

## ДО АНАЛІЗУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ БУДИНКІВ НА ПРИКЛАДІ МІСТ УКРАЇНИ ТА ЄВРОПИ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

В тезах проаналізовано ефективність утеплення українських міст у порівнянні з європейськими за критерієм співвідношення величини градусо-днів опалювального періоду ГДОП до термічного опору  $R$  для стін, покриттів та перекриттів до, 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 до 58%, для перекриттів до 94%.

**Ключові слова:** енергоносії, витрати на опалення, градусо-добы, термічний опір, ефективність.

### Summary

The thesis analyzes the effectiveness of Ukrainian cities' insulation compared with European ones. By the comparative criteria there were taken the ratio of heating degree days HDD to thermal resistance ( $R$ -value) for walls, coverings and ceilings to which is calculated by one method. It is shown that Ukrainian city insulated mostly worse in comparison with European cities such as for walls up to 79%, for ceiling up to 58% for floors up to 94%.

**Keywords:** energy costs of heating, HDD, thermal resistance, efficiency.

### Вступ

Стрімке підвищення тарифів на енергоносії, при левовій частці витрат на опалення, спонукає власника житла до ретельної термореновації існуючої забудови, забудовника – до врахування чинних норм по тепловій ізоляції огороджувачих конструкцій [1] при зведенні нової. Для України, за даними д.т.н. М. А. Саницького [2] частка тепла, яка витрачається на опалення житлових будинків складає майже три чверті від тепла, яке генерується при спалюванні палива (рис. 1).

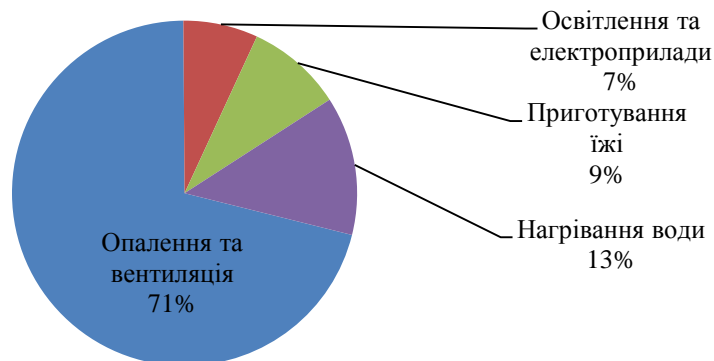


Рисунок 1 – Орієнтовний розподіл витрат тепла в житлових будинках

При цьому, як показує досвід розвинутих країн, сучасний технологічний потенціал дозволяє скоротити витрати на опалення більш ніж на третину, що створює значний резерв для енергозбереження.

В зв'язку з цим після нафтової кризи 70-их років минулого століття в світі, а останнім часом також і у нашій державі отримало новий погляд поряд з традиційними матеріалами для огорожуючих конструкцій стін – цеглою деревом та бетоном й будівництво з сучасних, енергоефективних будівельних матеріалів (арболіт, SIP-панелі, саман, а також солом'яні блоки), в тому числі із вторинної сировини [3].

Зважаючи на багатократне зростання цін на енергоносії для населення з 2000 року в Україні (газ в 41 раз, електроенергія в 5,8...10,8 рази) (рис. 2), і як наслідок збільшення частки витрат на паливну компоненту в ціні кінцевого продукту у всіх галузях народного господарства.

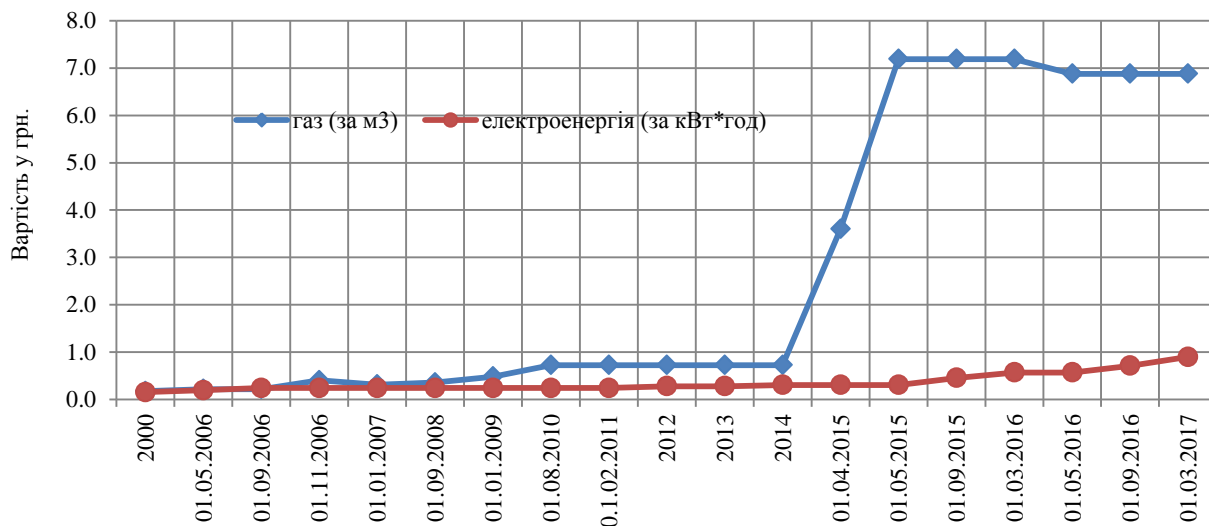


Рисунок 2 – Динаміка зростання цін в гривні на електроенергію та газ для населення в Україні на період з 2000 по 2017 рік [4-6]

Зростання платежів за комунальні послуги, а саме за газ та електроенергію є головним спонукаючим стимулом в ефективному та ретельному утепленні існуючих будинків для гіпотетичної економії коштів при розрахунках за спожите тепло, що особливо актуально в зимовий опалювальний період в середньо- та довгостроковій перспективі. В першу чергу утеплення стін потрібно для зменшення витрат тепла на підтримку комфортної температури в холодний період року. В меншій мірі (для переважної більшості міст нашої країни) є потреба в охолодженні внутрішньобудинкового простору влітку під час спеки.

### Основна частина

Головним фактором, який прямо впливає на енерговитрати при експлуатації будинку є величина термічного опору  $R$  ( $\text{м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$ ) конструктивного шару. Для нашої країни даний показник регламентується нормами [1]. Цей показник опосередковано залежить від градусо-днів опалювального періоду ГДОП. Як зазначає у своїй роботі к.т.н. В. І. Ливчак [7] «градусо-добы опалювального періоду (ГДОП) характеризують суворість зими будь-якого регіону (чим вище ГДОП, тим холодніше). Без їх урахування неможливо проводити зіставлення рівня енергетичної ефективності будівель, побудованих в різних кліматичних районах». К.т.н. Ю. Б. Дудикевич [8] на простих прикладах розрахунку показує, що величина тепловтрат будинку та кількість градусо-днів 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 градусо-днів опалювального періоду, причому обрахованою за однією методикою.

За чинними вітчизняними нормами [9] величина ГДОП визначається як

$$ГДОП = z_{OP}(t_{пов.P} - t_{zovn.OP}) \quad (1)$$

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

$t_{zovm.OP}$  – середньодобова температура зовнішнього повітря за опалювальний період;

$t_{pov.P}$  – розрахункова для опалення температура повітря внутрішнього середовища основної частини приміщень будинку,  $t_{pov.P} = 20^{\circ}C$ .

Методика розрахунку градусо-днів опалювального періоду (*hot degree days, HDD*) для європейських країн *EUROSTAT-method* дещо відрізняється від вітчизняної [10]

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

де  $T_m$  – середньодобова температура зовнішнього повітря за одну добу

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

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

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

Для порівняння даних ГДОП за [9] з даними HDD [10] їх було перераховано за методикою EUROSTAT-method [10]. Вибірка даних складено для 30 міст України (табл. 1). Критерієм кількості міст вибірки слугувала приблизно однакова величина ГДОП.

Таблиця 1 – Градусо-добы для міст України та Європи

Міста України	Величина градусо-днів, HDD (EUROSTAT-method [10]) за даними [9]	Міста Європи	Величина градусо-днів, HDD (EUROSTAT-method) [10]
1	2	3	4
Ізмаїл	2868	Aalborg	2872
Одеса	2958	Amsterdam	2897
Берегове	2967	Belfast	3000
Ужгород	2994	Bergen	3039
Геничеськ	3010	Bolzano	3052
Асканія-Нова	3149	Bremen	3147
Запоріжжя	3274	Bucarest	3265
Хуст	3333	Cherbourg	3353
Любашівка	3417	Copenhagen	3413
Кривий Ріг	3420	Essen	3431
Гуляйполе	3438	Geneva	3470
Дніпропетровськ	3502	Goteborg	3518
Луганськ	3520	Graz	3532
Комісарівка	3628	Kiel	3610
Чернівці	3631	Kilkenny	3633
Кіровоград	3653	Klapeida	3653
Київ	3665	Lucenec	3668
Донецьк	3689	Lyon	3670
Кирилівка	3700	Munich	3720
Знам'янка	3713	Newcastle	3730

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Рахів	3733	Poznan	3747
Житомир	3928	Prague	3933
Тернопіль	3950	Sarajevo	3985
Чернігів	4040	Tromsø	3999
Ромни	4082	Tusimice	4010
Семенівка	4243	Warsaw	4256
Плай	5593	Zürich	5584

Для співвимірною співставлення результатів необхідно враховувати величини термічного опору  $R$  огорожуючих конструкцій стін. Для температурних зон України [1] дані наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Мінімально допустима величина термічного опору  $Rq \text{ min}$ ,  $\text{m}^2 \text{ K/Вт}$ , огорожуючих конструкцій [1]

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

Для міст Європи зазначених у вибірці дані взято за 2007 рік з [10]. В результаті графічного порівняння було отримано гістограми, які віддзеркалюють зв'язок кількості ГДОП, що припадають на одиницю термічного опору огорожуючої конструкції (рис. 4-6).

Якщо позначити  $\alpha = \left( \frac{HDD}{R} \right)_{ukr.} / \left( \frac{HDD}{R} \right)_{eur.}$  як показник ефективності утеплення для стін, покриттів та перекриттів то отримуємо графік (рис. 7).

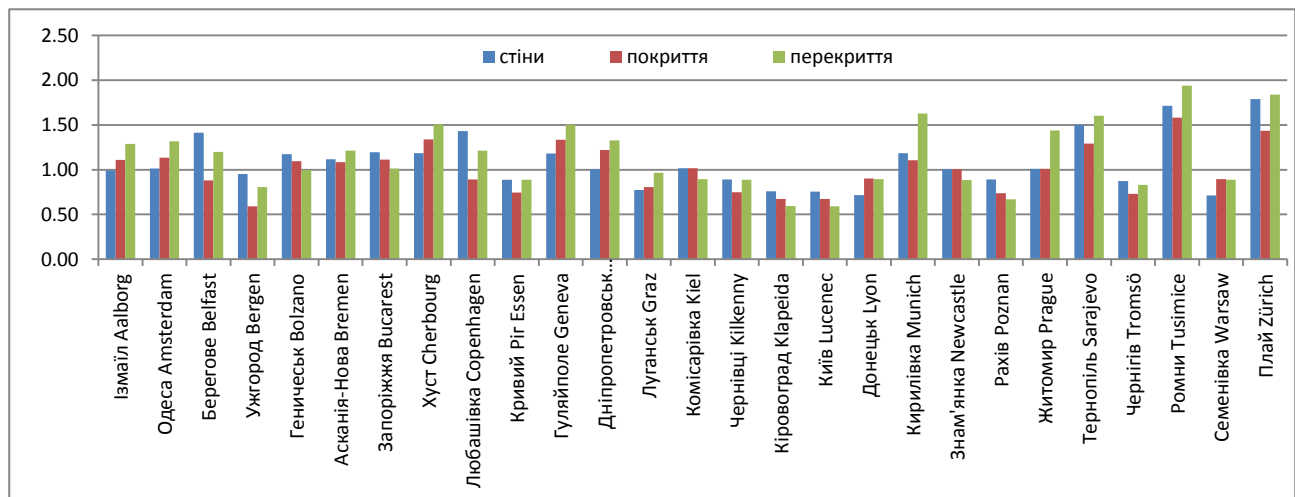


Рисунок 3 – Показник ефективності утеплення для міст України у порівнянні з європейськими містами

Середньозважені, мінімальні та максимальні значення коефіцієнту  $\alpha$  наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Значення коефіцієнту  $\alpha$

Усереднене значення	1.08	1.01	1.14
Мінімум	0.71	0.59	0.59
Максимум	1.79	1.58	1.94

Аналіз табл.2 свідчить про те, що ефективність утеплення українських міст у порівнянні з європейськими за співвимірним порівнянням для стін коливається від «+29» до «-79» відсотків, для покриттів від «+41» до «-58» відсотків, для перекриттів від «+41» до «-94» відсотка. Знаки «+» та «-» означають відповідно краще та гірше у порівнянні з європейськими містами утеплення 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].

### 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 та газ більш ніж в 10 раз для газу, та 3,8...5,6 рази електроенергії в доларовому еквіваленті. Саме стрімке зростання тарифів на енергоносії спонукає до ретельної термомодернізації існуючих будівель.

2. Для адекватного зіставлення рівня енергетичної ефективності будівель в нашій країні та містах Європи виконано порівняння співвідношення величини термічного опору  $R$  для стін, покриттів та перекриттів до градусо-днів опалювального періоду ГДОП, що визначає суворість зими будь-якого регіону.

3. Аналіз ефективності утеплення українських міст у порівнянні з європейськими за критерієм співвідношення величини термічного опору  $R$  для стін, покриттів та перекриттів до градусо-днів опалювального періоду ГДОП показав, що наші міста утеплені здебільшого гірше у порівнянні з європейськими містами, а саме для стін до 79%, для покриттів від 58%, для перекриттів до 94%.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теплова ізоляція будівель. Норми проектування, виготовлення і монтажу: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Мінбуд України. 2006. – 70 с. – (Національні стандарти України).
2. 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.
3. 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 до журн. : <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11abmizb.pdf>.
4. 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 до журн. : <http://ovu.com.ua/proceedings/838>
5. Тарифи на електроенергію в країнах ЄС та Україні [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://euinfocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/28988.pdf>
6. Динаміка зростання цін на газ і електроенергію для населення України з 2000 по 2020 рік / Україні [Електронний ресурс] / Режим доступу : [http://www.energoberezhenie.com/articles/dinamika\\_zrostannya\\_cin\\_na\\_gaz\\_i\\_elektroenergiyu\\_dlya\\_naselennya\\_ukrayini\\_z\\_2000\\_po\\_2020](http://www.energoberezhenie.com/articles/dinamika_zrostannya_cin_na_gaz_i_elektroenergiyu_dlya_naselennya_ukrayini_z_2000_po_2020)
7. 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.
8. Дудикевич Ю. Б. Енергоощадні котеджі : методики проектування будинків без газу / Дудикевич Ю. Б. – Львів : Сполом, 2011. – 192 с.
9. 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).
10. Voermans T. U-values for better energy performance of buildings / T. Voermans, Petersdorff C. – Cologne: ECOFYS GmbH, 2016. – 104 p.

**Бікс Юрій Семенович** – к. т. н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. Ел. пошта: [yustas12@rambler.ru](mailto:yustas12@rambler.ru)

**Biks Yuri Semenovich** – Ph. D., assistant professor, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E. mail: [yustas12@rambler.ru](mailto:yustas12@rambler.ru)