

# ЗРОСТАННЯ ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВИХ БУДИН- КІВ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Досліджена динаміка зростання показників термічного опору огороджувальних конструкцій в Україні та інших країнах Європи. Показано відставання абсолютних показників термічного опору огороджувальних конструкцій України від аналогічних показників європейських країн. Визначально важлива роль належить властивостям огороджувальних конструкцій. Розглянуті сучасні наукові підходи вдосконалення конструктивного рішення «оболонки» будівлі за рахунок використання ефективних стінових матеріалів та енергоефективних вікон*

**Ключові слова:** нормативні вимоги, термічний опір огороджувальних конструкцій, динаміка, ефективні конструкційно – теплоізоляційні стінові матеріали, вікна.

## Abstract

*The dynamics of the growth of thermal resistance indicators of fencing structures in Ukraine and other European countries were studied. It is shown that the absolute indicators of the thermal resistance of the enclosing structures of Ukraine lag behind the similar indicators of European countries. A decisively important role belongs to the properties of the enclosing structures. Modern scientific approaches to improving the structural solution of the "shell" of the building due to the use of effective wall materials and energy-efficient windows are considered.*

**Keywords:** regulatory requirements, thermal resistance of enclosing structures, dynamics, effective structural and heat-insulating wall materials, windows

## Вступ

За даними [1] в 2015 році енергоємність ВВП України перевищувала енергоємність ВВП Німеччини в 4 рази, Польщі – в 3,2 рази, США – в 2,8 рази, Китаю і Росії – в 1,8 рази, Італії та Іспанії – в 4, 8 рази, Швейцарії – в 6,5 рази.

У всьому світі будівлі споживають близько 40% загальної первинної енергії, в ЄС до 36% від загальної суми викидів CO<sub>2</sub> надходять з будівель, а в США житлові та комерційні будівлі споживають до 70% електроенергії та 39% доступної загальної первинної енергії. Витрати палива на 1м<sup>2</sup> житлової площі в Україні в 2–2,5 рази більші ніж в європейських країнах. Саме тому будівельна галузь зберігає великі резерви енергозбереження та зменшення викидів парникових газів. [2]. Зменшення втрат енергії через «оболонку» будівлі можливо переважно за рахунок використання енергоефективних стінових матеріалів, енергозберігаючих вікон, ефективних систем кондиціонування, впровадження сучасних системах опалення та гарячого водо забезпечення.

## Основна частина

Рівень споживання енергії на душу населення, як і забезпеченість, житлом, є індикатором оцінки соціально-економічного розвитку конкретної країни, і рівня науково-технічного прогресу, на якому ця країна знаходиться. Будівельна галузь в сучасних умовах містить великий резерв і потребує різкого зниження обсягів споживаного викопного палива та нарощування обсягів використання ВДЕ, які забезпечать зниження викидів парникових газів.

Міжнародний досвід свідчить про те, що вуглецеві податки мають суттєвий вплив на раціональне використання викопних видів палива та скорочення викидів парникових газів, якщо застосовується достатньо висока податкова ставка, яка зберігається протягом тривалого часу. По аналогії з країнами ЄС Україна в 2019 році збільшила податки на викиди CO<sub>2</sub> майже на 25 раз, в 2020 році ще в 3 рази – до 30 грн / т. CO<sub>2</sub>. Але величина навіть збільшеного податку є не спів розмірна с показниками європейських країн 30–50 євро / т. CO<sub>2</sub>.

Не утеплені будівлі старої забудови витрачають на опалення від 300 до 400 кВт · год / м<sup>2</sup>. Термічний опір стінових конструкцій застарілої забудови становить 0,8–1,0 м<sup>2</sup> · К / Вт і такі будівлі відволікають великі затрати енергії на їх утримання[3]. За 30 років незалежності України декілька раз приймалися невдалі спроби утеплення застарілого житлового фонду. Країни ЄС переходять до будівництва будинків з витратами від 20 до 40 кВт · год / м<sup>2</sup> та пасивних будинків, які генерують та віддають енергію в мережу. При цьому визначальну роль відіграють показники нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій.

Державні будівельні норми (ДБН) являються для будівельників обов'язковими до виконання нормативними актами, які затверджує Мінрегіонбуд для встановлення обов'язкових вимог до об'єкта нормування у будівництві. Такими об'єктами нормування є: планування та забудова території; об'єкти будівництва, містобудування та архітектури; склад і зміст документації об'єктів будівництва, містобудування та архітектури, та інше. Надзвичайно важливими є вимоги ДБН, які стосуються термічного опору огорожувальних конструкцій, оскільки через «оболонку» будівля втрачає теплову енергію.

В табл. 1 приведені порівняльні показники термічного опору огорожувальних конструкцій ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», які були відмінені в 2022 році з введенням в дію в 2022 році нових ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Таблиця 1. Порівняльні показники мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі (R) огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель.

Огорожувальні конструкції, термічний опір, R ( м <sup>2</sup> · К / Вт)	ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель		ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель	
	Зовнішні стіни	3,3	2,8	4,0
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6	0,9	0,7
Суміщені покриття	6,0	5,5	7,0	6,0
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5	6,0	5,5
Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	3,75	3,3	5,0	4,0
Зовнішні двері	0,6	0,5	0,7	0,6

Цілком логічно, що найбільше уваги при будівництві житлових будинків приділяється властивостям стінових матеріалів та вікнам. З 1 січня 2008 року в Україні термічний опір зовнішніх стін для першої, найбільш «холодної» кліматичної зони було збільшено до 2,8 м<sup>2</sup> · К / Вт, тобто, його зростання склало майже 2,5 рази в порівнянні з аналогічними показниками 1993 року. До корегування показників термічного опору огорожувальних конструкцій Україна поверталась ще 2 рази - в 2006 та 2016 роках. Станом на 2022 рік цей показник зріс до 4,0 м<sup>2</sup> · К / Вт, тоді, як в більшості європейських країн з більш теплим кліматом він був піднятий до 4–5 м<sup>2</sup> · К / Вт ще в 2010 році, тобто Україна це зробила з запізненням більше ніж в 30 років.

Після світової нафтової кризи 1973–1974 років політика країн світу була спрямована на енергозбереження. Багатий на вуглеводи СРСР практично не відреагував на цю кризу і продовжував будувати не енергоефективні будинки, це продовжувалось і після отримання незалежності. Для України є повчальним досвід Німеччини, інших країн в яких практично через 3–4 роки відбувалось поступове підвищення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. Наприклад, вимоги для покриттів і перекриттів в 2010 році зросли до 10 м<sup>2</sup> · К / Вт проти діючих у 2006 році 6,7 м<sup>2</sup> · К / Вт, тоді як в Україні лише у 2022 році відповідно до вимог нових ДБН вони були підвищені до 6,0 м<sup>2</sup> · К / Вт.

Приклад сусідньої Польщі демонструє завчасно заплановану урядом динаміку змін (зменшення) коефіцієнта теплопередачі U зовнішніх стін енергоефективних будівель у часі: для будинків після 1 січня 2015: U = 0,25 Вт / м<sup>2</sup> · К (R = 4,00 м<sup>2</sup> · К / Вт); для будинків після 1 січня 2017: U = 0,23 Вт / м<sup>2</sup> · К (R = 4,35 м<sup>2</sup> · К / Вт); для будинків після 1 січня 2021: U = 0,20 Вт / м<sup>2</sup> · К (R = 5,00 м<sup>2</sup> · К / Вт).

Не піддається логічному поясненню політика галузевого міністерства, коли показник термічного опору стін з 2021 року в Польщі прийнятий R = 5,00 м<sup>2</sup> · К / Вт, а в Україні в 2022 році його збільшили лише до 4,0 м<sup>2</sup> · К / Вт. Характерно те, що в Україні, як і в Польщі кліматичні умови є практично ідентичні. Таке постійне «до ганяння» нормативних вимог термічного опору огорожувальних кон-

струкцій з відставанням в десятки років являється абсолютно не логічним, шкідливим і вагомим фактором майбутньої додаткової енергозатратності утримання житлового фонду, який будується в останні роки, в порівнянні з іншими європейськими країнами. І це при тому, що по сьогодні застарілий житловий фонд України залишається не утепленим і відволікає великі енергетичні ресурси, тоді як країни ЄС масово переходять до масштабного будівництва енергоефективних та «пасивних» будинків з нульовим споживанням енергії.

Основним стіновим матеріалом в Польщі, як і в Україні, є автоклавний газобетон густиною 300–500 кг / м<sup>3</sup>, який стрімко витіснив з будівельного ринку високоенергозатратні на стадії виробництва та не енергоефективні на стадії експлуатації керамзитобетонні вироби та традиційну глиняну цеглу. Частка автоклавного газобетону, як ефективного конструкційно-теплоізоляційного матеріалу, в структурі стінових матеріалів України зросла до 60%. За загальними обсягами його виробництва в 2020 році Україна випередила Німеччину і після РФ, Туреччини і Польщі вийшла на 4 місце в Європі. Темпи зростання виробництва цього енергоефективного стінового будівельного матеріалу в світі становлять щорічно приблизно 6–7%, а в Україні обсяги його виробництва з 2000 року до 2020 року зросли з 100 тис. м<sup>3</sup> до 4 млн. м<sup>3</sup>, або в 40 раз.

Як відомо, на стадії будівництва і експлуатації будівельного об'єкта з використанням автоклавного газобетону досягається зменшення вартості фундаментів на 30%, енерговитрат на опалення — до 35%, транспортних витрат — до 30 %, вартості побудованого об'єкту — до 20 %. Він використовується, як конструкційно-теплоізоляційний матеріал для малоповерхових будинків (до 3 поверхів) та висотних каркасних будинків.

Похожа ситуація постійного відставання від європейських тенденцій відбувається і з нормативною базою показників термічного опору вікон. Якщо норми Німеччини EnEV 2009 передбачали в 2009 році опір теплопередачі вікон не менше 0,77 м<sup>2</sup> • К / Вт, то з 1 січня 2012 року вони зросли до 1,1–1,25 м<sup>2</sup> • К / Вт [4] тоді, як українські нормативи термічного опору вікон прийняті значно пізніше - в 2016 році і становили лише 0,75–0,6 м<sup>2</sup> • К / Вт, а в 2022 році зросли до 0,9 і 0,7, що нижче вимог німецьких нормативів 2012 року. При цьому кліматичні умови в Німеччині більш сприятливі для проживання ніж для першої (найбільш холодної) кліматичної зони України, яка охоплює значну її територію.

Для покращення експлуатаційних характеристик вікон має використовуватись енергоефективне скло, а для заповнення склопакетів - інертні гази (аргон і криптон). Теплопровідність криптону в 2,6 рази менше теплопровідності повітря і в 1,8 рази менше теплопровідності аргону, що збільшує опір теплопередачі склопакета.

Аналогічна ситуація має місце з використанням опалювальних газових котлів. При опалюванні будинків використовуються класичні традиційні (конвекційні) і конденсаційні газові котли. Конвекційні класичні котли мають ККД 92%, продукти спалювання газу видаляються через димохід в атмосферу з температурою 120–140 о С. Конденсаційні котли дещо дорожче конвекційних, в них передбачено використання тепла викидів продуктів спалювання газу і за опалювальний сезон економія газу становить до 25 %. Конденсат, який утворюється при їх роботі містить розчинений СО<sub>2</sub> (слабку вуглекислоту) він має бути нейтралізований перед скидом в каналізацію, оскільки призупиняє життєдіяльність корисних бактерій[5]. Країни ЄС ввели заборону на використання конвекційних газових котлів, тому великий український ринок багато років підряд поглинає застарілу продукцію німецьких, італійських виробників газового обладнання.

Лише з 29 серпня 2022 року в Україні заборонено ввозити та вводити в обіг неенергоефективні конвекційні котли. В умовах глибокої енергетичної кризи, агресії РФ прийняте з запізненням розуміння про необхідність заборони використання не ефективного газового обладнання. Це відповідає курсу України на інтеграцію до ЄС, сприятиме скороченню споживання природного газу і покращенню енергетичної безпеки країни.

Серед основних енергетичних проблем України вітчизняні і зарубіжні фахівці виділяють низьку енергоефективність будівельного виробництва, що супроводжується надмірним споживання енергоносіїв в умовах залежності від імпорту енергоносіїв, зокрема, природного газу. Відставання на 10–20 років введення в дію показників нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій житлових будинків від сучасних європейських стандартів, виконує функцію «бомби уповільненої дії».

Населення України потерпає від хронічних перекосів цін на енергетичному ринку. Кожний опалювальний сезон стає проблемним. Надмірна енерговитратність відчувається вже сьогодні. Держава, закупаючи газ за високою ціною і продаючи населенню за низькою, затигнула себе в боргове ярмо. З

одного боку, це підтримка незахищених верств населення, а з іншого - безмежні можливості для корупції та розкрадання бюджету.

Станом на сьогодні найбільша національна компанія "Нафтогаз", яка наразі обслуговує майже всіх побутових споживачів природного газу опинилася у стані дефолту. Позиція уряду через війну, розв'язану РФ, зводиться до необхідності отримання погодження приватних кредиторів на відстроєння платежів та перенесення виплати відсотків на два роки.

Як відомо Україна презентувала план відновлення країни на спеціальній конференції у Лугано (Швейцарія). Він передбачений на 10 років та охоплює 15 сфер. Загалом у плані відновлення 850 проєктів, на їхню реалізацію потрібно фінансування приблизно 750 млрд дол. На відновлення інфраструктури регіонів та модернізацію житла передбачено – 150–250 млрд дол, на відновлення та модернізацію соціальної інфраструктури – 35 млрд дол[6].

### Висновок

Державна нормативна база в галузі будівництва являється обов'язковою для її дотримання всіма будівельниками. Введення в дію в 2022 році з великим запізненням нових ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» лише наблизило нормативну базу України до нормативних показників країн ЄС. За надмірні перевитрати енергії в будівельному секторі економіки несуть відповідальність і керівники галузевого міністерства, які призначались за партійними квотами без належних професійних знань і ніколи в українській практиці не ставились конкретні завдання на період тривалості каденцій і особливо відповідальність.

Через зниження кредитного рейтингу "Нафтогазу" практично до нуля, компанія не зможе виходити до міжнародних фінансових інституцій та ринків із запозиченнями, крім того, це втрата можливості придбання додаткових обсягів газу для потреб опалювального сезону 2022/2023 років. Цілком очевидно, що Україна отримає міжнародну допомогу та подолає енергетичну кризу, оскільки за європейськими мірками є країною з достатніми енергетичними ресурсами та тверду віру в перемогу у війні, яка розв'язала РФ.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мировая экономика. Энергоемкость ВВП стран мира. Электронный ресурс. Режим доступа: // <http://Supervisor.okis.ru/mirovaja-ekonomika/ht>.
2. Fesanghary M. Design of lowe mission and energyefficient residential building susing a multi objective optimization algorithm / M. Fesanghary, S. Asadi, Z. W. Geem // Building and Environment. — №49. — 2012. — P. 245—250.
3. Сердюк В.Р., Франишина С.Ю., Сердюк Т.В., Христич О.В. Організаційно-технічні заходи термомодернізації застарілого житлового фонду. Вісник ВПІ. 2022. №2 – С. 6–17
4. Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Развитие светопрозрачных конструкций в контексте современной истории энергосбережения // Энергосбережение.– 2011.– № 5. – С.55–66.
5. Сердюк В.Р., Сухов В.В. Актуальність використання газових конденсаційних котлів для опалення малоповерхового житла. Вісник ВПІ. 2019. - № 5. – С.28–34.
6. План відновлення України. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://recovery.gov.ua/>.

**Василь Романович Сердюк** — д-р техн. наук, професор, кафедра будівництва міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [vasromvs@gmail.com](mailto:vasromvs@gmail.com);

**Бричанський Денис Олегович** – студент 1-го курсу магістратури, група БМ-22м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail:denysbr21@gmail.com

**Vasyl R. Serdyuk** — Dr. Tech. Sciences, professor, department of urban construction and architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [vasromvs@gmail.com](mailto:vasromvs@gmail.com)

**Brychanskyu Denys** – 1st year master's student, group BM-22m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, denysbr21@gmail.com