

АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ УТЕПЛЕННЯ БУДИНКІВ В КОНТЕКСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ПРИКЛАДІ МІСТ УКРАЇНИ ТА ЄВРОПИ

В статті проаналізовано ефективність утеплення будинків українських міст у порівнянні з європейськими за критерієм співвідношення величини термічного опору R для стін, покриттів та перекриттів до градусодіб опалювального періоду ГДОП, які приведено до однієї методики. Показано, що українські міста утеплені здебільшого гірше у порівнянні з європейськими містами, а саме для стін – до 79%, для покриттів – від 58%, для перекриттів – до 94%. Визначено гранично допустиме значення вартості утеплення до чинного нормативного рівня теплозахисту, при якому вкладені кошти можуть окупитися за рахунок економії енергії на опалення для різних міст України. Приклади розрахунку окупності коштів за рахунок економії на опаленні для солом'яних блоків та арболіту показали, що при утепленні стін солом'яними блоками з та усередненим значенням теплопровідності $\lambda = 0,06 \text{ Вт / (м} \times \text{ }^\circ\text{C)}$ вартість блоку габаритом $0,3 \times 0,4 \times 0,8 \text{ м}$ не повинна перевищувати 36,7 грн для окупності витрат утеплення. Використання арболітового блоку з кистри коноплі $0,5 \times 0,3 \times 0,2 \text{ м}$ з теплопровідністю $\lambda = 0,07 \text{ Вт / (м} \times \text{ }^\circ\text{C)}$ не дає економії від скорочення витрат на опалення.

Ключові слова: енергоефективність, градусодоба, огорожуючі конструкції, опалення.

BIKS Y. S., RATUSHNYAK O. G.
Vinnytsia National Technical University

ANALYSIS OF ECONOMIC FEASIBILITY OF HOUSES INSULATING IN THE CONTEXT OF ENERGY EFFICIENCY ON THE EXAMPLE OF UKRAINIAN AND EUROPEAN CITIES

The article analyzes the efficiency of Ukrainian cities buildings insulation in comparison with the European ones by the criterion which equals to the ratio of thermal resistance value R to the degree-days of the heating period for walls, coatings and overlappings. It is shown that the buildings of Ukrainian cities insulated worse in comparison with the European cities, namely; up to 2.48 times for walls, up to 1.79 times for coverings, up to 2.58 times for overlappings. The boundary value of the thermal insulation cost to the current normative level of heat protection at which the invested funds can be recouped by saving energy for heating is determined for different cities of Ukraine. Examples of the recouperment of funds calculation due to heating savings for straw and hempcrete blocks showed when the walls are warmed with straw blocks with averaged value of thermal conductivity $\lambda = 0.06 \text{ W / (m} \times \text{ }^\circ\text{C)}$, the unit of $0.3 \times 0.4 \times 0.8 \text{ m}$ should not exceed 36.7 UAH to pay for the cost of insulation. The use of hempcrete blocks of $0.5 \times 0.3 \times 0.2 \text{ m}$ with a thermal conductivity $\lambda = 0.07 \text{ W / (m} \times \text{ }^\circ\text{C)}$ does not save on the reduction of heating costs.

Keywords: energy efficiency, hot degree-days, enclosing structures, heating.

Вступ

Підвищення тарифів на енергоносії, при левовій частці витрат на опалення, спонукає власників житла до ретельної термомодернізації існуючої забудови, забудовника – до врахування чинних норм по тепловій ізоляції огорожуючих конструкцій [1–3].

Досвід розвинутих країн свідчить, що сучасний технологічний потенціал дозволяє скоротити витрати на опалення більш ніж на третину, та створює значний резерв для енергозбереження.

Після енергетичної кризи 70-х років минулого століття в світі, а останнім часом також на Україні поряд з традиційними матеріалами для огорожуючих конструкцій стін – цеглою деревом та бетоном при будівництві впроваджуються сучасні, енергоефективні будівельні матеріали (арболіт, SIP-панелі, саман, а також солом'яні блоки), в тому числі із вторинної сировини [5].

Мета роботи полягає в кількісній оцінці доцільності збільшення термічного опору огорожуючих конструкцій будинків на прикладі різних природних матеріалів, а також в порівнянні питомої величини кількості градусодіб опалювального періоду на одиницю термічного опору для будинків у містах України та Європи.

Постановка задачі

Для України, за даними Саницького М. А. [4] частка тепла, яка витрачається на опалення житлових будинків складає майже три чверті від тепла, яке генерується при спалюванні палива (рис. 1).

Зважаючи на суттєве зростання цін на енергоносії для населення з 2000 року в Україні (газ в 41 раз, електроенергія в 5,8...10,8 разу) (рис. 2), відбулося збільшення частки витрат на паливну компоненту в ціні кінцевого продукту у всіх галузях економіки.

Зростання платежів за комунальні послуги, а саме за газ та електроенергію, є головним стимулом до ефективного та ретельного утеплення існуючих будинків, що дозволить мешканцям економити кошти при розрахунках за спожите тепло, що особливо актуально в зимовий опалювальний періодів середньо- та довгостроковій перспективі. В першу чергу утеплення стін потрібно для зменшення витрат тепла на підтримку комфортної температури в холодний період року та охолодженні внутрішньобудинкового простору влітку під час спеки.

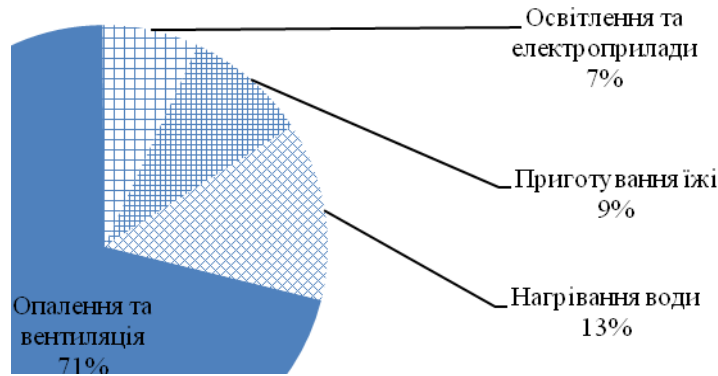


Рис. 1. Орієнтовний розподіл витрат тепла в житлових будинках

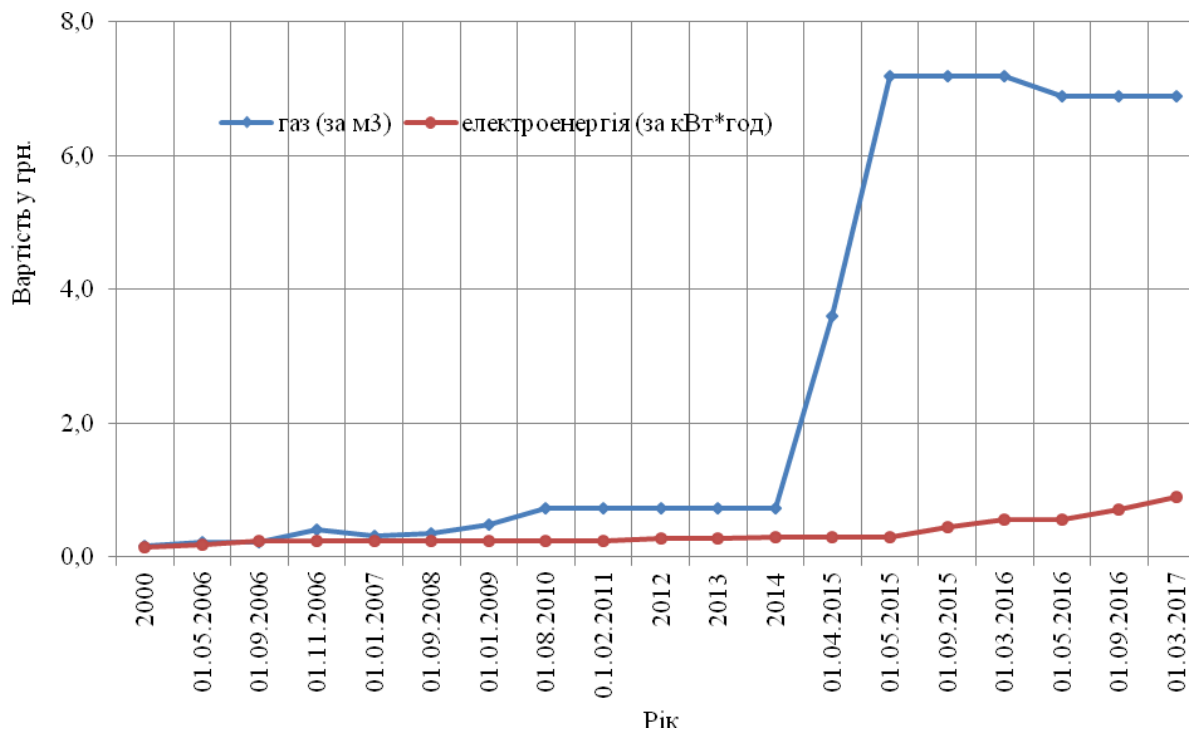


Рис. 2. Динаміка зростання цін гривні на електроенергію та газ для населення в Україні на період з 2000 по 2017 рік [4-6]

Основна частина

Головним фактором, який прямо впливає на енерговитрати при експлуатації будинку, є величина термічного опору R ($\text{м}^2 \times \text{°К/Вт}$) огорожувального шару, що регламентується нормами [1]. Цей показник опосередковано залежить від градусо-днів опалювального періоду (ГДОП). Як зазначає Ливчак В. І. [7] «ГДОП характеризують суворість зими будь-якого регіону (чим вище ГДОП, тим холодніше). Без їх урахування не можливо проводити зіставлення рівня енергетичної ефективності будівель, побудованих в різних кліматичних районах». Дудикевич Ю. Б. [8] на простих прикладах розрахунку показує, що величина тепловтрат будинку та кількість градусоднів пов'язані між собою лінійною залежністю.

Однак методики визначення ГДОП для різних країн відрізняються між собою. Для об'єктивного аналізу порівняння величини термічного опору огорожуючих конструкцій будинків в нашій країні, та наприклад, країн Європи зі схожим кліматом, в якості критерію порівняння було обрано величину саме градусоднів опалювального періоду, причому обрахованою за однією методикою.

За чинними вітчизняними нормами [9] величина ГДОП визначається як

$$\text{ГДОП} = z_{\text{ОП}}(T_{\text{нов.Р}} - T_{\text{зовн.ОП}}), \quad (1)$$

де $z_{\text{ОП}}$ – кількість днів опалювального періоду (температура зовнішнього повітря $T_{\text{зовн.ОП}} < 8^\circ\text{C}$);

$T_{\text{зовн.ОП}}$ – середньодобова температура зовнішнього повітря за опалювальний період;

$T_{\text{нов.Р}}$ – розрахункова для опалення температура повітря внутрішнього середовища основної частин приміщень будинку, $T_{\text{нов.Р}} = 20^\circ\text{C}$.

Методика розрахунку ГДОП (hot degree days, HDD) для європейських країн EUROSTAT-method дещо відрізняється від вітчизняної [10]

$$\text{HDD} = (18^{\circ}\text{C} - T_m) \quad (2)$$

де T_m – середньодобова температура зовнішнього повітря за одну добу

$$T_m = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} \leq 15^{\circ}\text{C}. \quad (3)$$

Якщо середньодобова температура T_m вище теплового порогу в 15°C , то кількість градусо-днів $\text{HDD} = 0$. Розрахунок градусо-днів виконується на добовій основі, додається в календарний місяць та рік відповідно.

Очевидно, що знаючи середньодобові або середньомісячні коливання температури, за результатами спостережень легко перетворити ГДОП за вітчизняними нормами на HDD за європейською методикою та навпаки.

Для співвимірності та адекватності співставлення результатів необхідно враховувати величини термічного опору R огорожуючих конструкцій стін. Нормативні значення величин термічного опору стін для температурних зон України [1] та міст Європи [10] наведено у таблицях 1, 2. Варто відмітити, що для міст Європи величини мінімального значення термічного опору взято за 2007 рік [10].

Для порівняння даних ГДОП за [9] з даними HDD [10] їх було перераховано за методикою EUROSTAT-method [10].

Таблиця 1

Мінімально допустима величина термічного опору R_q, min , $\text{m}^2 \text{K/Вт}$, огорожуючих конструкцій міст України [1]

Температурна зона	Зовнішня стіна	Горищні покриття та перекриття не опалювальних горищ	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами
I	3.3	4.95	3.75
II	2.8	4.5	3.3

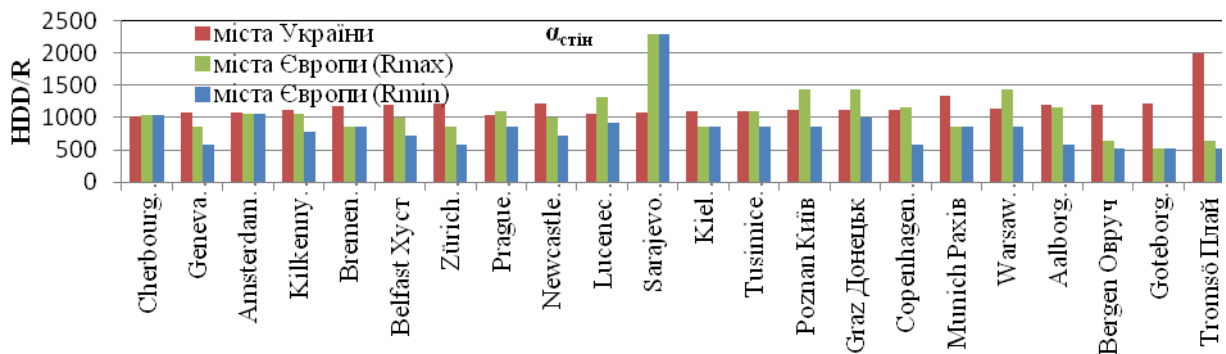
Таблиця 2

Існуючі величини термічного опору $R \text{ m}^2 \times \text{K/Вт}$, огорожуючих конструкцій міст Європи (для міст таблиці 3)

	Зовнішня стіна	Горищні покриття та перекриття не опалювальних горищ	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами
Мінімальне значення	1,25	1,82	1,54
Максимальне значення	5,56	7,69	8,33...8,67

Вибірку даних складено для 22 міст України (табл. 3). Критерієм кількості міст вибірки слугувала приблизно однакова величина ГДОП.

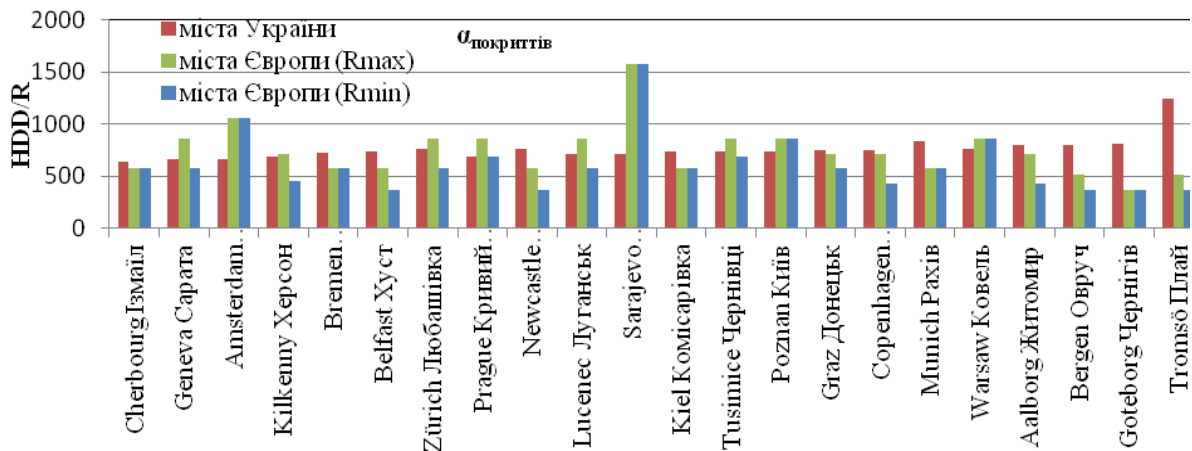
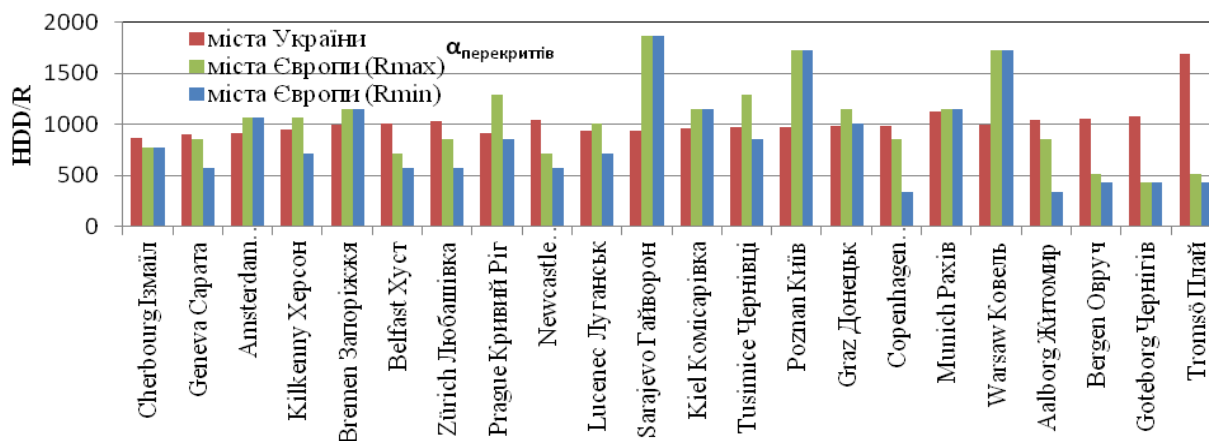
Якщо позначити співвідношення кількості HDD на одиницю R як коефіцієнт ефективності утеплення $\alpha = \frac{\text{HDD}}{R}$, то для стін, покриттів та перекриттів будинків для міст України та Європи графічне порівняння коефіцієнту α за даними [1, 11, 12] представлено на рис. 3–5.

Рис. 3. Коефіцієнт ефективності утеплення будинків α для стін

Якщо позначити $\beta = \alpha_{\text{укр.}} / \alpha_{\text{євр.}}$ як коефіцієнт ефективності утеплення стін, покриттів та перекриттів будинків українських міст у порівнянні з європейськими, що характеризує співвідношення кількості HDD на одиницю R , то отримаємо графік (рис. 6).

Градусодоби для міст України та Європи

Міста України	Величина HDD за даними [9]	Міста Європи	Величина HDD за даними [10]
1	2	3	4
Ізмаїл	2868	Cherbourg	2872
Сарата	2999	Geneva	3000
Геничеськ	3010	Amsterdam	3039
Херсон	3122	Kilkenny	3147
Запоріжжя	3274	Bremen	3265
Хуст	3333	Belfast	3353
Любашівка	3417	Zürich	3413
Кривий Ріг	3420	Prague	3431
Гуляйполе	3438	Newcastle	3470
Луганськ	3520	Lucenec	3532
Гайворон	3538	Sarajevo	3550
Комісарівка	3628	Kiel	3610
Чернівці	3631	Tusimice	3633
Київ	3665	Poznan	3668
Донецьк	3689	Graz	3670
Знам'янка	3713	Copenhagen	3720
Рахів	3733	Munich	3730
Ковель	3756	Warsaw	3747
Житомир	3928	Aalborg	3933
Овруч	3962	Bergen	3985
Чернігів	4040	Goteborg	4010
Плай	5593	Tromsø	5584

Рис. 4. Коефіцієнт ефективності утеплення будинків α для горючих покриттів та перекриттів неопалювальних дахівРис. 5. Коефіцієнт ефективності утеплення будинків α для перекриттів, над проїздами та неопалювальними підвалами

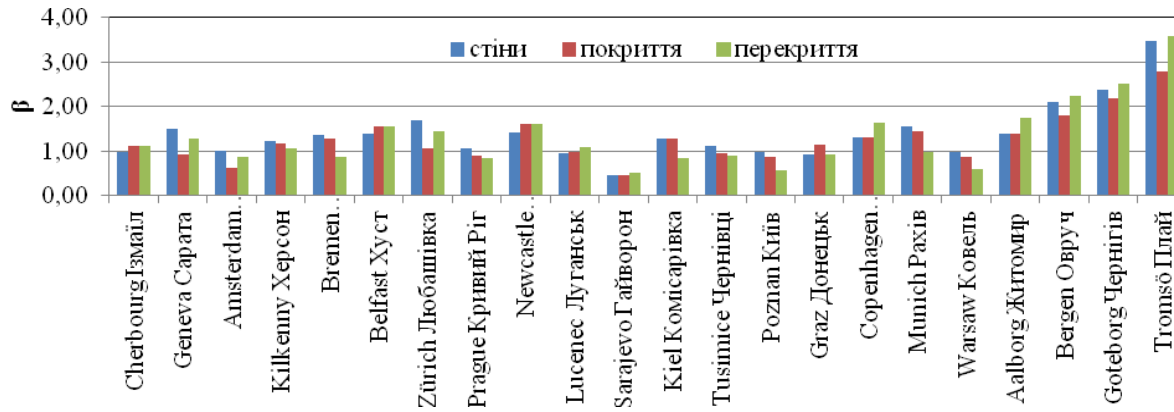


Рис. 6. Коефіцієнт β для стін покриттів та перекриттів будинків українських та європейських міст за даними [11, 12]

Середньозважені, мінімальні та максимальні значення коефіцієнту β наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Значення коефіцієнту β			
Усереднене значення	1.39	1.26	1.30
Мінімум	0.47	0.45	0.51
Максимум	3.48	2.79	3.58

Аналіз табл.4 свідчить про те, що ефективність утеплення огорожуючи конструкцій українських міст у порівнянні з європейськими за співвимірним порівнянням для стін коливається від «+53» до «-248» відсотків, для покриттів від «+55» до «-179» відсотків, для перекриттів від «+49» до «-258» відсотка. Знаки «+» та «-» означають відповідно краще та гірше у порівнянні з європейськими містами утеплення огорожуючих конструкцій українських міст. Варто відмітити, що дані для європейських міст було взято за 2007 рік, та в зв'язку з загальносвітовими тенденціями здорожчання енергоносіїв цей розрив буде тільки збільшуватись не на користь вітчизняних норм [1].

Для того, щоб оцінити доцільність утеплення в коротко- та довгостроковій перспективі, необхідно визначити економічний ефект від економії коштів на опалення в певний період часу.

Економічну ефективність будівництва індивідуального житла з ефективних природних матеріалів, у т. ч. зі соломи порівняно з будівництвом традиційними матеріалами і засобами можна визначити за формулою, запропонованою Андрушків Б. М. [5]

$$E\bar{b}_{n.m.} = \sum_{i=1}^n B_{m.m.} - \sum_{i=1}^n B_{n.m.}, \quad (4)$$

де $B_{m.m.}$ – витрати на будівництво будинку з традиційних матеріалів; $B_{n.m.}$ – витрати на будівництво будинку з ефективних природних матеріалів.

На думку авторів [5] окупність будівництва в контексті його експлуатаційних показників (економія енергетичних ресурсів, екологічність тощо, що не може бути виміряна економічними показниками), скорочується до 3-4 років, витратна частина коштів зменшується більша як на третину. Це дещо відрізняється від запропонованої Гагаріним В. Г. [13] формули розрахунку граничного значення безрозмірної величини для окупності утеплення будинку, так званого критеріального числа

$$\Delta K \cdot p / C_T \cdot (-\Delta k) \cdot \text{ГДОП} \cdot 0,024 < 1, \quad (5)$$

де ΔK – одноразова витрата коштів на утеплення будинку;

$-\Delta k$ – одноразова витрата коштів на зменшення коефіцієнту теплопередачі $u = \frac{1}{R}$ (Вт/м²×°К) при

утепленні будинку;

0,024 = 24/1000 перехідний коефіцієнт, кВт×год./Вт×добу;

C_T – вартість теплової енергії (грн./кВт×год);

p – ставка рефінансування плюс відсоток на ризик, в долях одиниці.

Ліву частину формули (5) можна використовувати при оцінці інвестиційної привабливості утеплення.

Якщо представити формулу (5) дещо в іншій формі то отримаємо нерівність

$$-\frac{\Delta K}{\Delta k} < \frac{C_T \cdot \text{ГДОП} \cdot 0,024}{p} = \omega \quad (6)$$

Нерівність (6) виражає умову окупності одноразових витрат на підвищення теплозахисту огорожувальних конструкцій – питоме значення одноразових витрат має бути менше граничного значення, яке залежить від ГДОП, вартості теплової енергії та облікової ставки по кредитах банку. Саме така формула дає можливість оцінити в першому наближенні доцільність або недоцільність утеплення з точки зору окупності витрат.

Слід зазначити, що вартість теплової енергії та відсоток по кредитній ставці (ставка рефінансування+ризик) носять наближений характер, що в свою чергу робить значення параметру ω ще більш наближеним. Проте інформативність даної величини дозволяє зробити відповідні висновки на етапі розгляду проекту утеплення.

Якщо прийняти за ставку рефінансування $p = 14\%$ [12], середньозважену вартість одиниці теплової енергії по Україні на 2017 рік [13] $C_T = 1036$ грн./Гкал = $1036 \cdot 0,0008598 = 0,891$ грн./кВт·год, то для міст України граничне значення параметру окупності утеплення будинків ω буде наступним (табл. 5).

Таблиця 5

Граничне значення параметру ω за окупності витрат на утеплення будинків для міст України

Міста України	Кількість градусодіб		Значення параметру ω за формулою (6) грн.×°C/Вт	
	за [11]	за [12]	за [11]	за [12]
1	2	3	4	5
Ізмаїл	2718	2868	415,16	438,07
Сарата	2891	2999	441,64	458,08
Геничеськ	2960	3010	452,12	459,76
Хуст	3020	3122	461,21	476,86
Херсон	3048	3274	465,58	500,08
Запоріжжя	3220	3333	491,89	509,09
Рахів	3325	3417	507,87	521,92
Кривий Ріг	3386	3420	517,16	522,38
Любашівка	3388	3438	517,55	525,13
Гуляйполе	3408	3520	520,56	537,65
Чернівці	3413	3538	521,24	540,40
Гайворон	3428	3628	523,57	554,15
Ковель	3469	3631	529,90	554,61
Луганськ	3509	3665	535,94	559,80
Комісарівка	3535	3689	539,95	563,47
Київ	3538	3713	540,34	567,13
Донецьк	3608	3733	551,10	570,19
Знам'янка	3631	3756	554,64	573,70
Житомир	3717	3928	567,71	599,97
Овруч	3776	3962	576,73	605,17
Чернігів	3908	4040	596,96	617,08
Плай	5170	5593	789,60	854,29

Варто зазначити, що кількісний показник ефективності утеплення ω (табл. 5) залежить від методики визначення ГДОП. Так, для вибірки з табл. 3 ГДОП за [12] більше на 1–8% від визначених за [11]. Очевидно, що розрахунок слід вести за меншим значенням параметру ω , який в своєму розрахунку містить значення ГДОП за [11].

З точки зору практичного застосування доречно також навести граничну вартість утеплювача або матеріалу огорожуючих конструкцій при досягненні заданого термічного опору [11].

$$C_{\max} = \frac{\omega}{\lambda \times R^2} \quad (7)$$

Значення гранично допустимої вартості утеплювача для м. Вінниці порашовані за формулою (7) наведено у табл. 6

Якщо розглядати нове будівництво, то використовуючи наприклад солом'яний блок, що має габарити 0,3×0,4×0,8 м та усереднене значення теплопровідності $\lambda = 0,06$ Вт/(м×°К), то для I температурної зони України [1] вартість 1 м³ солом'яних блоків не має перевищувати 859 грн для стін, 666 грн. для перекриття та 382 грн для горищного покриття. Тоді вартість одного блоку з соломи $Q_{\text{солом}}$ без урахування роботи на його вкладання не має перевищувати

$$Q = \frac{C_{\max}}{n_{\text{блок}}}, \quad (8)$$

де $n_{\text{блок}} = \frac{1}{V_{\text{блок},1}}$ – кількість блоків в 1 м³ огорожжючої конструкції будинку, шт.

Таблиця 6

Граничне значення вартості 1 м³ утеплювача за окупності витрат на утеплення для міста Вінниця

Опір теплопередачі огороження R, (м ² × °К)/Вт	Максимально допустима ціна теплоізоляційного матеріалу, за якою витрати на утеплення огорожжювальної конструкції доза даного рівня теплозахисту можуть окупитися за рахунок економії енергії на опалення C _{max} грн. / м ³ , при значеннях розрахункової теплопровідності теплоізоляційного матеріалу λ, Вт/(м × °К)									
	0,035	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,12	
2,80	2046	1791	1433	1194	1023	895	796	716	597	
3,00	1783	1560	1248	1040	891	780	693	624	520	
3,30	1473	1289	1031	859	737	645	573	516	430	
3,75	1141	998	799	666	570	499	444	399	333	
4,50	792	693	555	462	396	347	308	277	231	
4,95	655	573	458	382	327	286	255	229	191	

Тоді за формулою (8) $Q_{\text{солом}} = 382 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 36,7$ грн. Для прикладу вартість арболітового блоку з костри коноплі 0,5×0,3×0,2 м з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda = 0,07$ Вт/(м × °К) сягає 45,45 грн/шт. (при ціні 1500 грн/м³) [16]. За формулою (8) вартість блоку без урахування роботи на його вкладання не має перевищувати $Q_{\text{арболіт}} = 737 \cdot 0,2 \cdot 0,3 \cdot 0,5 = 22,33$ грн. Тобто навіть при використанні даного блоку для утеплення стін економія від скорочення витрат на опалення не окуповується.

Таким чином вищенаведена методика оцінки економічної ефективності використання різних утеплювачів або матеріалів огорожжючих конструкцій дозволяє оцінити в першому наближенні доцільність використання того чи іншого утеплювача ще на етапі проекту, проаналізувати економічний ефект від скорочення витрат на опалення при використанні широкого спектру сучасних енергоефективних природних матеріалів. Слід також зазначити, що вищенаведені умови окупності є необхідними, але не достатніми для однозначного висновку про використання того чи іншого матеріалу для утеплення.

Висновки

1. Проаналізувавши динаміку зростання цін на енергоносії в Україні за останні 17 років виявлено, що оплата за газ збільшилась для населення в 41 раз, електроенергії – в 5,8...10,8 рази у гривні. Саме стрімке зростання тарифів на енергоносії спонукає до суттєвої термомодернізації існуючих будівель.

2. Для адекватного співставлення рівня енергетичної ефективності будівель в містах України та Європи доцільно порівнювати співвідношення величини термічного опору R для стін, покриттів та перекриттів до градусодіб опалювального періоду HDD, що визначає суворість зими будь-якого регіону.

3. Аналіз ефективності утеплення українських міст у порівнянні з європейськими для вибірки з 22 міст за критерієм співвідношення величини термічного опору R стін, покриттів та перекриттів до градусодіб опалювального періоду HDD показав, що міста України утеплені здебільшого гірше у порівнянні з європейськими містами, а саме для стін – на 248%, для покриттів – на 179%, для перекриттів – на 258%.

4. Для окупності витрат утеплення стін солом'яними блоками з усередненим значенням теплопровідності $\lambda = 0,06$ Вт/(м × °К) вартість блоку габаритом 0,3×0,4×0,8 м не повинна перевищувати 36,7 грн. Якщо використовувати арболіт з костри коноплі з розміром блоку 0,5×0,3×0,2 м та теплопровідністю $\lambda = 0,07$ Вт/(м × °К) економія від скорочення витрат на опалення не окуповується.

5. Кількісний показник ефективності утеплення ω залежить від методики визначення ГДОП, що також впливає на величину граничної вартості утеплювача або матеріалу огорожжючих конструкцій S_{max} при досягненні заданого термічного опору. Так, за європейською методикою розрахунку кількість градусодіб опалювального періоду HDD для українських міст більше на 1–8% від кількості градусодіб обрахованих за чинною методикою розрахунку ГДОП за вітчизняними нормами. Очевидно, що практичний розрахунок окупності витрат на утеплення будинків слід вести за меншим значенням параметру ω .

6. Запропонований математичний апарат оцінки доцільності утеплення базується на припущенні про те, що кошти на утеплення/будівництво беруться в кредит у банку за певний відсоток, опалення централізоване або індивідуальне газове, градусодоби не враховують погодинне коливання, тощо.

7. Для оцінки доцільності утеплення або будівництва індивідуального будинку з природних екологічних матеріалів вищенаведений параметр ω потрібно відкоригувати, враховуючи диверсифікованість вартості енергоносіїв (газ/біогаз, пелети, щепи, дрова, тощо), наявність реального відсотку кредитування та інші параметри.

Література

1. Теплова ізоляція будівель. Норми проектування, виготовлення і монтажу : ДБН В.2.6-31:2016. –

Офіц. вид. – К. : Мінбуд України. 2016. – 38 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).

2. Ратушняк О. Г. Управління змістом інноваційних проектів термомодернізації будівель : монографія / О. Г. Ратушняк. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 128 с.

3. Ратушняк Г. С. Оцінка доцільності підвищення термічного опору огорожуючих конструкцій багатоповерхових житлових будівель / Г. С. Ратушняк, А. М. Очеретний // Вісн. Вінниц. політехн. ін-ту. – 2016. – № 6. – С. 11–16.

4. Аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі будівництва / [Саницький М.А., Позняк О. Р., Бідник І. В. та ін.] ; під ред. М.А. Саницького, О. Р. Позняк. – Львів, 2008. – 134 с.

5. Андрушків Б. Прикладні аспекти наукової діяльності кафедри або як здешевити індивідуальне житлове будівництво / Б. М. Андрушків, І. Стойко, Б. Федішин // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2011. – Вип. 2 (5). – Режим доступу : <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11abmizb.pdf>.

6. Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню : постанова №220 від 26.02.2015 р. [Електронний ресурс] // Офіційний вісник України. – 2015. – № 15/1. – Ст. 399. – Режим доступу : <http://ovu.com.ua/proceedings/838>

7. Тарифи на електроенергію в країнах ЄС та Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://euinfocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/28988.pdf>

8. Динаміка зростання цін на газ і електроенергію для населення України з 2000 по 2020 рік [Електронний ресурс] /

Режим доступу :

http://www.energoberezenie.com/articles/dinamika_zrostannya_cin_na_gaz_i_elektroenergiyu_dlya_naselennya_ukrayini_z_2000_po_2020

9. Ливчак В. И. Градусо-сутки отопительного периода как инструмент сравнения уровня энергоэффективности зданий в России и в других странах / В. И. Ливчак // Энергосбережение. – 2015. – № 6. – С. 20–26.

10. Дудикевич Ю. Б. Энергоощадні котеджі: методики проектування будинків без газу / Дудикевич Ю. Б. – Львів : Сполом, 2011. – 192 с.

11. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний від 2011-11-01]. – К. : Мінрегіонбуд України. 2011. – 127 с. – (Національні стандарти України).

12. Voermans T. U-values for better energy performance of buildings / Voermans T., Petersdorff C. – Cologne : ECOFYS GmbH, 2016. – 104 p.

13. Гагарин В. Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты зданий / В. Г. Гагарин // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК). – 2009. – № 2. – С. 10–18.

14. Учетная ставка НБУ Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://index.minfin.com.ua/index/rate>

15. Порівняльна таблиця тарифів на теплову енергію у різних країнах світу [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/teplo/taryfy/taryfy_teplo_krainy.pdf

16. Арболитовые блоки строительные [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://gyvaisol.com/arbolit.html>

Надійшла 15.05.2017; рецензент: д. е. н. Моргун А. С.