

В. П. Очеретний
О. В. Яворовська
С. О. Севастьянов

СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ЗА РАХУНОК УТЕПЛЕННЯ БУДИНКІВ

Вінницький національний технічний університет

Статтю присвячено дослідженню скорочення викидів парникових газів при утепленні будинку. Об'єктом дослідження була типова адміністративна будівля у м. Вінниця за адресою вул. Хмельницьке шосе, 13. Проаналізовано та складено апроксимуючу залежність викидів CO₂ від термічного опору вікон, стін та горіщого перекриття.

Ключові слова: емісія CO₂, санація, утеплення, адміністративна будівля, апроксимуюча залежність

Вступ

Моніторинг емісії CO₂ є одним з пріоритетних напрямків розвитку нашої країни відповідно до Стратегії сталого розвитку «Україна-2020». Крім того, у 2016 року Україна ратифікувала Паризьку угоду про зниження рівня вуглекислого газу в атмосфері з 2020 року. Для нашої країни це відповідальна подія та важке випробування для галузі виробництва, оскільки викиди вуглекислого газу у нас значно перевищують загальноєвропейські показники.

Україна входить у десятку найбільш енергоємних економік світу. Середні показники споживання енергії в Україні вищі, ніж у країнах Європейського Союзу (див. рис. 1).



Рис. 1. Енергоємність (кг нафтового еквіваленту/дол) і співвідношення енергоємності (рази) України і Німеччини в 2007 – 2014 роках[3]

Тому актуальним є дослідження емісії викидів кожної галузі економіки, особливо у сфері будівництва. На житловий фонд в цілому припадає значна частина загального обсягу споживання енергії народним господарством, зниження якої дозволить зекономити енергоресурси та скоротити викиди вуглекислого газу в атмосферу [1].

За даними агентства з енергоефективності та енергозбереження при загальній кількості 250 тис. багатоповерхових житлових будинків (а це 47% житлового фонду України), 80% з них потребує модернізації у тому чи іншому вигляді. Тобто їх технічний стан веде до неефективного

споживання великої кількості ресурсів [2]. Проблема надмірного використання ПЕР призводить не лише до підвищення вартості соціальних послуг, але й до забруднення довкілля.

Метою роботи є дослідження емісії вуглекислого газу у галузі будівництва, а саме за рахунок утеплення стін, горищних перекриттів та заміни вікон.

Основна частина

В рамках дослідження об'єктом обрано адміністративну будівлю, розташовану у м. Вінниця по вул.Хмельницьке шосе, 13 (приміщення Вінницького регіонального управління водних ресурсів) та порівняння емісії парникових газів при санації будівлі різними видами утеплювачів.

Коротка характеристика будівлі відповідно до технічного паспорту: Кількість поверхів споруди складає 4. Вікна мають подвійне скління в роздільних плетіннях, ліхтарі відсутні. Геометричні розміри будівлі 72x12 м, висота будівлі 16 м. Загальна площа стін будівлі складає $A_C^B = 2688 \text{ м}^2$. Загальна площа вікон, які підлягають заміні $A_B^B = 1107 \text{ м}^2$. Загальна площа перекриття горищного перекриття $A_D^B = 864 \text{ м}^2$. Будинок споживає тепло від районної котельні, в якій в якості палива використовується природний газ. Середньозважений коефіцієнт корисної дії котлів районної котельні становить $K = 0,7$.

У дослідженні подано результати розрахунків обсягів скорочення викидів парникових газів від проведення санації будівлі, а саме утеплення стін, горищного перекриття і встановлення нових вікон.

I. Теплові втрати адміністративної будівлі без санації, надалі – за базовим сценарієм

Тепловий опір елементів будівлі, побудованої до 1990 року [4]:

$$R_B^B = 0,38 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_C^B = 0,70 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_D^B = 0,9 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Розрахункова температура зовнішнього повітря для м. Вінниця становить $t_{\text{зовн}} = -22^\circ\text{C}$, а внутрішня температура в приміщеннях будинку $t_{\text{вн}} = 20^\circ\text{C}$.

Тепловий потік через огорожувальні конструкції за базовим сценарієм розраховуємо за формулою (1) [4]:

$$Q_0 = \left(\frac{A_B^B}{R_B^B} + \frac{A_C^B}{R_C^B} + \frac{1,2 \cdot A_D^B}{R_D^B} + \frac{0,8 \cdot F \cdot 1200}{3600} \right) [t_{\text{вн}} - (-t_{\text{зовн}})], \quad (1)$$

де A_B^B – загальна площа вікон будинку, м^2 ; A_C^B – загальна площа стін будинку, м^2 ;

A_D^B – загальна площа горищного перекриття будинку, м^2 ;

R_B^B – термічний опір вікон будинку, $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$;

R_C^B – термічний опір стін будинку, $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$;

R_D^B – термічний опір горищних перекриттів будинку, $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$;

F – внутрішній об'єм будинку, м^3 ;

$t_{\text{вн}}$ – температура в приміщенні, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{зовн}}$ – температура в приміщенні, $^\circ\text{C}$;

$$Q_0^B = \left(\frac{1107}{0,38} + \frac{2688}{0,7} + \frac{1,2 \cdot 864}{0,9} + \frac{0,8 \cdot 13824 \cdot 1200}{3600} \right) [20 - (-22)] = 486845,52 \text{ Вт}.$$

Отже, тепловий потік за базовим сценарієм становить 486845,52 Вт.

II. Теплові втрати адміністративної будівлі при санації, надалі – за проектним розрахунком

Тепловий опір елементів будівлі згідно діючих нормативів [4]:

$$R_B^P = 0,75 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_C^P = 3,30 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_D^P = 4,95 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Тепловий потік через огорожувальні конструкції за базовим сценарієм:

$$Q_0^P = \left(\frac{1107}{0,75} + \frac{2688}{3,30} + \frac{1,2 \cdot 864}{4,95} + \frac{0,8 \cdot 13824 \cdot 1200}{3600} \right) [20 - (-22)] = 259828,8 \text{ Вт}$$

Отже, тепловий потік за сценарієм після санації становить 259828,8 Вт.

III. Річне споживання теплової енергії за двома розрахунками – базовим і проектним

Для Вінниці величина опалюваного періоду становить $D_D = 3988$ градусо-днів. Коефіцієнт ефективності автоматизації системи опалення $K = 0,7$ [5].

Щорічне споживання теплової енергії за базовим і проектним сценаріями розраховуємо за формулою (2) [5]:

$$W_y = \frac{3600 \cdot 24 \cdot Q_D \cdot D_D}{10^9 [t_{вн} - (t_{зовн})]'} \quad (2)$$

де Q_D – тепловий потік через огорожувальні конструкції, Вт;

D_D – величина опалюваного періоду, градусо-днів.

$$W_y^B = \frac{3600 \cdot 24 \cdot 486845,52 \cdot 3988}{10^9 [20 - (-22)]} = 3994,3 \text{ ГДж}$$

$$W_y^P = \frac{3600 \cdot 24 \cdot 0,7 \cdot 259828,8 \cdot 3988}{10^9 [20 - (-22)]} = 1492,1 \text{ ГДж}$$

IV. Викиди парникових газів за базовим і проектним розрахунком

Викиди парникових газів розраховуємо за формулою (3) [5].

$$V_y = \frac{W_y \cdot k^M \cdot k_S^V}{\gamma_K} \quad (3)$$

де W_y – споживання будівлею теплової енергії від котельні, ГДж;

k^M – коефіцієнт, який враховує додаткові втрати тепла в тепловій мережі, відн.од.;

γ_K – середньозважений коефіцієнт корисної дії районної котельні, відн.од.



Рис. 2. Порівняння річного споживання теплової енергії за базовим і проектним розрахунком

$$V_y^B = \frac{3994,3 \cdot 0,98 \cdot 0,0561}{0,7} = 313,71 \text{ т CO}_2$$

$$V_y^P = \frac{1492,1 \cdot 0,98 \cdot 0,0561}{0,7} = 117,2 \text{ т CO}_2$$

Отже, скорочення викидів парникових газів у результаті санації даної будівлі становить:

$$V_y = 313,71 - 117,2 = 192,51 \text{ т CO}_2$$

$$W = \frac{313,71 - 117,21}{313,71} \cdot 100\% = 62,7 \%$$

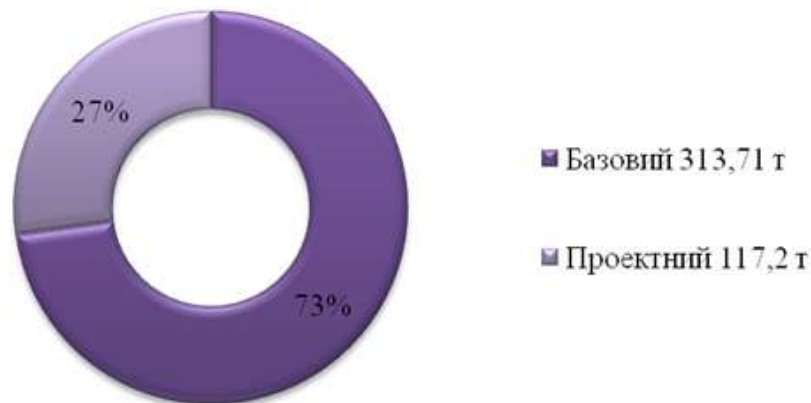


Рис. 3. Порівняння викидів парникових газів за базовим і проектним розрахунком

Для аналізу залежності емісії CO₂ у залежності від термічних опорів вікон, стін та горищних перекриттів для типової адміністративної будівлі, побудовано графік (див. рис. 4-6) та розраховано апроксимуючу залежність функцій (форм. 4-6) методом найменших квадратів.

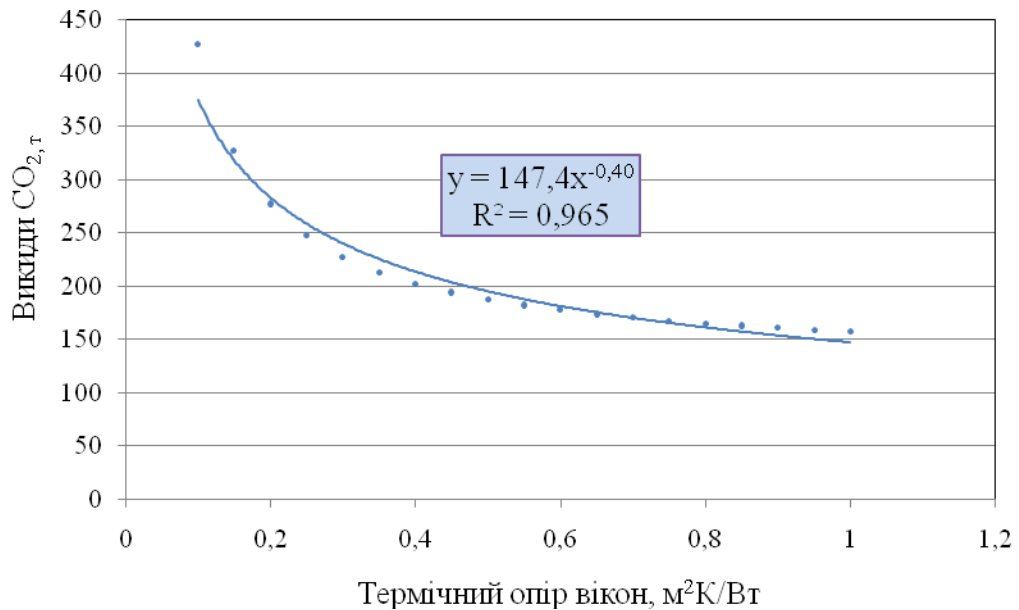


Рис. 4. Математичне моделювання залежності викидів CO₂ від термічного опору вікон

Рівняння регресії, яке описує взаємозв'язок між емісією CO₂ та термічними опорами вікон має вигляд (R – 0,965):

$$y = 147,4x^{-0,40}, \quad (4)$$

де x - термічний опір вікон, м²К/Вт;

y - викиди CO₂, т.

Рівняння регресії, яке описує взаємозв'язок між емісією CO₂ та термічними опорами стін (R – 0,941):

$$y = 222,6x^{-0,23}, \quad (5)$$

де x - термічний опір стін, м²К/Вт;

y - викиди CO₂, т.

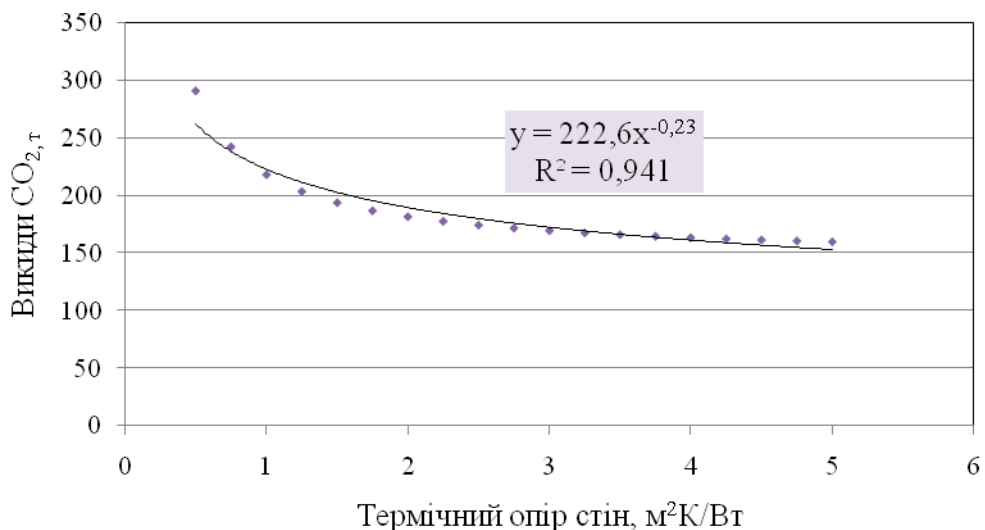


Рис. 5. Математичне моделювання залежності викидів CO₂ від термічного опору стін

Рівняння регресії, яке описує взаємозв'язок між емісією CO₂ та термічними опорами горищних перекриттів (R – 0,875):

$$y = 190,3x^{-0,07}, \quad (6)$$

де x - термічний опір горищних перекриттів, м²К/Вт;

y - викиди CO₂, т.

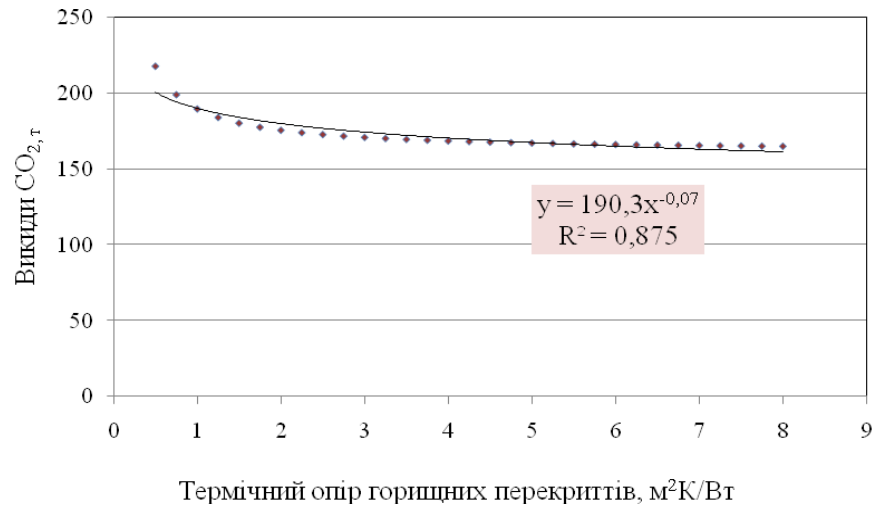


Рис. 6. Математичне моделювання залежності викидів CO₂ від термічного опору горищного перекриття
Результати по дослідженню викидів CO₂ адміністративної будівлі від зміни термічного опору її стін та горищного перекриття узагальнені на рис. 7

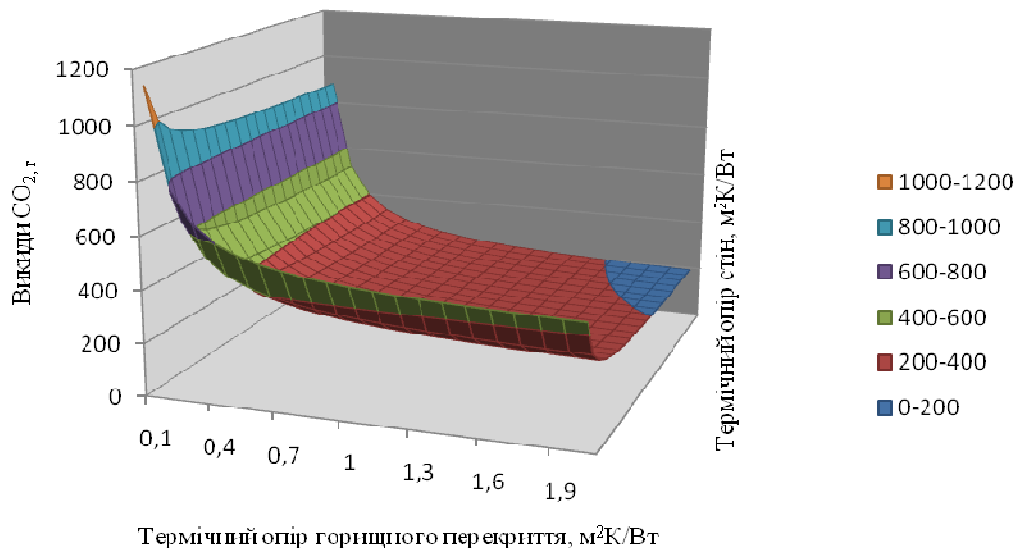


Рис. 7. Математичне моделювання обсягів викидів CO₂ від термічного опору стін та горищного перекриття

Висновки

- У дослідженні було проаналізовано як скоротяться викиди парникових газів від проведення санації будівлі, а саме від утеплення стін і встановлення автоматичного регулювання теплоспоживання з застосуванням стійкої системи автоматизації теплового пункту на прикладі адміністративної будівлі у м. Вінниця.
- У результаті проведених аналітичних розрахунків при санації адміністративної будівлі викиди парникових газів скоротяться майже на 63%.
- За результатами досліджень побудовано апроксимуючі залежності викидів CO₂ від підвищення термічного опору стін, вікон та горищного перекриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Очеретний В. П., Бойко А. С. Термомодернізація будинку – пріоритетний напрямок енергозбереження в Україні/ В. П. Очеретний, А. С. Бойко// Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: наук.-техн. зб. / ВНТУ – Вінниця, 2012. – Вип. 2. – С. 162–166.
2. Виговська Л. Українці почали утеплювати житло за рахунок держави. Як це зробити [Електронний ресурс]/ Л. Виговська – К: Новоевремя, 2015 : режим доступу: <http://nv.ua/ukr/publications/kultura-energospozhivannja-jak-ukrajintsi-gotujutsja-do-zimi.html> (дата звернення: 22.11.16).
3. Півторак О. Заступник міністра економічного розвитку України про енергоефективність української економіки [Електронний ресурс] / О. Півторак, О. Гороховський – 2016.: режим доступу: <http://www.factcheck.com.ua/ua/>

zastupnik-ministra-ekonomichnogo-rozvitku-ukrayini-zbrehala-pro-energoefektivnist-ukrayinskoyi-ekonomiki/ (дата звернення: 23.11.16).

4. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6 - 31:2006. – [Чинний від 01-04-2007]. – К.: Мінбуд. України, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Методика оцінки скорочення викидів парникових газів при санації будівлі – [Чинний від 12-07-2010]. – К.: Національне агентство екологічних інвестицій України, 2010. – 19 с.

Очеретний Володимир Петрович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ocheret@inbtegr.vstu.vinnica.ua.

Яворовська Ольга Василівна – аспірант, Вінницький національний технічний університет.

Севастьянов Сергій Олександрович – студент, Вінницький національний технічний університет.

V. Ocheretnyy

O. Yavorovska

S. Sevastyanov

THE REDUCTION OF CARBON EMISSIONS ASSOCIATED WITH THE INSULATION OF HOMES

Vinnytsia National Technical University

The article is devoted to reducing emissions of carbon emissions associated with home insulation. The object of the study was a typical administration building in Vinnytsia on the street: Khmelnytske shose, 13. Analyzed and compiled approximate dependence of CO₂ emissions from the thermal resistance of windows, walls and housetop.

Keywords: CO₂ emissions, modernization, insulation, office building, approximate dependence.

Volodymyr Ocheretnyy – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of construction, urban management and architecture, Vinnytsia National Technical University.

Olga Iavorovska – postgraduate student, Vinnytsia National Technical University.

Sergey Sevastyanov – student, Vinnytsia National Technical University.

В. П. Очеретный

А. В. Яворовская

С. А. Севастьянов

СОКРАЩЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ УТЕПЛЕНИИ ДОМОВ

Винницкий национальный технический университет

Статья посвящена исследованию сокращения выбросов парниковых газов при утеплении дома. Объектом исследования было типичное административное здание в г. Винница по адресу ул. Хмельницкое шоссе, 13. Проанализированы и составлены аппроксимирующие зависимости выбросов CO₂ от термического сопротивления окон, стен и чердачного перекрытия.

Ключевые слова: эмиссия CO₂, санация, утепление, административное здание, аппроксимирующая зависимость.

Очеретный Владимир Петрович - к.т.н., доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, Винницкий национальный технический университет.

Яворовская Ольга Васильевна - аспирант, Винницкий национальный технический университет.

Севастьянов Сергей Александрович - студент, Винницкий национальный технический университет.