=85 \text{ дБ}$	Вібро-ізолятори, фундаменти
Отруйні речовини	Запалення органів дихання і слизових оболонок	Силікози, захворювання шкіри і легень	ГОСТ 12.1.005-88 „Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”, $ГДК=6 \text{ г/м}^3$	Загально-обмінна і місцева вентиляція, улаштування теплових завіс, ЗІЗ
Незадовільні мікро-кліматичні умови	Порушення терморегуляції організму		ДСН 3.3.6-042-99 „Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” $t=18-22^\circ\text{C}$, $v=0,1 \text{ м/с}$, $f_v=40\ldots60\%$	
Незадовільна освітленість	Погіршення зору, зниження уваги	Короткозорість, зниження уваги	ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» $E_n=100 \text{ лк}$	Загальне і місцеве освітлення
Механічні ушкодження	Доторкання до обладнання, робота з матеріалом	Опіки, травми різного ступеня	Вимоги до обладнання	Захисні екрани, кожухи, обгородження

А.3 Організація охорони праці на будівельному майданчику

Організація будівельного майданчика, ділянок робіт і робочих місць повинна забезпечувати безпеку праці робітників на всіх етапах виконання робіт. Розташування постійних і тимчасових споруд, транспортних комунікацій, мереж тепло-, водо- і електропостачання, встановлення будівельних машин і механізмів, площадок для складування та інших об'єктів на будівельному майданчику повинно відповідати рішенням, прийнятим у проектній документації.

Для запобігання доступу сторонніх осіб територія будівельного майданчика має бути огорожена захисно-охоронним огороженням висотою до 2 м, або парканом, виконаним по постійній схемі.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						56
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Тимчасові та постійні дороги повинні складати єдину транспортну мережу, що забезпечує кільцеву схему руху. Їх прокладають у порядку черговості будівництва об'єкту, відповідно до календарного графіку будівництва та будгенплану. Ширина тимчасових доріг та проїздів приймається 4,0 м при русі транспортних засобів у одному напрямку. Для розвантажувальних робіт у зоні дії кранів передбачаються майданчики шириною 7-8 м та довжиною 12-14 м. Радіус кривизни дороги становить 8 м.

Біля в'їзду на майданчик встановлюється схема руху транспорту, а на узбіччях доріг та переїздів – добре видимі дорожні знаки, що регламентують порядок руху транспорту. Швидкість руху на прямих ділянках обмежується 10 км/год, а на поворотах та на території будівництва – до 5 км/год.

При організації будівельного майданчика встановлюють і помічають ділянки та зони, де робота будівельних машин та механізмів є небезпечною для працюючих без використання засобів безпеки або захисних засобів:

- межі котловану та траншей глибиною понад 1 м;
- зони роботи землерийних машин;
- межі дії монтажних кранів;
- майданчики для складування будівельних конструкцій, деталей, матеріалів;
- місця зварювальних робіт і робіт з легкозаймистими матеріалами;
- зони та ділянки з інтенсивним рухом транспорту.

Грунт, що виймають із котловану, розташовується на відстані не менше 0,5 м від бровки котловану. Спуск в котлован передбачений по драбинах (трапах) шириною 0,6 м з перильними огороженнями висотою 1,1 м.

Майданчики для складування конструкцій на бровці котловану, а також шляхи руху автотранспорту та монтажних кранів розташовуються за межами призми обвалу на відстані не менше 1 м від бровки природних відкосів.

Небезпечна зона дії самохідного стрілового крану визначається із розрахунку максимального вильоту стріли плюс 7 м при висоті споруди до 20 м, а для екскаватора – із розрахунку максимального радіусу дії плюс 5 м.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						57
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Складування будівельних конструкцій передбачають на попередньо підготованому майданчику з організованим відводом поверхневих вод. При цьому передбачають заходи, які виключають довільне зміщення конструкцій. Крім того, майданчики складування огорожуються парканом висотою 1,2 м та обладнують знаками безпеки й табличками з назвами виробів та конструкцій.

Одним з факторів зниження виробничого травматизму є правильне освітлення будівельного майданчика в темний час доби. Передбачають робоче та охоронне штучне освітлення. Загальне робоче освітлення всього майданчика передбачається уставкою прожекторів на стовпах (металевих щоглах) із розрахунку не менше 2 лк на рівні землі. Місцеве робоче освітлення здійснюється прожекторами з лампами ДРЛ на металевих полегшених щоглах. Охоронне освітлення здійснюється прожекторами загального робочого освітлення із розрахунку не менше 0,5 лк на рівні землі в горизонтальній площині.

А.4 Охорона праці під час проведення робіт з теплоізоляції стін

Вимоги щодо попередження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів у процесі підготовки та виконання теплової ізоляції при новому будівництві, при реконструкції та технічному переозброєнні підприємств, будівель і споруд визначаються ДБН [2] з урахуванням правил пожежної безпеки при виконанні будівельно - монтажних робіт, а також санітарних норм і правил. При виконанні теплоізоляційних робіт враховують можливість дії наступних небезпечних і шкідливих для виконавців робіт виробничих факторів:

- запиленість і загазованість повітря;
- високий рівень шуму й вібрації на робочому місці;
- недостатня освітленість;
- відхилення від оптимальних норм температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні;
- недостатня електробезпека машин і устаткування.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						58
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони і параметри мікроклімату не повинні перевищувати вимоги чинних санітарних норм. Допустимі значення рівнів шуму і вібрації, створюваних машинами і механізмами на робочих місцях, встановлюють за чинними санітарними нормами. Освітленість на робочих місцях повинна бути не менше 30 лк. Роботи на всіх стадіях технологічного процесу повинні виконуватися із застосуванням індивідуальних і колективних засобів захисту. Підвищені вимоги до безпеки теплоізоляційних робіт встановлюються при застосуванні теплоізоляції з пінополіуретану з урахуванням токсичності та пожежонебезпеки речовин, які входять до його складу. Область застосування ізоляції з пінополіуретану повинна відповідати вимогам ДБН [2, 7]. Основним документом для підготовки, організації та виконання теплоізоляційних робіт з урахуванням забезпечення безпеки праці є проект виконання робіт або технологічна карта. Склад і зміст основних рішень цих документів щодо забезпечення безпеки праці повинні відповідати вимогам ДБН [2].

Проект виконання робіт та технологічна карта повинні передбачати вимоги щодо зниження обсягів робіт і трудомісткості їх виконання в умовах дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів за рахунок застосування:

- демонтажної ізоляції обладнання і трубопроводів;
- блочного монтажу конструкцій з ізоляцією блоків до їх установки в проектне положення;
- індустріальних конструкцій ізоляції (повнозбірних і комплектних);
- справних механізмів, інструменту, пристосувань, технологічної оснастки (засобів підмоцвання, вантажозахоплювальних пристроїв, засобів індивідуального та колективного захисту).

Порядок розробки і випробування технологічного оснащення, засобів індивідуального захисту, ручного інструменту і механізмів визначається відповідними нормативними документами, а вимоги до їх експлуатації - експлуатаційними документами підприємств - виробників.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						59
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

А.5 Вимоги безпеки при виконанні штукатурних і малярних робіт

До обслуговування комплексу механізованого штукатурного обладнання допускаються особи не молодші 18 років, які вивчили інструкції з експлуатації устаткування штукатурного комплексу, пройшли навчання й отримали відповідні знання з обслуговування електрообладнання, знають правила надання першої допомоги та правила пожежної безпеки. Допуск до обслуговування штукатурної станції та обладнання, що входить в комплекс, оформляється наказом по будівельній організації після перевірки знань правил безпеки.

При роботі штукатурної станції всі електрифіковані інструменти та механізми необхідно заземлювати.

Для виконання штукатурних робіт на висоті слід застосовувати інвентарні засоби (риштування, підмостки, майданчики тощо). При веденні робіт на висоті 1,3 м і більше та відстані менше 2 м від межі перепаду по висоті робочі місця повинні мати інвентарні огорожі. До початку робіт усі працівники повинні бути забезпечені необхідними засобами захисту (спецодягом і спецвзуттям, засобами індивідуального захисту).

Навантаження на настили риштувань не повинні перевищувати величин, зазначених в інструкціях і паспортах заводів-виробників. Ширина настилів для штукатурних робіт встановлена не менше 1,5 м. Неприпустимо укладати робочі настили на випадкові і ненадійні опори. З урахуванням шкідливих і небезпечних виробничих факторів, штукатура до початку виконання робіт слід забезпечити:

- захисними окулярами з небитим склом;
- при роботі з електрифікованим інструментом - діелектричними рукавичками, калошами, килимком, респіратором та захисними окулярами;
- при хімічному впливі та роботі з пилоподібними матеріалами – слабким розчином соляної кислоти, респіратором, окулярами, рукавичками гумовими кислотостійкими, фартухом;
- при роботі на висоті без огорож – запобіжним поясом;
- при роботі з пневмоінструментом – віброзахисними рукавицями.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						60
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розбирання, ремонт та чищення розчинонасоса, форсунок та іншого устаткування, яке застосовується при механізованих штукатурних роботах, проводиться після зняття тиску та відключення машин від електромережі. Продування шлангів стисненим повітрям допускається тільки після видалення людей за межі небезпечної зони. В процесі роботи штукатурної станції необхідно стежити за цілісністю ізоляції електрокабелів, приладів безпеки, чистотою проходів і обладнання, надійністю огорож, наявністю у штукатурів засобів індивідуального захисту. На рукоятках рубильників ввідного пристрою, пульті управління встановлюють таблички "Не включати. Працюють люди". Переносні струмоприймачі (інструмент, машини, світильники тощо), які використовуються на штукатурних роботах, повинні працювати на напрузі не більше 36 вольт.

Перед початком малярних робіт необхідно вивчити умови праці, правила роботи з різними матеріалами, ручними та механізованими інструментами, вимоги електробезпеки, правила переміщення та зберігання матеріалів, ознайомитися з протипожежними заходами та засобами пожежогасіння. Крім того, працюючих необхідно забезпечити спецодягом, захисними окулярами, респіратором, пастою і захистити вразливі частини тіла щитами тощо.

Робочі місця повинні бути достатньо освітлені (не менше 100 лк при простому фарбуванні і 150 лк при високоякісному). Вимоги до конструкції та правила експлуатації стаціонарних і переносних світильників викладені в спеціальній літературі.

Вантажі масою більше 60 кг піднімати на висоту понад 3 м слід за допомогою спеціальних механізмів або пристроїв. Не можна приступати до роботи, не перевіривши ручні та механізовані інструменти і пристосування. Матеріали для малярних робіт слід використовувати в строгій відповідності з технічними умовами або інструкціями заводу-виробника. Застосовувати масляні склади закордонних фірм при відсутності перекладених інструкції або паспорта забороняється, бо це може викликати непередбачувані наслідки.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						61
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Працювати з ручними машинами дозволяється особам не молодшим 18 років, які пройшли спеціальний інструктаж. При роботі в сирих місцях можна користуватися лише машинами, які підключаються до напруги 36 В. У всіх інших випадках дозволено використовувати напругу 220 В, маючи при цьому індивідуальні засоби захисту: ізолюючі рукавички, килимки, калоші та інші засоби захисту. Ручки машин і вводи повинні бути надійно ізольовані. Пневматичні апарати і рукави перед використанням повинні бути перевірені і випробувані тиск, який у 1,5 рази перевищує робочий.

Фарборозпилювальні бачки і рукави для подачі фарбувальних складів до місця роботи повинні бути заздалегідь випробувані на тиск не менше 1 МПа. Під час роботи з компресором слід особливо уважно стежити за справним станом манометра і запобіжного клапана, тиском повітря, рівнем масла в картері, системою охолодження компресора, не допускати його перегріву. Після закінчення робіт ручні машини слід очистити від фарби і замкнути в ящик або здати на склад, щоб уникнути включення сторонньою людиною.

При очищенні раніше пофарбованих поверхонь вручну, піскоструминним апаратом, дробометальною установкою, хімічним чи механічним способом, або шляхом випалювання старої фарби повинно бути забезпечене безупинне наскрізне провітрювання або примусова вентиляція і наявність первинних засобів пожежогасіння. При виконанні піскоструменевих робіт слід використовувати спецодяг, захисні окуляри і взуття, застосовувати сухий і чистий пісок, збирати і видаляти зняту стару фарбу, не допускати розбризкування кислот і лугів.

Всі внутрішні малярні роботи з сумішами, що виділяють шкідливі для здоров'я летючі пари (що має бути зазначено в паспорті або сертифікаті складу) необхідно виконувати при відкритих вікнах або за наявності вентиляції, яка забезпечує двократний повітрообмін за годину. Не можна працювати в такому приміщенні більше 4 год., не можна використовувати бензол як розчинник для малярних складів, а якщо без нього не можна обійтися, то його вміст в розчиннику не повинен перевищувати 15%. Забороняється застосовувати

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						62
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

етильований бензин як розчинник або для миття рук та промивання апаратури. Не дозволяється застосовувати при малярних роботах матеріали та розчинники, що містять метанол або хлорований вуглеводень, а також свинцеві з'єднання і токсичні елементи. Ґрунтування й фарбування поверхонь всередині приміщення фарбами на основі поліуретанових епоксидних смол з ароматичними розчинниками за допомогою пневморозпилювача допускається тільки при посиленій вентиляції та наявності індивідуальних засобів захисту. У приміщенні, в якому проводиться фарбування водними складами, електромережа повинна бути знеструмлена на весь період робіт. Для того, щоб уникнути зайвого туманоутворення при пневматичному фарбуванні, фарборозпилювач слід тримати таким чином, щоб факел розпилюється фарби був перпендикулярний поверхні, що фарбується і знаходився від неї на відстані не більше 60 см.

Приставні драбини необхідно встановлювати і закріплювати під кутом 60°, працювати можна на сходинці, що знаходиться не менше ніж на 1 м нижче верхнього кінця драбини. Працювати ручними машинами з приставних драбин забороняється. Замість сходів краще використовувати спеціальні пристосування, наприклад столик двоповерховий з огорожею та полицею. Фарбувати металоконструкції необхідно зі спеціальних риштувань, підвісних кошиків та інших засобів підмоцвання.

При переливанні лакофарбових матеріалів з однієї тари в іншу необхідно користуватися піддонами з металу з бортами висотою не менше 5 см. Розлиті на підлогу фарби і розчинники слід негайно прибрати ганчіркою, за допомогою тирси чи сухого піску. Для попередження шкідливого впливу токсичних речовин слід користуватися спецодягом і запобіжними пристосуваннями: респіраторами, окулярами, рукавицями, а також захисними мазями і розчинами. Для захисту органів дихання при виконанні малярних робіт використовують респіратори і марлеві пов'язки. При значній концентрації шкідливих газів, парів, пилу слід застосовувати протигази. Після закінчення роботи і перед прийомом їжі слід ретельно вмити руки в теплій воді з милом чи іншими миючими засобами.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						63
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

При малярних роботах особливу увагу слід звертати на організацію та підтримання у стані постійної готовності всіх засобів пожежогасіння: ящиків з піском, пінних вогнегасників, багрів, лопат та іншого інвентарю. Обладнання повинно бути легкодоступним для користування і пофарбованим в яскраво-червоний колір. При відкриванні ємкостей з вибухонебезпечними матеріалами необхідно користуватися спеціальними інструментами і ручними машинами, які не дають іскріння. При горінні розчинників отруйних парів загоряння можна ліквідувати тільки в протигазах.

А.6 Роботи з полімерними, антисептичними і вогнезахисними матеріалами

Під час роботи з полімерними матеріалами слід враховувати, що вони та їхні розчини отруйні й вогнебезпечні, а тому треба користуватися засобами індивідуального захисту й дотримуватися протипожежних правил. Приміщення, де застосовують полімерні матеріали, мають бути чистими, добре освітленими, з температурою не нижче 15°C і відносною вологістю повітря не більше 70%..

З невеликою кількістю епоксидної смоли можна працювати у загальному приміщенні, але на спеціальних постах, обладнаних місцевою витяжною вентиляцією яка забезпечує 3...10-кратний обмін повітря. Перед початком роботи шкіру рук змащують тонким шаром захисної пасти або мила. Робочі місця на верстатах або столах, на яких працюють з епоксидними матеріалами, накривають папером, який після закінчення роботи знищують.

До робіт по антисептичній і вогнезахисній обробці деревини та інших матеріалів, приготуванню відповідних складів, навантаженню й вивантаженню, розпакуванню хімічних матеріалів допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли відповідне навчання й медичний огляд. Наступні медичні огляди проводяться через кожні 12 місяців роботи. Забороняється допуск до цих робіт жінок і осіб, що мають опіки, роздратування й інші ушкодження шкіри.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						64
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Готувати антисептичні й вогнезахисні склади треба на відособлених відкритих площадках або в окремих приміщеннях, забезпечених припливно-втяжною вентиляцією. Місця, призначені для зберігання, розігрівання й приготування антисептичних і вогнезахисних складів, повинні перебувати від джерел водопостачання на відстані не менше 100 м. Доступ у ці місця сторонніх осіб забороняється. Готуючи антисептичні й вогнезахисні склади, необхідно здійснювати заходи проти розпилення й розбризкування отруйних речовин. Курити під час роботи забороняється. Робітникам необхідно мати протигази або респіратори, захисні окуляри й гумові рукавички.

При антисептуванні окремих елементів конструкцій методом просочення заповнені розчином ванни повинні бути надійно закриті кришками. Опускати контейнери з матеріалами або виробами в наповнені розчином ванни необхідно за допомогою механізмів. Виконувати ці операції вручну забороняється щоб уникнути попадання розчину на шкіру обличчя та рук.

Розігріті антисептичні й вогнезахисні склади доставляють до робочих місць механізованим способом у спеціальних бачках, що мають форму усіченого конуса, наповненими не більше ніж на 3/4 місткості із щільно закритою кришкою.

Антисептуванню й вогнезахисній обробці можна піддавати тільки готові дерев'яні деталі або конструктивні елементи. Виконувати механічну обробку деревини, обробленої антисептиками, а також виготовляти з неї які-небудь вироби за допомогою ручного або механізованого інструменту забороняється.

Особи, працюючі з антисептичними й вогнезахисними речовинами, забезпечуються окремими гардеробними для перевдягання й зберігання особистого одягу і спецодягу, який повинен перебувати окремо в закритих шафах, кімнатах для вмивання, милом, рушником і аптечкою з медикаментами й захисними пастами й мазями.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						65
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Додаток В

ІЛЮСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ
до кваліфікаційної магістерської роботи на тему:
«Розвиток методів нормування опору теплопередачі
огороджувальних конструкцій»
(23 слайди)

«Допустити до захисту»

Завідувач кафедри БДМБ,
кандидат технічних наук, професор

Владислав НАСТОЯЩИЙ

" ____ " _____ 2024 р.

Виконала: здобувачка освіти групи БІ-23 МЗ
спеціальності 192
«Будівництво та цивільна інженерія»

Алла ЧЕРНЯВСЬКА

" ____ " _____ 2024 р.

Керівник кваліфікаційної магістерської роботи:
доктор технічних наук, професор

Віктор ПАШИНСЬКИЙ

" ____ " _____ 2024 р.

					КМР 2319219 ПЗ	Аркуш
						66
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		