

УДК 692.2:699.86

*А.М. Карюк, к.т.н., доцент;
О.Б. Кошлатий, доцент,
ПНТУ ім. Кондратюка, Полтава*

ЕКОНОМІЧНО ДОЦІЛЬНИЙ ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ЗОВНІШНІХ СТІН ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ РІЗНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

АНОТАЦІЯ

Установлена залежність економічно доцільного опору теплопередачі зовнішніх стін цивільних будівель для різних регіонів України від кількості градусо-днів опалювального періоду та зроблено аналітичний опис результатів розрахунку.

Ключові слова: огорожувальні конструкції, опір теплопередачі, ціна теплової енергії, приведені витрати.

Постановка проблеми. Питання енергоефективного будівництва, зокрема наукового обґрунтування оптимального або економічно доцільного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель є важливою складовою загальнодержавної політики у сфері енергозбереження і енергетичної незалежності. За базовим сценарієм, розробленим Міжнародним енергетичним агентством (МЕА), світовий попит на енергію до 2030 року зросте приблизно в два рази. З цього випливає, що існує необхідність подальшого удосконалення нормування теплової ізоляції будівель цивільного призначення для різних регіонів України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням проектування теплоізоляційної оболонки будівель, перспективам збільшення рівня теплозахисту огорожувальних конструкцій в Україні присвячені роботи Фаренюка Г.Г. [1,2], Сергійчука О.В., Дибя М.В. [3], Гетун Г.В. [4]. Однак в цих публікаціях не розглядається методика встановлення економічно доцільного опору теплопередачі зовнішніх огорожень для різних регіонів України.

Метою статті є установлення залежності економічно доцільного опору теплопередачі зовнішніх стін цивільних будівель для різних регіонів України від кількості градусо-днів опалювального періоду та при різній вартості теплової енергії.

Виклад основної частини. Забезпечення енергоефективності будівель є однією з найважливі-

ших проблем сучасного будівництва. Особлива гострота цієї проблеми в умовах дефіциту та зростання вартості енергоносіїв спонукає до поліпшення теплових характеристик огорожувальних конструкцій. Чинні норми проектування теплової ізоляції будівель [5] встановлюють мінімально допустимі значення опору теплопередачі стін цивільних будівель для першої температурної зони (більшість території України) $R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ і для другої температурної зони (південні регіони України) $R_{q \min} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Для будівель, що підлягають термомодернізації, ці вимоги знижуються на 20%, що складає $2,64 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ і $2,24 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ відповідно. Наведені в [5] значення $R_{q \min}$ є дещо вищими порівняно з нормативами попередньої редакції ДБН [6].

Але є ще один аспект цієї проблеми: це встановлене нормами надто вже усереднене єдине значення нормованого опору теплопередачі $R_{q \min}$ для такого великого регіону як температурна зона. Є сенс диференціювати ці значення по областях (містах) країни.

У даній статті виконано поглиблений аналіз виявленої тенденції на базі кліматичних параметрів усієї території України. Як і в [9], розглядаються широкоживані конструкції стін багатопверхових цивільних будівель [7, 8], які складаються з внутрішньої штукатурки вапняно-піщаним розчином товщиною 20 мм, цегляної кладки з пустотілої цегли на цементному розчині товщиною 510 мм, утеплювача з екструзійного пінополістиролу з середньою густиною $30 \text{ кг}/\text{м}^3$ і розрахунковим значенням коефіцієнта теплопровідності $\lambda = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ та зовнішнього опоряджувального шару на основі цементно-піщаного розчину товщиною 10 мм. У подальших розрахунках, які виконані за методикою [9], коефіцієнти теплопровідності усіх матеріалів прийняті за ДБН [6]. Товщина пінополістирольного утеплювача, визначена за заданим значенням опору теплопередачі стіни $2 \leq R_0 \leq 5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, змінювалася в межах від 30 мм до 160 мм.

Втрати тепла через 1 м^2 огорожувальної конструкції з відомим опором теплопередачі $R_0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ протягом опалювального періоду визначені через кількість градусо-днів G_{op} за даними [10] і стандарту [11] та наведені в [9]

$$Q = 0,0000206 G_{op} / R_0, \quad (1)$$

Річні приведені витрати дорівнюють сумі річних поточних витрат (собівартості опалення) і ка-

підальних вкладень, приведених до річного виміру за допомогою нормативу порівняльної ефективності:

$$P = Q \times C_T + C_H/T_H + C_y/T_y \quad (2)$$

де C_T — ціна теплової енергії (вартість однієї гігакалорії тепла);

C_H і C_y — вартості несучої (цегляна кладка та внутрішня штукатурка) та утеплюючої (теплоізоляційний шар і зовнішнє опорядження) частин стіни;

T_H і T_y — встановлені терміни експлуатації несучої та утеплюючої частин стіни.

При обчисленні річних приведених витрат (2) враховано встановлений терміну експлуатації цивільних будівель $T_H=100$ років та строк служби ефективного утеплювача $T_y=25$ років згідно з вимогами норм [6]. Вартості одного квадратного метра несучої C_H та утеплюючої C_y частин стіни визначені за кошторисним розрахунком.

Розрахунки виконані для 27 міст України, перелічених в таблиці 1. Окрім обласних центрів, враховані дані міст Феодосія та Ялта, які відображають особливі кліматичні умови Південного берега Криму. 21 місто знаходиться в першій температурній зоні за картою районування [5], а 6 міст — у другій. Наведена в таблиці кількість градусо-днів опалювального періоду $G_{оп}$ встановлена за даними [10, 11]. З метою узагальнення результатів проаналізовано декілька варіантів усередненої по території України ціни теплової енергії:

* ціни, встановлені постановами уряду в 2014 році для міст України і опубліковані в [12] дають середнє значення 330 грн/Гкал;

* єдина ціна на теплову енергію 540 грн/Гкал, встановлена;

* єдина ціна на теплову енергію 650 грн/Гкал, встановлена [13];

* гіпотетична перспективна ціна в розмірі 800 грн/Гкал.

* гіпотетична перспективна ціна в розмірі 1000 грн/Гкал.

З урахуванням вказаних значень вартості теплової енергії за методикою [9] та критерієм мінімуму приведених витрат встановлені економічно доцільні (для кліматичних умов кожного з 27 міст України), результати розрахунків які наведені на рисунку 1 та в таблиці 1 у вигляді залежностей оптимальних значень опору теплопередачі від вартості теплової енергії.

З рисунка видно, що оптимальні значення опору теплопередачі R_0 зростають при збільшенні вартості тепла C_T . Розкид отриманих кривих обумовлюється відмінностями кліматичних умов міст України, які узагальнено відображаються кількістю градусо-днів опалювального періоду.

При цінах 2014 року оптимальні значення опору теплопередачі R_0 для першої температурної зони змінюються в межах від 2,6 м²·К/Вт до 3,0 м²·К/Вт, а для другої — в межах від 2,1 м²·К/Вт до 2,7 м²·К/Вт. Ці значення близькі до

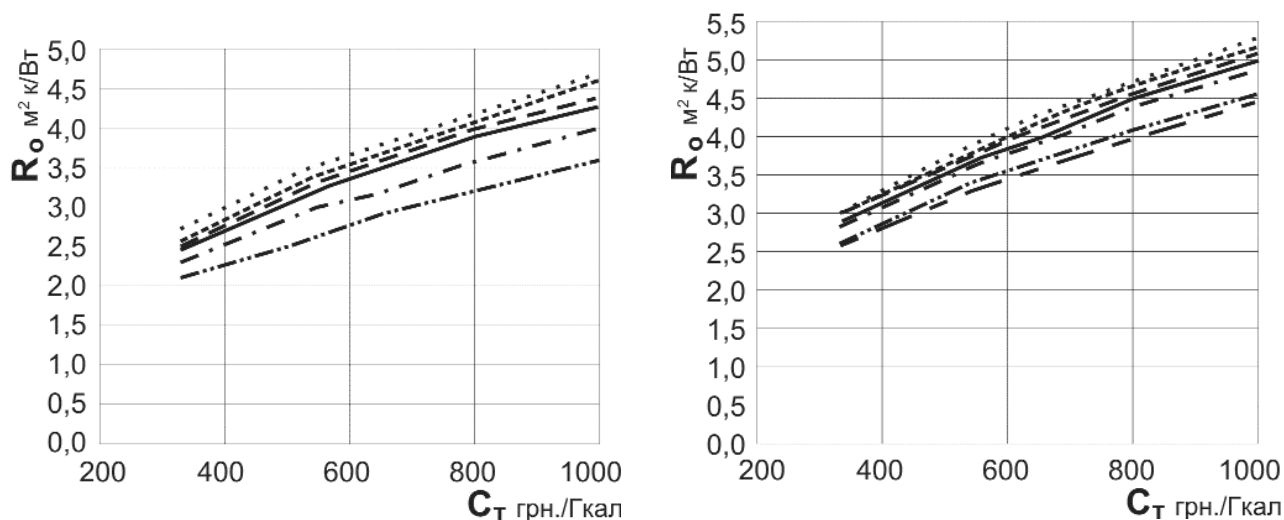


Рис. 1. Оптимальні значення опору теплопередачі стін в різних містах України при зростанні цін на теплову енергію: а — температурна зона I; б — температурна зона II

Табл. 1. Економічно доцільні значення опору теплопередачі стін цивільних будівель на території України

№п/п	Міста України	Gоп, град-дб	Оптимальний опір теплопередачі R0, м2·К/Вт при ціні тепла СТ, грн/Гкал				
			330	540	650	800	1000
Температурна зона II							
1	Запоріжжя	3220,4	2,7	3,5	3,8	4,2	4,7
2	Миколаїв	3042,9	2,6	3,4	3,7	4,1	4,6
3	Одеса	2844	2,6	3,3	3,6	4,0	4,4
4	Сімферополь	2679,6	2,5	3,2	3,5	3,9	4,3
5	Феодосія	2328,8	2,3	3,0	3,2	3,6	4,0
6	Ялта	1852,2	2,1	2,6	2,9	3,2	3,6
Температурна зона I							
7	Вінниця	3676,4	2,9	3,7	4,1	4,5	5,1
8	Луцьк	3546	2,9	3,7	4,0	4,4	5,0
9	Луганськ	3508,8	2,8	3,6	4,0	4,4	4,9
10	Дніпропетровськ	3474,4	2,8	3,6	4,0	4,4	4,9
11	Донецьк	3608	2,9	3,7	4,0	4,5	5,0
12	Житомир	3716,8	2,9	3,7	4,1	4,5	5,1
13	Ужгород	2864,4	2,6	3,3	3,6	4,0	4,5
14	Івано-Франківськ	3508,4	2,8	3,6	4,0	4,4	4,9
15	Київ	3537,6	2,9	3,6	4,0	4,4	5,0
16	Кіровоград	3552,5	2,9	3,7	4,0	4,4	5,0
17	Львів	3508,4	2,8	3,6	4,0	4,4	4,9
18	Полтава	3702,4	2,9	3,7	4,1	4,5	5,1
19	Рівне	3621,8	2,9	3,7	4,0	4,5	5,0
20	Суми	4001,8	3,0	3,9	4,3	4,7	5,3
21	Тернопіль	3716,8	2,9	3,7	4,1	4,5	5,1
22	Харків	3759	2,9	3,8	4,1	4,6	5,1
23	Херсон	3048,1	2,6	3,4	3,7	4,1	4,6
24	Хмельницький	3678,3	2,9	3,7	4,1	4,5	5,1
25	Черкаси	3613,4	2,9	3,7	4,0	4,5	5,0
26	Чернігів	3908,3	3,0	3,8	4,2	4,7	5,2
27	Чернівці	3412,5	2,8	3,6	3,9	4,4	4,9

нормативних вимог [6], які діяли до середини 2013 року.

Введення нової ціни на теплову енергію, рівної 650 грн/Гкал, підвищує оптимальні значення опору теплопередачі до $R_0 = 3,6 - 4,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ для першої температурної зони та до $R_0 = 2,9 - 3,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ для другої. Це дещо перевищує сучасні вимоги до мінімально необхідного опору теплопередачі стін житлових і громадських будівель, встановлені змінами до ДБН [5].

Подальше підвищення ціни на теплову енергію призводить до зростання оптимального опору теплопередачі, який при досить високих цінах на тепло

може перевищити $R_0 = 5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. При умові зростання цін на будівельні матеріали збільшення оптимального опору теплопередачі повинно бути дещо меншим, ніж прогнозоване виконаними розрахунками, але необхідність підвищення вимог до огорожувальних конструкцій залишається очевидною.

З порівняння двох діаграм рисунка 1 видно, що оптимальний опір теплопередачі стін у містах з першої температурної зони помітно більший, ніж для міст другої кліматичної зони. Це дозволило виявити залежності оптимального опору теплопередачі від кількості градусо-днів опалювального періоду, які зображені на рисунку 2.

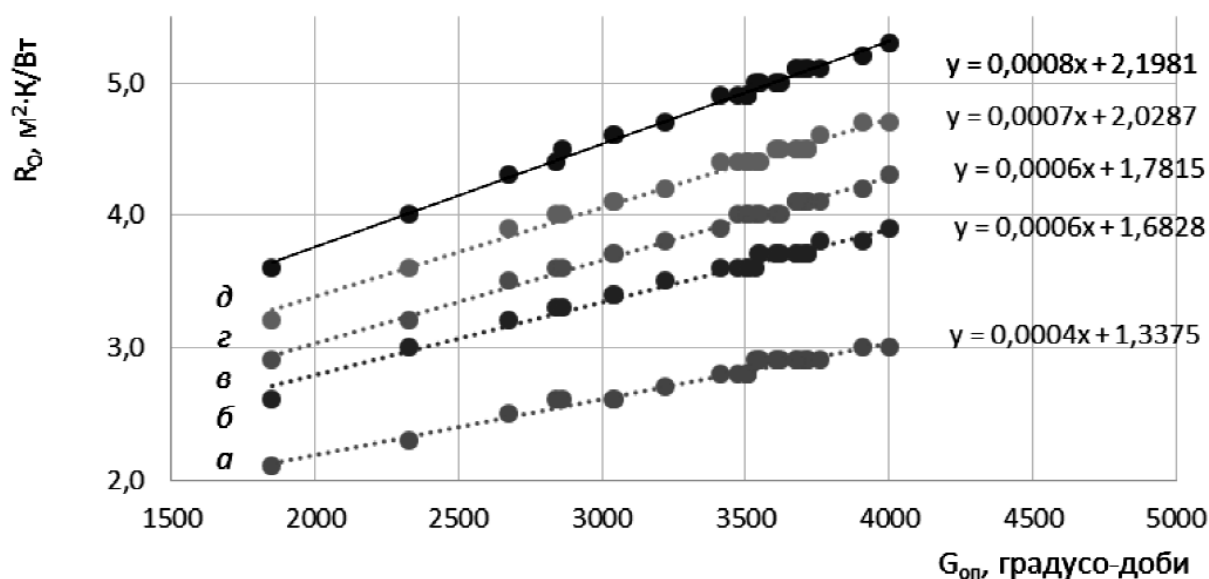


Рис. 2. Залежності оптимальних значень опору теплопередачі стін від кількості градусо-днів опалювального періоду при різних вартостях теплової енергії C_T , грн/Ткал: а – 330, б – 540, в – 650, г – 800, д – 1000

З рисунка 2 видно, що оптимальні значення опору теплопередачі лінійно зростають при збільшенні кількості градусо-днів опалювального періоду. Їх можна обчислювати за апроксимуючими залежностями, формули яких наведені на рисунку для ряду розглянутих значень вартості теплової енергії. Лінійний характер залежностей оптимального опору теплопередачі від ціни теплової енергії C_T та кількості градусо-днів опалювального періоду $G_{оп}$ дозволив отримати загальний вираз у вигляді

$$R_0 = 0,003 \times C_T + 0,00056 \times G_{оп}, \quad (3)$$

параметри якого обчислені методом найменших квадратів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Виконані розрахунки є лише окремим випадком, який базується на прийнятій конструкції стіни та поточному і прогнозованому рівні цін на будівельні матеріали обраних видів і марок. Очевидно, що зміна цих параметрів призведе до отримання дещо інших числових результатів. Разом з тим, розглянутий модельний приклад вказує на явно виражену тенденцію до подальшого підвищення мінімально необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій цивільних будівель в умовах зростання вартості енергоносіїв. Виявлена залежність економічно доцільного опору теплопередачі від кількості градусо-днів опалювального періоду та аналітичний опис результатів розрахун-

ку вказують на можливість удосконалення підходів до нормування необхідного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій на основі урахування вартості теплової енергії та кліматичних характеристик району розміщення будівельного об'єкта.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. — К.: Гама-Принт, 2009. 216 с.
2. Фаренюк Г.Г. Теплові аспекти надійності огорожувальних конструкцій / Г. Г. Фаренюк // Будівництво України. — 2009. — №8. — С. 28-30
3. Сергейчук О.В. О перспективе дальнейшего увеличения теплоизоляции наружных ограждающих конструкций в Украине / О. В. Сергейчук, М. З. Диб // Энергоэффективность в строительстве та архітектурі. — 2013. — Вип. 4. — С. 253-258.
4. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Зміна № 1.- К., 2013. — 11 с.
5. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. — К., 2006. — 66 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови. — К., 2009. — 35 с.

7. Тришарові стіни з теплоізоляцією. Зовнішні стіни [Електронний ресурс] Режим доступу: http://bud.com.ua/ua/produkcija/izoljacija_tehnonikol/zovnishni_stini1.html

8. Карюк А.М. Методика визначення необхідного опору теплопередачі стін з урахуванням вартості енергоносіїв /А.М. Карюк// Сборник научных трудов SWorld. — Вып.№2 (39). Том 19. — Ивово "Научный мир" 2015. — С.22-26.

9. Температурні впливи на огорожувальні конструкції будівель: монографія / В.А. Пашинський, Н.В. Пушкар, А.М. Карюк // — Одеса, 2012. - 180 с.

10. ДСТУ-Н Б В.1.1 — 27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. — К., 2010. — 101 с.

11. Газета органів центральної влади Урядовий кур'єр. Випуски № 65, 75, 72 від 9, 18, 24 квітня 2014 року.

12. Постанова НКРЕКП від 31.03.2015 № 1171 "Про встановлення тарифів на послуги з централізованого опалення та послуги з централізованого постачання гарячої води, що надаються населенню суб'єктами господарювання, які є виконавцями цих послуг".

АННОТАЦИЯ

Установлена зависимость экономически целесообразного сопротивления теплопередаче наружных стен гражданских зданий для различных регионов Украины от количества градусо-суток отопительного периода и сделано аналитическое описание результатов расчета

Ключевые слова: ограждающие конструкции, сопротивление теплопередаче, цена тепловой энергии, приведенные затраты

ANNOTATION

The dependence of economically viable heat resistance of exterior walls of civil buildings for different regions of Ukraine on the number of degree-days during the heating period was determined; and the analytical description of calculation results was made

Key words: walling constructions, thermal resistance, thermal energy price, discounted costs.

УДК 691.54:514.18

К. К. Мирошниченко, д. т. н., проф.
ПГАСуА, Днепропетровск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ПОДЛИВКИ ПОД ОБОРУДОВАНИЕ ИЗ ФИБРОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

АННОТАЦИЯ

Совершенствование технологии устройства подливки под оборудование из фибробетонных смесей. В статье приведены технологические схемы устройства подливки под конструкции и технологическое оборудование из безусадочного фибробетона.

Разработанная технология приготовления позволяет повысить производительность процесса и качество устройства смеси для подливки.

Ключевые слова: подливка, оборудование, смеситель, технология приготовления, фибробетон.

Постановка проблемы. Установка технологического оборудования на фундамент, особенно дорогостоящего импортного, является важной и ответственной задачей. Для обеспечения полной передачи всех статических и динамических нагрузок от работы оборудования на фундаменты необходимо его правильно выставить и надежно закрепить. Важным этапом успешного выполнения работы по монтажу оборудования, является заливка бетонной безусадочной смеси (подливки) в зазор между станиной оборудования и фундаментом. Подливка же представляет собой состав, который играет роль клина и передает фундаменту всю совокупность нагрузок от станины.

Предлагаемые зарубежными фирмами составы для подливки под высоко технологичное оборудование и технология ее заливки стоят очень дорого. Проведенные нами по заказу УКРГИПРОМЕЗА исследования, позволили разработать специальные безусадочные высокоподвижные смеси из фибробетона с высокими свойствами взамен импортных составов, но специального оборудования для устройства подливки из такого сложного (с технологической точки зрения) материала нет. Кроме того, для устройства подливки под различное технологическое оборудование и конструкции необходимы различные варианты технологии (технологические схемы) ее устройства.