

БУДІВНИЦТВО<https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-156-3-7-17>

УДК 332.83

Т. В. Сердюк¹
С. Ю. Франішина¹
В. Р. Сердюк¹
Д. Г. Рудченко²

ВПЛИВ ЕНЕРГО-ЕКОЛОГІЧНИХ СКЛАДОВИХ НА БУДІВНИЦТВО ЖИТЛА І ВИРОБНИЦТВО СТІНОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

¹Вінницький національний технічний університет;
²ТОВ «Аерок»

Метою статті є дослідження сучасного стану житлового будівництва, забезпечення населення житлом в нових енерго-екологічних умовах будівництва та виробництва стінових енергоефективних матеріалів. Подано динаміку загальних та відносних обсягів будівництва житла. Показано значне відставання України від сусідніх країн у відносних обсягах будівництва житла. Проведено аналіз зростання забезпечення населення житлом за рахунок відносних обсягів будівництва житла та скорочення чисельності населення. Зазначено, що зменшення енергоспоживання в будівельному секторі пов'язане з необхідністю термомодернізації існуючого застарілого житлового фонду, побудованого в 70—80 роки минулого століття і будівництвом нового житла з використанням сучасних стінових матеріалів. Показано, що зменшення використання викопного палива забезпечує скорочення викидів парникових газів. Проведено порівняльний аналіз викидів вуглекислого газу в Україні та європейських країнах. Екологічний податок на викиди вуглекислого газу розглядається, як інструмент економного використання енергетичних ресурсів. Розглянуті сучасні тенденції виробництва автоклавного газобетону, питома доля якого в структурі стінових матеріалів зросла до 53 %. Наведені порівняльні показники фізико-механічних властивості стінових матеріалів. Показана актуальність узгодження законодавства України зі стандартами ЄС. Сформульовані основні напрямки перспектив зростання виробництва автоклавного газобетону марки D300 для будівництва будинків, наближених до нульового споживання теплової енергії.

Ключові слова: житлове будівництво, забезпечення населення житлом, екологія, енергоефективність, стінові матеріали, автоклавний газобетон.

Вступ

В умовах економічної кризи перехідного періоду зростання цін на енергоносії до світового рівня призвело до занепаду будівельної галузі і виробництва будівельних матеріалів, що кардинально вплинуло на стан будівництва житла і його доступності для населення. Як відомо, на будівлі припадає споживання до 40 % виробленої енергії, 12 % прісної води, вони відповідають за 40 % глобальних викидів парникових газів і суттєво впливають на економіку в цілому. В сучасних умовах питання економії і раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів надзвичайно актуальні для України. Будівництво, як фондоутворююча галузь, майже за 30 років існування незалежної країни так і не пододало кризових явищ 90-х років минулого століття.

Через низьку енергоефективність Мінекономіки оцінило фінансові втрати України в 2018 році майже в \$1,5 млрд щорічно. В звіті, який щорічно публікує Всесвітній економічний форум, «Доповідь про індекс ефективності глобальної енергетичної системи», зазначено, що за співвідношенням витрат на імпорт енергоносіїв і ВВП Україна посіла 122 місце серед 127 країн, а за витратами енергії на одиницю ВВП — 119 місце. На фоні вичерпності і зростання цін на викопні вуглеводи

відбувається постійне зростання цін для населення на комунальні витрати, при цьому зменшуються обсяги будівництва житла.

Метою роботи є оцінка сучасного стану забезпечення населення житлом в нових енергоекологічних умовах будівництва та виробництва стінових будівельних матеріалів.

Результати дослідження

Світова спільнота дійшла висновку про необхідність зменшення споживання енергії, викидів парникових газів та обмеження зростання температури до кінця століття до 2 °С, а краще до 1,5 °С.

Житловий фонд України, сформований з житлових будинків, побудованих за проектами перших масових серій в період 1950—1980 років, не враховував належним чином необхідність енергозбереження, оскільки вартість природного газу в той час становила приблизно 7 % від світових цін, а вугілля і нафта були в достатку, тому проблемами енергозбереження будівельники не переймалися.

На рис. 1 показана динаміка будівництва житла в Україні. Як видно з рис. 1 в «рекордному» для України 1987 році побудовано більше 21 млн м² житла, в 2000 році обсяги будівництва скоротились майже в 4 рази, до 5,5 млн м², в наступні роки будувалось 8...10 млн м², а в окремі роки (2013, 2015 і 2019) цей показник зростає до 11 млн м². Майже за 30 років незалежності Україна так і не вийшла на стабільний рівень показника 50 % обсягів будівництва житла «рекордного» 1987 року.

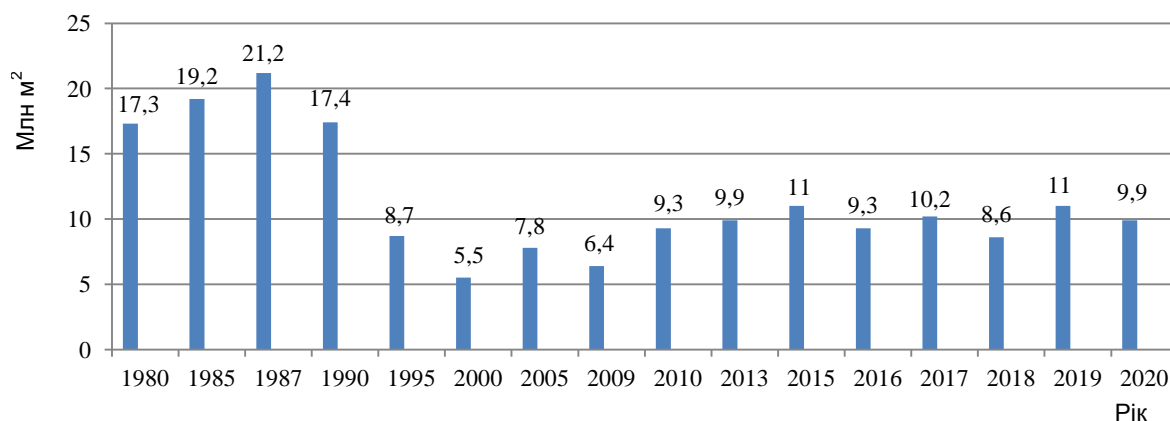


Рис. 1. Динаміка будівництва житла в Україні

Досить достовірним показником стану будівництва житла є відносні обсяги будівництва житла (м²/особу в рік). Практично два останні десятиліття за даними офіційної статистики відносні обсяги будівництва житла в Україні тримаються на рівні 0,17...0,24 м²/особу в рік.

В пострадянських країнах Білорусі, РФ, Казахстані цей показник стабільно тримається на рівні 0,5...0,7 м²/особу в рік, за міжнародних стандартів будівництва — близько 1 м² на особу в рік. За таких умов пропозиція житла наближається до попиту, а корупційна складова вартості житла зменшується і воно стає доступнішим за ціною. В табл. 1 подані порівняльні показники будівництва житла в останні роки в окремих країнах.

Таблиця 1

Порівняльні та відносні обсяги будівництва житла в Україні та в окремих країнах СНД

Рік	Побудовано житла, млн м ²			
	Білорусь	РФ	Україна	Казахстан
2018	3,996	75	8,65	12,5
2019	4,06	82	11,02	13,1
2020	4,15	80,6	9,9	15,3
2019, м ² /особу в рік	0,54	0,54	0,24	0,68

Як видно з табл. 1, в 2019 році Казахстан наростив потужності відносних обсягів будівництва житла до 0,68 м²/особу в рік та перевищив за загальними обсягами будівництва житла Україну, а Білорусь і РФ практично залишилися на рівні відносних обсягів будівництва 2018 року (0,54 м²/особу в рік). В Україні за підсумками 2019 року офіційна статистика зафіксувала зростання абсолютних обсягів будівництва житла на 26,9 % більше, ніж в попередньому 2018 році. Такий стрибок зростання був очікуваним і зумовлений прийняттям в 2018 році Закону України про так звану «будівельну амні-

стію», яка дозволила багатьом українцям узаконити збудовані в попередні роки з порушеннями та не зареєстровані офіційно приватні і дачні будинки.

За даними офіційної статистики в 2020 році обсяги будівництва житла в Україні скоротились на 18,5 % до 9,9 млн м², в РФ зменшились на 1,8 % до 80,6 млн м², в Білорусі зросли на 2,3 % до 4,15 млн м². В Казахстані будівництво нового житла зросло на 16,8 %, до 15,3 млн м² і цей показник фактично в 1,5 рази перевищує загальні обсяги будівництва житла в Україні, Білорусія буде 42 % обсягів будівництва України, а РФ за загальними обсягами будівництва житла у 8 раз перевищила обсяги будівництва житла в Україні. Україна в радянські часи стабільно виробляла приблизно 26...30 % продукції всього СРСР, а наприклад, цукру — 40 % виробництва всієї країни.

В історії України, як колишньої радянської республіки, так і незалежної країни, не було такого різкого відставання абсолютних і відносних обсягів будівництва житла від показників сусідніх пострадянських країн. За даними Держкомстату, обсяги будівництва в Україні у грошовому виразі у 2018 році склали €1,3 млрд. Для порівняння, у Чехії аналогічний показник склав €20 млрд, у Польщі — €50 млрд (майже у 12 разів більше за Україну), у Туреччині — €13 млрд, у Німеччині — €51 млрд.

Будівництво покликане здійснювати оновлення основних виробничих фондів, сприяти розвитку і вдосконаленню соціальної сфери. Людина, яка отримала квартиру, безпосередньо забезпечує роботою працівників багатьох суміжних галузей економіки. В літературі зустрічаються дані про те, що одне робоче місце в будівельній галузі створює 7...11 робочих місць в суміжних галузях економіки. Фактична відсутність доступного іпотечного кредитування, низька платоспроможність населення, високий рівень корупції та інші причини гальмували діяльність будівельної галузі.

Майже 30 років знадобилось для того, щоби з'явився термін «Велике будівництво, Програма Президента». Програма «Велике будівництво», ініційована Президентом України у березні 2020 року, цьогогоріч крім дорожнього будівництва розширюється на декілька важливих напрямків, а саме — доступне іпотечне кредитування та фінансовий лізинг, продовження та розбудова мережі регіональних авіахабів, соціальної інфраструктури шкіл, садочків, стадіонів, басейнів, приймальних відділень. Будівництво та реконструкція об'єктів має базуватись на принципах енергоефективності та високої якості.

В європейських країнах критерієм оцінки забезпечення населення житлом є кількість кімнат, які припадають на одну особу, що дає змогу комплексно оцінити умови проживання населення, скрутність яких негативно впливає на психофізичний стан людини, сімейні стосунки, народження і виховання дітей. Наведені данні (табл. 2) показують, що у найрозвиненіших країнах світу на одну особу припадає 2,1 кімнати, в Україні — 0,4 кімнати [1].

Таблиця 2

Житлові умови населення розвинутих країн та України

Країна	Кількість кімнат на особу	Країна	Кількість кімнат на особу
Канада	2,5	Велика Британія	1,9
США	2,4	Німеччина	1,8
Нова Зеландія	2,4	Японія	1,8
Бельгія	2,2	Австрія	1,6
Норвегія	2,0	Україна	0,4

За даними Держстату на одну людину станом на 2020 рік припадає в середньому 24,3 м² житлової площі. При цьому, на цей показник суттєво впливає скорочення населення країни. Протягом лише 2020 року кількість жителів України скоротилася майже на 315 тис осіб. Кількість смертей в Україні значно перевищує кількість новонароджених — 48 дітей на 100 померлих та подовжуються міграційні втрати населення. Цілком очевидно, що на демографічні проблеми впливає і проблема недоступності житла, особливо для молоді.

Колективом департаменту обстежень домогосподарств Держстату України проведені вибіркові обстеження умов життя домогосподарств в сільській і міській місцевості, які відзеркалюють терміни будівництва їх житла [2]. Результати обстеження показані на рис. 2.

Як видно з рис. 2 переважна частина житлового фонду побудована в 60—80-ті роки минулого століття в умовах діючих занижених нормативів термічного опору огорожувальних конструкцій. Біля 50 % житлових будинків побудовані в 1970—1980-ті роки, третина в 50—60-ті роки і приблизно 12 % житла — після 1991 року.

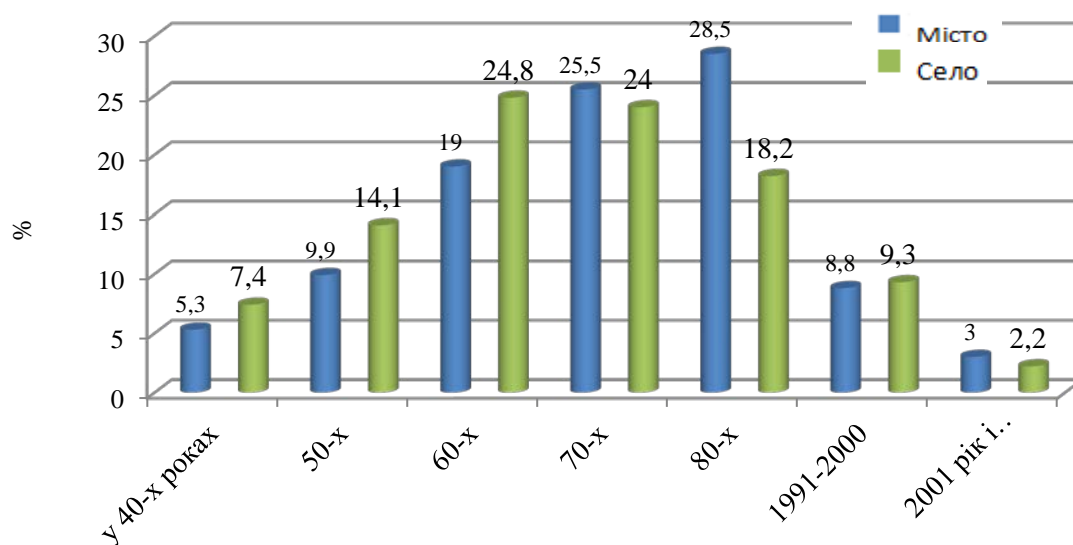


Рис. 2. Розподіл міських та сільських домогосподарств України за даними вибіркового обстеження умов життя у 2020 році з урахуванням термінів будівництва їхнього житла

На рис. 3 показана структура розподілу житлової площі за метражем міських домогосподарств.

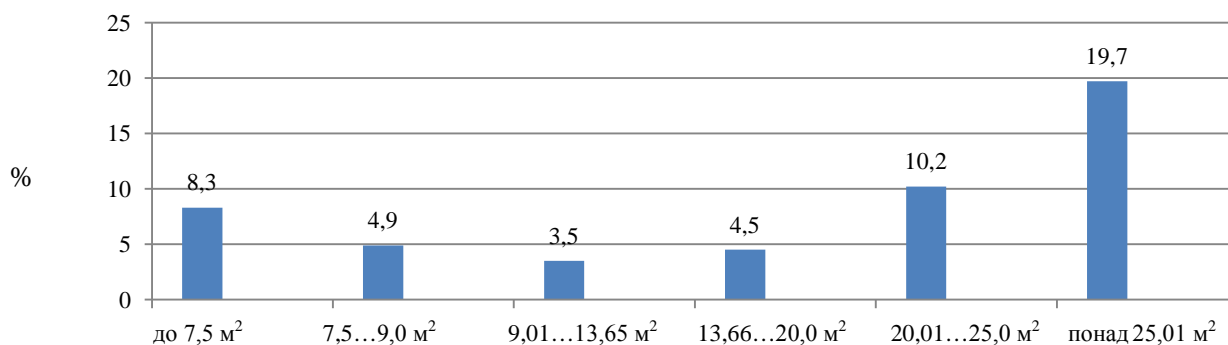


Рис. 3. Розподіл міських домогосподарств за розміром житла на одну особу

Як видно з рис. 3 рівень забезпечення населення житлом в містах з урахуванням опитування є надзвичайно низьким, лише 19,7 % жителів міст мають житлову площу 25 м² і більше на одну особу. Вибіркове обстеження свідчить і про те, що 8,3 % опитаних жителів міст мають забезпеченість до 7,5 м².

Найвищий показник забезпечення населення житлом в Україні має Київська область — 37 м² на людину, що є загальноприйнятим фактом для областей, в яких розташовані столиці. У місті Києві на одну людину припадає лише 20 м². До числа лідерів в Україні увійшли Вінницька область — 32 м², Чернігівська — 31 м², Хмельницька і Черкаська області — на одну особу там припадає 30 м². Найгірші показники забезпечення житлом мають Миколаївська — 23 м² на особу, Донецька — 13 м² та Луганська — 9 м².

Вагомим фактором у визначенні показника забезпечення населення житлом є зменшення чисельності населення, а не тільки зростання абсолютних чи відносних обсягів будівництва житла. За даними офіційної статистики це видно на прикладі кращої за показниками забезпечення житлом населення Вінницької області. Чисельність населення області в 1979 році становила 2,04 млн осіб, а станом на 2020 рік — лише 1,52 млн осіб. Чисельність населення області скоротилась практично на 25 %, а в цілому в Україні скорочення населення за цей же проміжок часу з 1979 року по 2020 рік склало лише 17 %, або скоротилось з 49,8 млн осіб. до 41,5 млн осіб. Виникає логічне питання щодо оцінки реальних досягнень в забезпеченні населення житлом в окремо взятій області.

Згідно з останніми консолідованими даними за 2018 рік в середньому в країнах Європи забезпеченість житлом становить близько 40 м² на людину. Найкращі показники забезпечення населення житлом є в країнах Північної Європи: у Норвегії, Данії і Швейцарії забезпеченість житлом ста-

новить близько 55 м², у Франції, Німеччині і Великобританії — близько 45 м² на одну людину.

На проблему низького забезпечення населення житлом додатково накладається проблема великої енергозатратності утримання застарілого житлового фонду, виробництва будівельних матеріалів, втрат теплової енергії в мережах, що в кінцевому результаті проявляється в постійному зростанні вартості комунальних послуг.

Енергозатратність утримання житла

За даними щорічного глобального дослідження Energodata, рівень енергоемності ВВП України перевищує середнє значення країн світу в 2 рази. Зокрема, до прикладу, рівень енергоемності ВВП Польщі у 2,5 разу нижчий, ніж в Україні, Німеччині — у 3,3 рази. Огороджувальні конструкції зовнішніх стін житлових будинків 1960—1980 років будувались з використанням переважно легкого бетону (керамзиту) у вигляді стінових панелей та цегли керамічної і силікатної густиною 1400...1900 кг/м³, стінових пустотних блоків, які характеризуються високим коефіцієнтом теплопровідності. Україна витрачає в 1,5 рази більше енергії на опалення одиниці площі ніж в США і приблизно в 3 рази більше ніж у Швеції.

В роботі [3] на прикладі показано «руйнівний логічний ланцюжок», який виникає в умовах відсутності державної підтримки енергозбереження. Зі зростанням цін на енергоносії кожне підприємство намагається якомога довше протриматись, воно скорочує персонал, застосовує вимушені тимчасові зупинки, внаслідок чого зростає заборгованість підприємства по заробітній платі. Відсутність обігових коштів та можливості залучення доступних кредитних ресурсів, через високий банківський відсоток, унеможливорює реалізацію енергоефективних проєктів, особливо для підприємств промисловості будівельних матеріалів. Діюча система оподаткування знецінювала для підприємства ефект від реалізації енергозберігаючого проєкту.

При цьому велика роль мала відводитись регіональним фондам енергозбереження, але через «фінансовий голод» і постійні інфляційні процеси фонди не виконали завдань, які були поставлені перед ними. [4]. Практично була знищена система домобудівних комбінатів, цегельні стаціонарні і сезонні цегельні заводи, яких налічувалось в Україні близько 1 тис. одиниць.

Основні втрати тепла будинку відбуваються через стіни (30...45 %), вентиляцію (15...25 %), дах, вікна (10...20 %), підлогу та перекриття підвальних приміщень (10...15 %), двері (1...6 %) старих будівель. При цьому в Україні на державному рівні в кращі роки масового будівництва житла не приділялось належної уваги величезним втратам енергії (до 30 %) в застарілих внутрішньо-квартальних інженерних мережах міст. Вартість таких втрат і сьогодні автоматично переноситься до тарифів оплати комунальних послуг населення.

За даними [5] термічний опір стін застарілих житлових будинків коливається в межах 0,35...0,83 (м²·К)/Вт. Нормативні вимоги опору теплопередачі оболонки будівель, що були побудовані в 60—80 роках, є практично в 3—4 рази нижчі від показників чинних ДБН 2016 року, які з великим запізненням були введені в дію лише в 2017 році. Показники нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій стін були лише наближені до європейських стандартів: для першої кліматичної зони термічний опір стін зріс до 3,3 (м²·К)/Вт, для другої кліматичної зони — до 2,8 (м²·К)/Вт. В 2021 році передбачене введення в дію нових ДБН В.2.6-31:XX, де нормативні показники термічного опору будуть збільшені на 20 %.

На сьогодні в Україні впроваджуються і інші організаційно технічні механізми, спрямовані на енергозбереження в будівництві, із залученням коштів населення та держави. Зокрема, запущено інституцію створення ОСББ, створено Фонд енергоефективності та забезпечено його фінансування, передбачена обов'язкова енергетична сертифікація житлових будинків. Станом на 1 січня 2021 року в Україні близько 6 тис. будівель отримали енергетичні сертифікати. З них майже 44 % будівель мають самий низький клас енергоефективності «G», а найвищий клас «A» лише 1,4 %.

За даними Держенергоефективності, для утеплення застарілого житлового фонду необхідно понад 800 млрд грн. Ця сума співмірна 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 кредити та відсотки на них, утеплення житлового фонду водночас неможливо.

Перед будівельною галуззю країни стоїть необхідність вирішення доленосних проблем, які впливають на розвиток економіки в цілому. До них слід віднести: утеплення існуючого житлового фонду; зростання відносних обсягів будівництва житла на першому етапі до рівня колишніх пострадянських країн і в подальшому до міжнародних стандартів; модернізацію теплових інженерних

мереж, в яких втрачається до 30 % енергії; зростання обсягів використання відновлювальних джерел енергії для утримання житлового фонду.

Враховуючи необхідність утеплення застарілого житлового фонду, зростання долі індивідуального малоповерхового житла (більше 50 %) в загальних обсягах нового будівництва, промисловість будівельних матеріалів має суттєво збільшити виробництво енергоефективних стінових і теплоізоляційних матеріалів.

Світова практика пройшла тривалий шлях по організації і відпрацюванню будівництва житла. Розвинені європейські країни, США, Канада орієнтуються на будівництво малоповерхового житла, де його доля в середньому становить 80 %. Показовим в цьому є досвід США, де в 2003 році ввели більше 250 млн м² житла, з них 230 млн м² — це індивідуальні будинки котеджного типу [6].

Розпорядженням КМУ від 29 січня 2020 року № 88-р затверджена Концепція реалізації державної політики в сфері забезпечення енергоефективності будівель та Національний план збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівня споживання енергії (НСЕБ). Протягом 2020—2030 років планується перехід на будівництво нових та реконструкцію існуючих будівель з дотриманням високих стандартів з енергоефективності й отримання будівель з наближеним до нульового рівня споживання енергії. На першому етапі протягом 2020—2025 років передбачається створення нормативно-правової бази, встановлення норм технічного регулювання, на другому етапі 2025—2030 років має відбутись перехід до обов'язкового дотримання стандартів НСЕБ. Реалізація концепції НСЕБ вимагає одночасно і відповідної ресурсної бази та впровадження ВДЕ.

Екологічні аспекти будівництва і утримання житла

Досвід розвинених європейських країн свідчить про те, що стимулом до енергомодернізації роботи підприємств є податок на викиди парникових газів. Щоб стимулювати промисловість до зменшення споживання енергії та викидів парникових газів в країнах ЄС діють високі податки на викиди вуглекислого газу. У середньому цей податок становить €30 за тону викидів CO₂. В окремих країнах ставка такого податку дуже висока: у Швеції — €40 за 1 т, у Швейцарії — €87 за 1 т викидів CO₂.

Збільшення концентрації вуглецю в атмосфері є основною причиною глобального потепління. Основним джерелом викидів вуглецю є спалювання викопних природних вуглеводів: вугілля, нафти, газу. До основних парникових газів, що підлягають моніторингу, відноситься двоокис вуглецю (CO₂), метан (CH₄), закис азоту (N₂O), гідрофторвуглець (ГФВ), перфторвуглець (ПФВ), гексафторид сірки (SF₆). За підрахунками МЕА обсяг викидів CO₂ вугільними ТЕС світу становить 1,1 кг/(кВт · год), в ЄС — 0,868 кг/(кВт · год), а за усередненими даними на застарілих вітчизняних ТЕС до 1,4 кг на 1 кВт · год.

Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» від 12.12.2019 та Постанова КБМУ від 23 вересня 2020 року № 960 «Про затвердження Порядку здійснення моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів» передбачає узгодження законодавства України зі стандартами ЄС, впровадження положення Директив № 2003/87/ЄС та № 2004/101/ЄС, а також виконання вимоги Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та Паризької угоди, яку Україна підписала в 2015 році.

Співвідношення обсягу викидів вуглецю до ВВП за рік (CO₂ у т/ВВП у \$млн) є узагальнюючим показником оцінки «зеленої економіки» [7]. Як видно з табл. 3, Україна за індексом «зеленої економіки» займає 120 місце. Для оцінювані враховується енергоефективність, витрати пального, щільність населення, структура економіки та стан кліматичної системи країни.

Податок на викиди CO₂ в Україні введено у 2011 році, він є складовою екологічного податку, його ставка була символічною — від 0,26 грн до 0,41 грн за тону викидів CO₂ і цей податок «розчинявся» в бюджеті країни. З 1 січня 2019 року ставка податку зросла у 24,4 рази, до 10 грн за тону викидів. Розглядається варіант поступового щорічного зростання цього податку на 5 грн, і досягнення його розмірів до 2024 року до 30 грн за тону. У 2020 році у Верховній Раді зареєстровані законопроекти про запровадження Державного фонду декарбонізації та збільшення ставки податку на CO₂. Платниками податку за викиди CO₂ будуть суб'єкти господарювання, які мають викиди більше 500 т в рік. Передбачається, що 50 % податку за викиди парникових газів в Україні буде спрямовуватись на підтримку енергозбереження, декарбонізацію, а решта — надходитиме в державний бюджет.

Порівняльні глобальні індекси зеленої економіки і індекси низьковуглецевої економіки

Глобальний індекс «зеленої» економіки (2018 р.)			Індекс низьковуглецевої економіки (2019 р.)		
Рейтинг	Країна (територія)	Результат	Рейтинг	Країна	Інтенсивність викидів вуглецю
1	Швеція	0,7608	1	Франція	107
2	Швейцарія	0,7594	2	Велика Британія	128
3	Ісландія	0,7129	3	Італія	131
4	Норвегія	0,7031	4	Бразилія	137
5	Фінляндія	0,6997	5	Індонезія	154
6	Німеччина	0,6890	16	Саудівська Аравія	365
7	Данія	0,6800	17	Китай	378
8	Тайвань	0,6669	18	Південна Корея	387
9	Австрія	0,6479	19	Росія	402
10	Франція	0,6405	20	ПАР	519
120	Україна	0,3813	—	—	—

За даними Спільного дослідницького центру Єврокомісії Україна у 2019 році продовжила скорочувати викиди CO₂. В 2019 році викиди склали 196 млн т, в 2018-му вони були на рівні 203 млн т, а у 1990 році — 783 млн т. Якщо в 2020 році викиди на душу населення становили майже 4,5 т на рік, то у 1990 році вони перевищували 15 т. В країнах ЄС разом з Великобританією середній показник становив 6,5 т.

Оскільки промисловість України витрачає значно більше енергоресурсів для створення одиниці продукції, а будівельна галузь потребує на утримання житлового фонду в 2...2,5 рази більше енергії ніж в країнах ЄС, то введення високого екологічного податку несе певні ризики негативного впливу на економіку країни. Продукція вітчизняних підприємств може стати менш конкурентоспроможною на зовнішніх ринках європейських країн.

Структурні зміни виробництва стінових матеріалів

Висока енергетична складова в собівартості будівельних матеріалів привела до кардинальних змін структури виробництва саме стінових будівельних матеріалів. На сьогодні традиційні стінові матеріали (цегла, керамзитобетон) через високу енергомісткість виробництва та низьку енергоефективність на стадії експлуатації практично зникли з будівельного ринку України. При цьому, аналогічні тенденції відбуваються і в інших пострадянських країн, які багаті на вуглеводи (РФ, Казахстан).

За даними офіційної статистики виробництво традиційної глиняної цегли в Україні скоротилось з 10,2 млрд шт. в 1991 році до 0,87 млрд шт. в 2019 році, практично в 12 раз. Ще більші темпи падіння виробництва відбулись у виробництві керамзиту. З раніше працюючих майже 20 керамзитових заводів в Україні «на плаву» залишилося тільки 4 і ті працюють не ритмічно, в Білорусії — 2, в Росії обсяг виробництва керамзиту скоротився в 11 разів, тобто з 38 млн м³ у 1990 році до 3,4 млн м³ у 2011 році [8].

Багаторічний досвід виробництва автоклавного газобетону показав, що енерговитрати на його виробництво становлять 320 кВт · год/м³, при виробництві повнотілої цегли потрібно 900 кВт · год/м³, пустотної — 600 кВт · год/м³ [9].

Вирішальна роль у задоволенні зростаючих потреб в стінових енергоефективних матеріалах сучасного будівництва в доступній для огляду перспективі належить саме автоклавному газобетону. Його виробництво не тільки найшвидше відродилось після системної кризи перехідного періоду у всіх пострадянських країнах за рахунок зарубіжних і вітчизняних інвесторів, але і зросло в рази.

В табл. 4 подані порівняльні експлуатаційні показники традиційної цегли і автоклавного газобетону. Найвагомим аргументом вибору стінового матеріалу є його ціна.

Порівняльні фізико-механічні і експлуатаційні показники цегли і автоклавного газобетону

Показники	Цегла			Газобетон	
	глиняна повнотіла	пустотна (40 %)	силікатна	D400	D300
Густина, кг/м ³	1500...1800	1200...1400	1700...1900	400	300
Міцність на стиск, кгс/см ²	M100—175	M100—175	M100—200	C2,0	C1,5
Теплопровідність, Вт/м · °С	0,6...0,7	0,33...0,45	0,8...1,15	0,13	0,09
Морозостійкість, циклів	F50—75	F50—75	F35	F100	F100
Водопоглинання, %	8...10	8...10	11...14	22	20

Якщо порівняти основні будівельні матеріали за енергоємністю виробництва, то самим енергоємним матеріалом є сталь, для виробництва 1 т якої потрібно 32290 МДж теплової енергії, а для виробництва 1 т портландцементу — в 8, цегли — в 12, залізобетону — в 16, важкого бетону — в 23, автоклавного бетону — в 25 разів менше. Газобетон містить більше 80 % повітря, теплопровідність цього матеріалу в 6...7 разів нижча ніж цегли. Автоклавний газобетон є ідеальним матеріалом для будівництва малоповерхового і висотного каркасно-монолітного житла, особливо для країн які мають низьке забезпечення населення житлом. Надзвичайно важлива роль при цьому відводиться ціновому фактору.

Питома вага автоклавного газобетону в структурі стінових матеріалів європейських країн становить 40...60 % [10]. З 2000 по 2020 рік обсяг виробництва автоклавного газобетону в Україні зріс в 40 разів, з 100 тис. м³ до 4 млн м³, а його питома вага в структурі стінових матеріалів збільшилась до 53 %.

За загальними обсягами виробництва автоклавного газобетону Україна вийшла на 4 місце в Європі після Росії, Туреччини і Польщі. В 2020 році Україна вийшла на рівень виробництва автоклавного газобетону близько 100 м³/особу в рік (рис. 4), то в країнах Східної Європи виробляється до 150 м³/особу в рік і більше, а Білорусія є світовим лідером за відносними показниками виробництва автоклавного газобетону — близько 320 м³/особу в рік. В 2014 році Білорусія виробила 3,2 млн м³ газобетону, що більше 50 % обсягів автоклавного газобетону, які виробляв весь Радянський Союз в 1990 році. За даними Всеукраїнської асоціації виробників автоклавного газобетону планується протягом 2—3 років будівництво ще двох заводів у західній частині України загальною потужністю 1,45 млн м³ в рік, за таких умов Україна вийде на відносні обсяги виробництва автоклавного газобетону на рівень Польщі.

Майже 30 років поспіль Білорусь є експортером газобетону в Росію і Україну. Експортером автоклавного газобетону в Україну були: Польща, Німеччина, Туреччина.

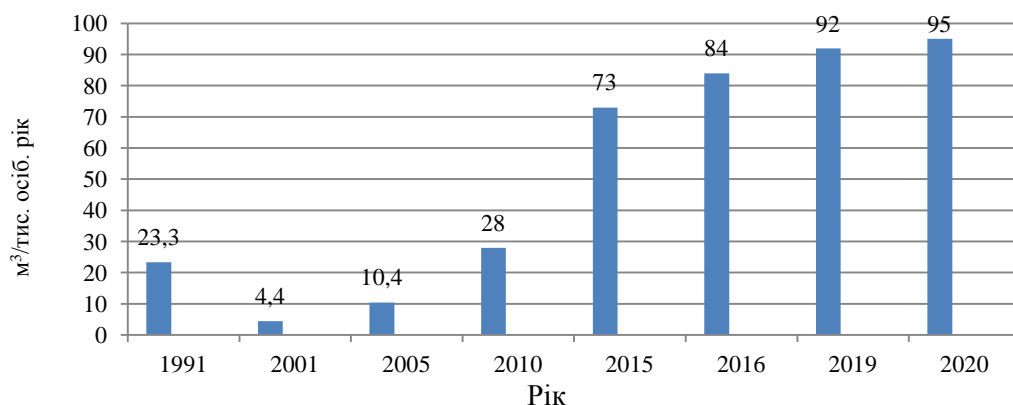


Рис. 4. Динаміка відносних обсягів виробництва автоклавного газобетону в Україні

За даними досліджень Transparency Market Research, глобальний ринок автоклавного газобетону з 2016 року по 2024 рік ринок буде зростати на рівні CAGR (середньорічний темп зростання з урахуванням складного відсотка) 7,3 %. Аналітичне агентство [11] з дослідження ринку, що об'єднує професіоналів в області світової інформації про ринки, включає 1700 дослідницьких груп з 81 країни, подало свій прогноз зростання обсягу світового ринку автоклавного газобетону. Згідно з цим прогнозом обсяг його світового ринку зросте з \$18,8 млрд в 2020 році до \$25,2 млрд до 2025 року за середньорічного темпу зростання 6,0 % в період з 2020 по 2025 рік.

Важливим є і те, що в цьому матеріалі поєднуються теплоізоляційні і конструкційні властивості, а для його виробництва використовуються доступні сировинні матеріали: пісок, цемент, вапно і алюмінієва пудра. Після завершення експлуатації будівель автоклавний газобетон може бути повністю перероблений для повторного використання. На стадії експлуатації газобетон низької щільності дозволяє знизити вартість фундаментів на 30 %, енерговитрати на опалення — до 35 %, транспортні витрати — на 30 %, вартість житла — до 20 % [12].

Світовий досвід виробництва автоклавного газобетону постійно спрямований на зниження його щільності зі збереженням міцності. Якщо на момент розпаду СРСР вироби з газобетону мали середню щільність 643 кг/м^3 [13], то на сьогодні це $400\text{--}500 \text{ кг/м}^3$, кращі європейські компанії виготовляють газобетон густиною 300 кг/м^3 з класом міцності C1,5 (2,5 МПа). В Україні єдиним виробником газобетону густиною 300 кг/м^3 є компанія «Аерок». Стіна завтовшки 300 мм має несучу здатність близько 16 т на погонний метр, а цього достатньо для зведення триповерхових індивідуальних будинків.

Зменшення щільності стінових блоків з 600 кг/м^3 до 300 кг/м^3 забезпечує значний енергоекологічний ефект. В процесі виготовлення газобетонних блоків меншої щільності значно зменшуються витрати сировини, наприклад, $568,3 \text{ кг}$ на 1 м^3 газобетону за щільності 600 кг/м^3 до $276,7 \text{ кг}$ за щільності 300 кг/м^3 , тобто витрати сировини скорочується на 51 %. Крім того, виробництво таких стінових блоків є менш енергоємне. За теплової обробки виробів тривалість їх витримки в автоклаві може бути скорочена на 1,5—2 години [14].

Використання теплоізоляційного газобетону щільністю $100\text{--}150 \text{ кг/м}^3$ для зовнішнього і внутрішнього утеплення стін дозволяє стіновій конструкції «дихати», швидше віддавати вологу і інтенсифікувати процеси висушування стін. На сьогодні в Європі основними виробниками теплоізоляційного газобетону є німецька компанія «Multipor Xella» (D100), в Україні компанія «Аерок» (D150), в Росії компанія «BONOLIT group» (D200), в Туреччині компанія «EGE Gazbeton» (D150 і D200). Переваги мінеральної теплоізоляції і в тому, що на відміну від полімерної, вона потенційно не може виділяти шкідливих викидів в процесі експлуатації будівлі. Після прийняття в 2021 році нового ДБН В.2.6-31: «Теплова ізоляція і енергоефективність будівель» і підвищення нормативних показників термічного опору огорожувальних конструкцій будівель на 20 % зі збільшенням ширини стінової конструкції з автоклавного газобетону марки D300 з 300 мм до 375 мм, така стіна не буде вимагати додаткового утеплення, а за умови влаштування двошарової стіни (D300 + D150) огорожувальна стіна відповідатиме вимогам «пасивної» будівлі.

Висновки

За загальними обсягами будівництва житла протягом 30 років незалежності Україна так і не вийшла на стабільний показник 50 % обсягів будівництва «рекордного» 1987 року, а за відносними показниками будівництва ($\text{м}^2/\text{особу}$ в рік) Україна практично в 2,5—3 рази поступається сусіднім країнам. Середня забезпеченість населення житлом становить $24,5 \text{ м}^2$, що в рази нижче ніж в європейських країнах.

Висока енерговитратність утримання застарілого житлового фонду призводить до зростання енергетичної залежності країни та непродуктивних викидів парникових газів. Утеплення існуючого житлового фонду та будівництво нового житла потребує зростання обсягів виробництва енергоефективних стінових матеріалів, які є ефективними на стадії їх виробництва та експлуатації. Введення екологічного податку на викиди вуглекислого газу та зростання його розміру більше ніж в 24 рази сприятиме раціональнішому використанню енергоносіїв, зменшенню викидів парникових газів та виконанню вимог Паризької конвенції, яку Україна підписала в 2015 році.

Енергоекологічні складові розвитку промисловості будівельних матеріалів та ціновий фактор на енергоносії в Україні призвели до витіснення з будівельного ринку традиційних стінових матеріалів автоклавним газобетоном, який став основним стіновим конструкційно-теплоізоляційним матеріалом. Його доля в структурі стінових матеріалів в 2020 році склала 53 %.

Використання автоклавного газобетону марки D300 та D400 відповідає Концепції реалізації державної політики в сфері забезпечення енергоефективності будівель та Національному плану збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівня споживання енергії (НСЕБ). Такі будівлі повинні мати рівень енергоефективності не нижче рівня мінімальних вимог з енергоефективності (клас «С»), а понад 50 % енергозабезпечення має здійснюватися завдяки відновлювальним джерелам енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] В. М. Новіков, «Удосконалення фінансування житлового будівництва», *Демографія та соціальна економіка*, № 3, с. 86-99, 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/dse>.
- [2] Департамент обстежень домогосподарств Держстату, «Статистика будівництва житла 2020. Соціально-демографічні характеристики домогосподарств України у 2020 році», відп. за вип. І. І. Осипова, *Статистичний збірник*. Київ, 2020, с. 30.
- [3] Т. В. Сердюк, і С. Ю. Франішина, «Комерційна привабливість та державна підтримка інвестицій в енергозбереження: вітчизняний досвід», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 2, с. 46-51, 2011.
- [4] Т. В. Сердюк, і С. Ю. Франішина, «Організаційно-функціональні засади діяльності регіональних фондів енергозбереження», *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету*, вип. 25, ч. 2, с. 119-123, 2010.
- [5] А. В. Фош, «Термомодернізація будівель — ресурс енергозбереження в будівництві», *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*, вип. № 65, с. 137-141, 2016.
- [6] Е. Ю. Бондаренко, Л. В. Іваненко, «Зарубежный опыт организации малоэтажного строительства», *Основы экономики, управления и права*, № 2 (8), с. 43-53, 2013.
- [7] Про системи оцінки та виміру «Зеленої економіки». [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://ecology-ua.com/news/pro-systemy-ocinky-ta-vymiru-zelenoyi-ekonomiky>.
- [8] В. М. Горин, «Применение керамзитобетона в строительстве – путь к энерго- и ресурсоэффективности, безопасности зданий и сооружений», *Строительные материалы*, № 8, с. 8-10, 2010.
- [9] В. П. Вылегжанин, и В. А. Пинскер, «Автоклавный газобетон для строительства экономичного и экологичного жилья» *Журнал Строительные материалы*. № 8, с. 8-11, 2009.
- [10] В. Р. Сердюк, і Д. Г. Рудченко, «Шляхи зменшення енергетичної та екологічної складової у виробництві автоклавного газобетону», *Вісник Вінницького політехнічного інституту* № 2, с. 20-26, 2020.
- [11] «Рынок автоклавного аэрированного бетона (AAC)», *Research And Markets.com*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.researchandmarkets.com/r/6fmcuz>.
- [12] Т. А. Ухова, и Л. И. Тарасова, «Ячеистый бетон — эффективный материал для однослойных ограждающих конструкций жилых зданий», *Строительные материалы, TECHNOLOGY*, № 11, с. 19-20, 2003.
- [13] В. В. Коровкевич, и др. *Малоэтажные дома из ячеистых бетонов. Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации*. Ленинград: ЛенЗНИИЭП, 1989, 284 с.
- [14] Клаус Бонеманн, «WERNHANN в странах СНГ и Балтии: более 35 заводов за десять лет», *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века*, № 8, с. 41-43, 2014.

Рекомендована кафедрою будівництва, міського господарства та архітектури ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 31.05.2021

Сердюк Тетяна Василівна — канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, e-mail: serdyuktanya@gmail.com ;

Франішина Світлана Юрївна — інженер кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, e-mail: fransveta50@gmail.com ;

Сердюк Василь Романович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, e-mail: vasromvs@gmail.com .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Рудченко Дмитро Геннадійович — канд. техн. наук, генеральний директор, e-mail: aeroc@aeroc.ua .
ТОВ «Аерок»

T. V. Serdiuk¹
S. Yu. Franyshyna¹
V. R. Serdiuk¹
D. G. Rudchenko²

The Influence of Energy and Ecological Components on Housing and Production of Wall Building Materials

¹Vinnitsia National Technical University;

²LLC "Aerok"

The aim of the article is to study the current state of housing construction, providing the population with housing in the new energy and environmental conditions of construction and production of energy-efficient wall materials. The dynamics of total and relative volumes of housing construction is given. Ukraine shows a significant lag behind neighboring countries in the relative volume of housing construction. There has been conducted the analysis of the growth of housing provision due to the relative volume of housing construction and population reduction. It is noted that the reduction of energy consumption in the construction sector is due to the need for thermal modernization of the existing obsolete housing stock, built in the

70—80s of the last century and the construction of new housing using modern wall materials. It is shown that reducing the use of fossil fuels reduces greenhouse gas emissions, which are responsible for rising temperatures. There has been carried out the comparative analysis of carbon dioxide emissions in Ukraine and European countries. The environmental tax on carbon dioxide emissions is seen as a tool for the economical use of energy resources. There have been considered the current trends in the production of autoclaved aerated concrete, the share of which in the structure of wall materials has increased to 53 %. Comparative indicators of physical and mechanical properties of wall materials are given. The relevance of harmonization of Ukrainian legislation with EU standards is shown. The main directions of prospects for growth of production of autoclaved aerated concrete brand D300 for the construction of houses close to zero energy consumption are formulated.

Keywords: housing construction, housing provision, ecology, energy efficiency, wall materials, autoclaved aerated concrete.

Serdiuk Tetiana V. — Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Construction, Municipal Economy and Architecture, e-mail: serdyuktanya@gmail.com ;

Franyshyna Svitlana Yu. — Engineer of the Chair of Construction, Municipal Economy and Architecture, e-mail: fransveta50@gmail.com ;

Serdiuk Vasyl R. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Construction, Municipal Economy and Architecture, e-mail: vasromvs@gmail.com ;

Rudchenko Dmytro G. — Cand. Sc. (Eng.), General Director, e-mail: aeroc@aeroc.ua

Т. В. Сердюк¹
С. Ю. Франишина¹
В. Р. Сердюк¹
Д. Г. Рудченко²

Влияние энерго-экологических составляющих на строительство жилья и производство стеновых строительных материалов

¹Вінницький національний технічний університет;

²ООО «Аэрок»

Целью статьи является исследование современного состояния жилищного строительства, обеспечения населения жильем в новых энерго-экологических условиях строительства и производства стеновых энергоэффективных материалов. Приведена динамика общих и относительных объемов строительства жилья. Показано значительное отставание Украины от соседних стран в относительных объемах строительства жилья. Проведенный анализ роста обеспечения населения жильем за счет относительных объемов строительства жилья и сокращения численности населения. Отмечено, что уменьшение энергопотребления в строительном секторе связано с необходимостью термомодернизации существующего устаревшего жилого фонда, построенного в 70—80 годы прошлого века, и строительством нового жилья с использованием современных стеновых материалов. Показано, что уменьшение использования ископаемого топлива обеспечивает сокращение выбросов парниковых газов. Проведен сравнительный анализ выбросов углекислого газа в Украине и европейских странах. Экологический налог на выбросы углекислого газа рассматривается как инструмент экономного использования энергетических ресурсов. Рассмотрены современные тенденции производства автоклавного газобетона, удельная доля которого в структуре стеновых материалов возросла до 53 %. Приведенные сравнительные показатели физико-механических свойств стеновых материалов. Показана актуальность согласования законодательства Украины со стандартами ЕС. Сформулированы основные направления перспектив роста производства автоклавного газобетона марки D300 для строительства домов, приближенных к нулевому потреблению тепловой энергии.

Ключевые слова: жилищное строительство, обеспечение населения жильем, экология, энергоэффективность, стеновые материалы, автоклавный газобетон.

Сердюк Татьяна Васильевна — канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, e-mail: serdyuktanya@gmail.com ;

Франишина Светлана Юриевна — инженер кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, e-mail: fransveta50@gmail.com ;

Сердюк Василий Романович — д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, e-mail: vasromvs@gmail.com ;

Рудченко Дмитрий Геннадиевич — канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Аэрок», e-mail: aeroc@aeroc.ua