

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДИНКІВ ЗАСТАРІЛОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянуто сучасний стан застарілого житлового фонду України. Проведений аналіз відносних обсягів будівництва житла в окремих країнах СНД. Наведені зміни структури стінових матеріалів. Показані особливості внутрішнього утеплення стін та перспективи використання інноваційних сучасних вікон. Обґрунтовані перспективи виробництва та використання газобетону автоклавного тверднення.*

**Ключові слова:** застарілий житловий фонд, термічний опір, термомодернізація

### **Annotation**

The current state of the obsolete housing stock of Ukraine is considered. An analysis of the relative volume of housing construction in some CIS countries. Changes in the structure of wall materials are given. Features of internal warming of walls and perspectives of use of innovative modern windows are shown. The prospects of production and use of aerated concrete of autoclave hardening are substantiated.

**Key words:** obsolete housing stock, thermal resistance, thermal modernization

### **Вступ**

В звіті, який щорічно публікує Всесвітній економічний форумом, «Доповідь про індекс ефективності глобальної енергетичної системи», зазначено, що в 2017 році за співвідношенням витрат на імпорт енергоносіїв і ВВП Україна посіла 122 місце серед 127 країн, а за витратами енергії на одиницю ВВП – 119 місце.

Для України питання економії і раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів надзвичайно актуальні. Впровадження заходів енергозбереження допоможе скоротити споживання енергоресурсів і енергетичну залежність країни, що в свою чергу сприятиме зменшенню шкідливих викидів парникових газів, які є причиною змін клімату.

Стан будівельної галузі багато в чому визначає рівень розвитку суспільства і його виробничих сил. Будівництво покликане здійснювати оновлення основних виробничих фондів, сприяти розвитку, вдосконаленню соціальної сфери. Людина, яка отримала квартиру, наповнює її меблями, телевізором, посудом та іншою уварю, а це забезпечує роботою працівників багатьох суміжних галузей економіки. В літературі зустрічаються дані, що одне робоче місце в будівельній галузі створює 7...11 робочих місць в інших галузях економіки.

Недооцінка вирішення проблеми житла за рахунок будівництва нового та модернізації існуючого житлового фонду у майбутньому може привести до ще більшого зростання міграційних потоків з України. На фоні депопуляції населення, міграції молоді Україна поступово може перетворитися в країну пенсіонерів. За всі роки незалежності Україна не спромоглась вийти на стабільний рівень показника в 50% обсягів будівництва житла 90-х років, хоча сусідні країни СНД давно його перевищили.

### **Основна частина**

Згідно з даними Державної служби статистики України, на 1 січня 2018 житловий фонд країни становив 984,8 млн. м<sup>2</sup> загальної площі, при цьому кількість старих і аварійних будинків склав 44,9 тисяч одиниць, в яких проживало 62,7 тисяч осіб. Загальна кількість квартир станом на початок 2018 року склала 17 млн. При цьому слід зазначити, що в Україні в останні роки зростає питома вага приватних малоповерхових будинків (до 3-х поверхів), яка наближається до 50% в структурі введеного житла. Це відповідає світовим тенденціям розвинених країн світу, де в малоповерхових будинках проживає 75% і більше населення, а багатоповерхові будинки в обмежуються 7 поверхами.

Технічний стан більшості житлових будинків – незадовільний, морально і фізично зношеними, це складає 30...50% житлового фонду. В структурі існуючого житлового фонду загальна кількість

об'єктів, побудованих індустріальними методами в 60-і роки минулого століття за проектами перших масових серій, перевищує 25 тисяч загальною площею майже 72 млн. м<sup>2</sup>, з них 47% складають будівлі панельного типу, 50% – будівлі з цегляними стінами, 3% – будинки зведені з використанням збірних крупноблочних елементів. Проблемні питання їх подальшої експлуатації з роками загострюються, як через втрати експлуатаційної надійності окремих несучих елементів будівель, через високі показники експлуатаційних енергетичних витрат на опалення та незадовільні обсяги будівництва нового житла.

За даними комітетів статистики в 2018 році в РФ на одну людину побудовано 0,54 м<sup>2</sup> в Білорусії - 0,4 м<sup>2</sup>, в Казахстані – 0,68 м<sup>2</sup>, в Україні - більше 0,2 м<sup>2</sup> (відповідно до статистичних даних: чисельність населення 42 млн чол., введено житла 8,6 млн м<sup>2</sup>), при чому, відносні обсяги 0,17- 0,24 м<sup>2</sup>/люд в рік не зростають, а утримуються приблизно 20 останніх років. При цьому міжнародні стандарти становлять приблизно 1 м<sup>2</sup>/люд в рік, тоді попит і пропозиція житла є збалансованими і за рахунок зменшення корупційної складової доступність житла зростає.

За даними Держенергоефективності, для утеплення застарілого житлового фонду необхідно понад 800 млрд. грн. Ця сума співрозмірна з 80% дохідної частини Держбюджету - 2020 України. Враховуючи те, що дохідна частина Бюджету - 2020 становить 1,14 трлн грн і 430 млрд грн потрібно повернути, як отримані кредити та відсотки по них в 2020 році, тому цілком очевидно, що від термінувати проблему енергозбереження та утеплення країна просто не можливо.

Житловий фонд України, що сформований з житлових будинків, побудованих за проектами перших масових серій в період 1957-1970 років загальною площею більше 71 млн м<sup>2</sup> передбачав економію будівельних матеріалів (метал, цемент, цегла). Проблема енергозбереження в той час не переймалися, оскільки вартість природного газу становила приблизно 7% від світових цін. В Україні налічується більше 77 тис житлових будинків, які мають 5 і більше поверхів, зокрема 25 тис. 5-поверхових будинків. На рис 1 приведена структура житлового фонду за роками його будівництва.

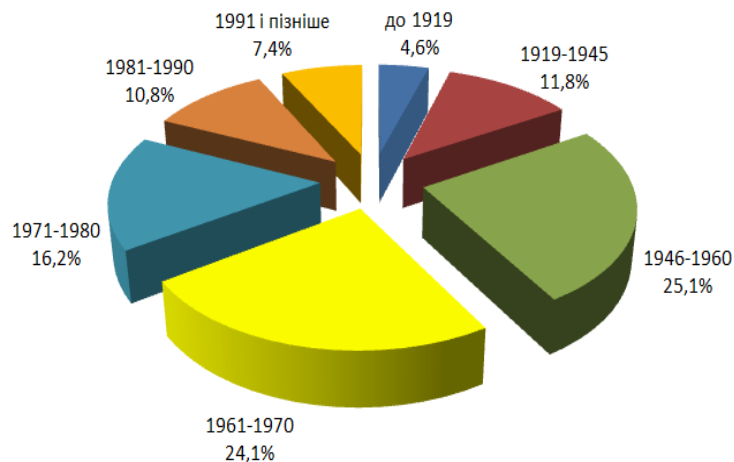


Рисунок 1. Розподіл житлових будинків за роками побудови на 01.01.20

З грудня 2018 року введена в дію оновлена редакція ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією». Теплоізоляція зовнішніх стін обов'язково повинна виконуватися з зовнішньої сторони стіни будинку за виключення окремих будівель.

В табл. 1 приведені порівняння показників опору теплопередачі огорожувальних конструкцій зовнішніх стін, раніше побудованих будинків, і нормативними вимогами відповідно до вимог чинних на сьогодні ДБН [1] з термічним опором стін першої і другої кліматичної зони ( $R=3,3 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$  для першої кліматичної зони і  $R=2,8 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$  для другої). Порівняння свідчить про необхідність підвищення термічного опору існуючих стін в середньому в 4...5 раз.

До інших втрат теплової енергії, крім «оболонки будівлі», слід віднести: незадовільний стан існуючих ТЕС, теплових мереж, котельень, відсутність обліку спожитої енергії, як мотивації до її економного витрачання. Щорічно житловий сектор споживає близько 10 млрд. кВт/год електроенергії, 1,5 млн тонн вугілля. При цьому втрати теплової енергії впродовж року складають понад 13 млрд Гкал, що становить 11 % обсягів відпущеної теплової енергії.

Таблиця 1. Опори теплопередачі огорожувальних конструкцій зовнішніх стін житлових будинків 1960 – 1990 років побудови

№пп	Тип огорожувальної конструкції	Товщина стіни, мм	Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт
1	З легкого бетону	300...350	0,74...0,83
2	Тришарові панелі з ефективним пливачем	300...350	0,8...0,9
3	Двошарові панелі	350	0,7
4	Ніздрюватий бетон	300...350	0,74...0,84
5	Цегла керамічна, силікатна тиною 1400-1650 кг/м <sup>3</sup>	380...510	0,78...1
6	Цегла керамічна, силікатна тиною більше 1650 кг/м <sup>3</sup>	380...510	0,63...0,79
7	Полегшене цегляне мурування тиною менше 1400 кг/м <sup>3</sup>	380	0,89

. Профільне будівельне міністерство України систематично відстає в оновленні нормативної бази. В табл. 2 наведені порівняльні дані термічного опору огорожувальних конструкцій України відповідно до ДБН Б В.2.6-31:2016 і Фінляндії.

Таблиця 2. Порівняльні показники нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій Фінляндії і України, (м<sup>2</sup> · К) / Вт.

№пп	Вид огорожувальної конструкції	Термічний опір, м <sup>2</sup> /К·Вт	
		I зона	II зона
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	3,5
3	Покриття опалювальних щ(технічних поверхів) та покриття ардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалювальних щ	4,95	4,5
5	Перекриття над проїздами та опалювальними підвалами	3,75	3,3
6	Вікно	0,75	0,6
7	Зовнішні двері	0,6	0,5
Фінляндія			
1	Зовнішня стіна	5,88	
2	Покриття, горищні перекриття	11,1	
3	Нижнє перекриття	5,88/6,25	
4	Вікно в зовнішній стіні, вікно мансардне, зовнішні двері	1	

Як видно з табл. 2 нормативні показники термічного опору по всім видам огорожувальних конструкцій в Україні значно поступаються аналогічним показникам, близької за кліматичними умовами, Фінляндії. При цьому, слід зазначити, що українські ДБН були прийняті практично нещодавно, тоді як в європейських країнах відбувається постійне поступове зростання нормативних вимог.

За даними офіційної статистики, загалом в Україні у майже 45% житла жодного разу не проводили капітальний ремонт. За даними Міністерства розвитку громад та територій, в Україні на січень 2020 року кількість аварійних і, за офіційною термінологією, "ветхих" або зношених будинків не перевищує 1% від загальної кількості будинків як багатоповерхових, так і приватних, як в містах, так і в селах. Житловий фонд України, сформований з житлових будинків, побудованих за проектами перших масових серій передбачав тільки жорстку економію будівельних матеріалів (метал, цемент, цеглина) і не передбачав мінімізацію енерговитрат в період їх експлуатації.

В останні роки проводиться «клаптикове» утеплення застарілих серій житлових будинків за рахунок самих жильців, підтримки місцевих бюджетів та Фонду енергозбереження через об'єднання співвласників багатоквартирних будинків. Головні пріоритети енергозбереження це утеплення стін

та заміна вікон, оскільки на ці дві позиції їх приходиться найбільше витрат і втрат енергії. Таке утеплення портить облік окремих вулиць і сучасних міст. Найбільші втрати теплової енергії, близько 30 % - у житловому фонді та до 25 % - у зовнішніх теплових мережах. Тепловтрати з будинків складають: через зовнішні стіни 30...40 %, через вікна і балконні двері – 20...30 %, конструкції перекриття – 4...6 %, підвальні перекриття і цоколи – 3...5 % і до 50 % при теплообміні в квартирах.

Мінрегіоном було розроблено та оприлюднено 29 квітня 2020 року новий проект Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду». В Україні велика кількість об'єктів житлового фонду, граничний строк експлуатації яких закінчився або збігає. Загальна площа застарілого житлового фонду за даними Державної служби статистики (станом на 01.01.2017) складає 4,33 млн. м<sup>2</sup>. В деяких районах міст існують будинки, які збудовані ще у 30-ті роки минулого століття. Продовження експлуатації таких будинків несе в собі не тільки надмірно високі витрати енергії на їх утримання, некомфортне існування мешканців таких об'єктів, а й пряму загрозу для їх життєвого середовища. Саме такі квартали (мікрорайони) є об'єктом реконструкції і інвестування.

Прийняття Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» в 2017 році, передбачає перегляд мінімальних вимог до енергоефективності будівель один раз в 5 років. Сертифікація енергетичної ефективності будівель [2] з терміном дії сертифіката 10 років максимально наблизить приватного забудовника до вирішення проблем енергозбереження.

**Стінові матеріали.** Через зростання вартості енергоносіїв, необхідність зменшення викидів парникових газів всі країни суттєво підвищили нормативні вимоги термічного опору огорожувальних конструкцій. Це привело до кардинальної зміни структури стінових матеріалів сучасних будинків. Газобетон автоклавного тверднення суттєво потіснив на будівельному ринку традиційні високо енергозатратні на стадії виробництва і не енергоефективні на стадії експлуатації стінові матеріали (цеглу глиняну, силікатну, керамзитобетон). Єдиним стіновим матеріалом з якого може бути виготовлена одношарова стіна є автоклавний газобетон.

В роботі [3] зазначено, що застосування стінових матеріалів з автоклавних газобетонів забезпечує зниження вартості: фундаментів до 30%, енерговитрат на опалення будівель до 35%, транспортних витрат до 30%, вартості одного квадратного метра житла до 20%.

Питома вага газобетону в структурі стінових матеріалів в країнах СНД і окремих країн ЄС становить 40-60%. В 2016 році доля газобетону в структурі стінових матеріалів України перевищила 50%, а в 2019 році зросла 53% [4].

Будівництво в Україні нових сучасних заводів по виробництву автоклавного газобетону забезпечило зростання його якості до показників якості європейських виробників. При густині 300 кг/м<sup>3</sup> і класу міцності на стиск С1,5 і С2,5 він використовується для будівництва малоповерхових житлових будинків висотою до 3-х поверхів і при висотному каркасно-монолітному будівництві житла та інших об'єктів. В радянські часи газобетон густиною 300 кг/м<sup>3</sup> виготовлявся, як утеплювач для суміщених покрівель і мав міцність на стиск 9...12 кгс/см<sup>2</sup>. За рахунок зростання коефіцієнта конструктивної якості за ініціативи ТОВ «Аегос» в нормативну базу внесені зміни і газобетон густиною 300 кг/м<sup>3</sup> отримав статус конструкційно-теплоізоляційного матеріалу.

Світові тенденції виробництва та використання автоклавного газобетону, як стінового матеріалу, спрямовані на зменшення його густини при збереженні і навіть при зростанні міцності. Європейська практика виробництва і використання автоклавного газобетону свідчить про переважне використання газобетону марки D400 і D500, а в останні роки D300. Виробництво і використання «важкого» газобетону в D600 і вище економічно не доцільно, хоча на заводах пострадянських країн окремі виробники випускають газобетон густиною і 700 кг/м<sup>3</sup>.

Автоклавний газобетон використовується не тільки для зведення нових теплих будинків, але і при модернізації застарілого житлового фонду. Низька густина газобетону дозволяє використовувати його для збільшення поверховості будинків без додаткового підсилення фундаментів.

**Мінеральна теплоізоляція.** Традиційні системи зовнішнього утеплення будинків передбачають використанням дешевого пінополістиролу, мінеральної вати, базальтової вати, пінополіуретану стали найбільш поширеними і загально прийнятими. Проте використання пінополістиролу та інших утеплювачів, що містять органічні речовини для внутрішнього утеплення стін є дещо проблематичним, навіть при вирішенні проблеми точки роси і наявності сертифікатів екологічної безпеки. Не дивлячись на багаторічний досвід використання, економічну і енергетичну ефективність пінополістиролу науковці мають дві протилежні думки щодо безпечності його використання для внутрішнього утеплення. Технологія виробництва не дає 100% гарантії

полімеризації вихідної сировини, тому пінополістирол може виділяти стирол та інші шкідливі речовини.

Внутрішнє утеплення виконують лише у кількох випадках, коли немає іншого вибору, можна піти на ризик та утеплити стіни зсередини: заборона фасаду будівлі (історична цінність, лицьова сторона будівлі, що виходить на центральні вулиці тощо); за стіною знаходиться деформаційний шов між будинками; за стіною знаходиться шахта ліфта або приміщення, що не опалюється та в якому немає можливості змонтувати утеплення.

В країнах ЄС для внутрішнього утеплення наряду з традиційними теплоізоляційними матеріалами використовують теплоізоляційні панелі з ніздрюватого бетону «Multirog» густиною марки D100 ( $\geq 70-150 \text{ кг/м}^3$ ). Така теплоізоляція являються найлегшою мінеральною теплоізоляцією, що відомою в Європі [5].

Компанія «Аегос» стала першою в Європі, яка розпочала масштабне виробництво теплоізоляційного газобетону D150. За рахунок постійного вдосконалення технології виробництва газобетону компанія наблизилась до виробництва теплоізоляційного газобетону марки D100.

**Заміна вікон.** Особливе важливе місце в тепло модернізації застарілого житлового фонду займає використання екнергоефективних вікон.

На сьогодні новизною у виробництві скла є антибактеріальне скло, вироблене компанією AGC Flat Glass Europe, його протимікробна дія усуває 99,9% бактерій, що утворюються на поверхні, також запобігає поширенню цвілі і грибка. Антибактеріальний ефект скла безперервний і незворотній, особливо в теплих і вологих умовах, сприятливих для розвитку бактерій і цвілі [6].

Виробники вікон повторно повернулись до склопакетів з вакуумною ізоляцією або вакуумних склопакетів (vacuum insulating glazing - VIG), які були винайдені більше 20 років тому, вони як і раніше залишаються новинкою на ринку вікон [7]. Володіючи такими функціями як шумоізоляція, енергозбереження і теплоізоляція, вони незабаром можуть знайти широке застосування в різних галузях промисловості в якості вікон, дверей, структурних елементів сучасних будівель.

Для захисту приміщень від яскравого сонячного світла і від перегріву використовуються матеріали з мінливою світлопрозорістю. Одним з новітніх матеріалів цього роду є гель TALD, розроблений в інституті будівельної фізики в Штутгарті. Залежно від температури нагрівання скла під впливом сонячних променів матеріал переходить з прозорого стану в непрозорий: чим вище температура, тим більше у матеріалі вибудовується молекулярних ланцюжків, розмір яких більше довжини світлової хвилі, які не пропускають світло. При зменшенні температури матеріал повертається знову в прозоре стан. У прозорому стані TALD пропускає 80% сонячної радіації, в непрозорому ця величина знижується до 10-40% [8]. Цілком очевидно, що впровадження ряду інноваційних рішень, які намітились в технології виробництва сучасних стекол і самих віконних конструкцій приведуть до суттєвого зростання їх термічного опору до  $1,2-1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ .

## Висновки

В умовах зростання вартості енергетичних ресурсів на світових ринках питання раціонального використання енергетичних ресурсів набуває надзвичайно важливого значення для економіки країни. Суттєва частина цих ресурсів витрачається на опалення будівель і особливо застарілого житлового фонду. Для приведення термічного опору стінових огорожувальних конструкцій застарілого житлового фонду до чинних нормативних вимог ДБН необхідно збільшити їх в 4-5 раз.

Проведення термомодернізації житлового фонду матиме соціально-економічний ефект, як для держави так і для населення. Підвищення енергоефективності в будівельному секторі економіки призведе до покращення показників енергетичної безпеки країни, сприятиме зменшенню витрат на закупівлю енергоресурсів, виплату житлових субсидій і в цілому забезпечить зменшення викидів парникових газів.

Низька густина газобетону D300 D400, та відносно висока міцність і теплофізичні властивості дозволяють використовувати його в стінових конструкціях малоповерхових будинків без додаткового їх утеплення. В рамках розробленого та оприлюдненого в квітні 2020 року нового проекту Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду» утеплення застарілого житлового фонду має відбуватись з реконструкцією та надбудовою, що забезпечить одночасно отримання додаткових приміщень та приведення у відповідність в окремих серіях будинків термічного опору покрівлі.

1. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. - Київ, Мінрегіонбуд України. – 2017. – 37 с.
2. Білоус В.В., Колісніченко В.В. Актуальність енергетичної сертифікації в будівельному секторі України / Ефективні технології в будівництві: IV Міжнародна науково-технічна конференція (27-28 березня 2019 р., м. Київ). – Київ : Видавництво Ліра-К, 2019.– С.170-172.
3. Ухова Т.А. Ячеистый бетон - эффективный материал для однослойных ограждающих конструкций жилых зданий/ Т.А.Ухова, Л.А.Тарасова Л.А. // Строительные материалы. - TECHNOLOGY. - 2003. - №11. - С.19-20ю
4. Сердюк В.Р., Рудченко Д.Г. Порівняльні показники енергоємності виробництва автоклавного газобетону та інших стінових матеріалів. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві» Том 28 №1 (2020). –С.41-48.
5. Олвер Штрототте, Матиас Кларе, А.К. Иванов Производство минерального теплоизоляционного строительного материала низкой плотности.//Современный автоклавный газобетон: сборник докладов НПК. Краснодар, 15-17 мая 2013.- С.140-146.
6. Мир оконных технологий. Антибактериальное стекло. Инновации на службе гигиены. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://oknograd.com.ua/articles/734>
7. Вакуумні склопакети. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://nimetski-vikna.ua/uk/vakuumni-sklopaketi/>
8. Будівельні технології ХХІ століття. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://dengivoda.at.ua/blog/2013-09-12-458>.

**Сердюк Василь Романович** – д.т.н., професор кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: [modser@i.ua](mailto:modser@i.ua)

**Vaciliy Serdyuk** – d.t.c., professor, head of department of Urban Planning and Architecture of the Vinnytsya national technical university

**Колісніченко Віталій Валерійович** — студент групи БМ-15, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail:

[kolisnichenko88@gmail.com](mailto:kolisnichenko88@gmail.com)

**Kolisnichenko Vitalii V.** – student, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: [kolisnichenko88@gmail.com](mailto:kolisnichenko88@gmail.com)