УДК 692

О.М. Антонюк[1]
О.В. Шулаков[1]
В.Р. Сердюк[1]

ЗЕЛЕНІ ПОКРІВЛІ ЯК ІНОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ ЗАПОБІГАННЯ ГЛОБАЛЬНОМУ ПОТЕПЛІННЮ

[1]Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджені загальні проблеми та наведені аргументи необхідності переходу до зеленого будівництва. Будівельна галузь залишається одним з найбільших споживачів енергетичних ресурсів і як наслідок, залишається джерелом великих викидів парникових газів. На глобальному рівні це приводить до зростання температури на планеті. Показано, що наряду зі зростанням нормативних вимог термічного опору оболонки будівлі, використанням ефективних будівельних матеріалів і технологій саме зелені покрівлі являються універсальним технічним рішення, яке вирішує одночасно декілька енерго-екологічних проблем сучасного будівництва.

Ключові слова: енергозбереження в будівництві, нормативна база, парникові гази, теплі стіни, зелена покрівля.

Abstract

General problems are studied and arguments for the need to transition to green construction are given. The construction industry remains one of the largest consumers of energy resources and, as a result, remains a source of large greenhouse gas emissions. At the global level, this leads to an increase in the temperature of the planet. It is shown that along with the growth of regulatory requirements for the thermal resistance of the building envelope, the use of effective building materials and technologies, green roofs are a universal technical solution that simultaneously solves several energy-ecological problems of modern construction.

Key words: energy saving in construction, regulatory framework, greenhouse gases, warm walls, green roof.

Вступ

У всьому світі будівлі споживають близько 40% загальної первинної енергії, в ЄС до 36% від загальної суми викидів CO_2 надходять з будівель, а в США житлові та комерційні будівлі споживають до 70% електроенергії та 39% доступної загальної первинної енергії. Саме тому будівельна галузь зберігає великі резерви енергозбереження та зменшення викидів парникових газів. [1].

За даними Національного у правління океанічних та атмосферних досліджень США (NOAA) в травні 2022 року зареєстровано новий світовий рекорд концентрації CO_2 в атмосфері, він склав 421 мільйонну частку. Востаннє Земля стикалася з таким рівнем концентрації CO_2 близько 4 млн років тому, коли рівень моря був на 5–25 метрів вищим за сучасний, а ліси покривали значну частину арктичної тундри [2].

Україна у 2022 році зайняла 52 місце із індексом 49,60 у рейтингу екологічної ефективності, поступившись більшості країн ЄС. Протягом 2012-2022 років індекс екологічної ефективності України зріс на 6,20. Такі тенденції дають сподівання, що рух до екологічності та енергонезалежності продовжиться, незважаючи на військову агресію росії до України. Разом з тим, е нергоємність ВВП в Україні в рази перевищує аналогічний показник країн ЄС, а надмірне спалюванн я вуглеводів збільшує енергетичну залежність країни та супроводжується викидами парникових газів .

Результати дослідження

У світі налічується понад мільярд будівель, і їх негативний потенціал впливу на довкілля супроводжується через: вилучення 17% всієї прісної води; використання 25% усієї вирубаної деревини; споживання 40 % усієї сировини, 67 % усієї електрики; утворення майже 50 % усіх твердих побутових відходів та 33% всіх викидів вуглекислого газу[3].

Експерти неурядових європейських організацій (DARA group та Climate Vulnerable Forum) зазначають, що якщо потепління збереже свою швидкість, то до 2030 року воно обернеться скороченням річного світового ВВП на 3,2%, а у найменш розвинених країнах збитки становитимуть до 11% рівня ВВП (рис.1). За даними [4].

до 2100 року втрати світової економіки по названі причині можуть становити 20% від світового ВВП.

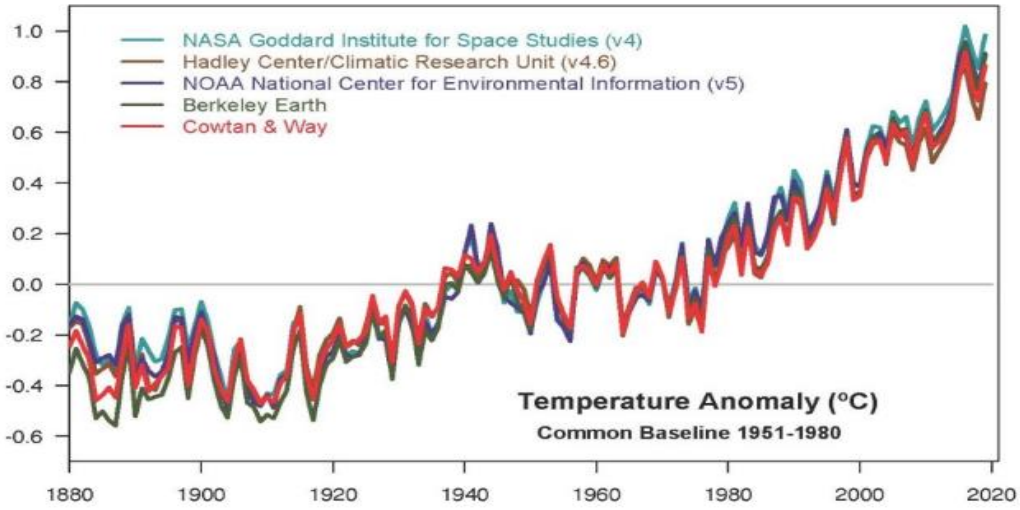


Рис. 1. Середньорічні зміни середньої глобальної температури Землі.

Країни-учасниці Паризької хартії, прийнятої 12 грудня 2015 року, домовилися не допустити підвищення середньої температури на планеті до 2100 року більш ніж на 2 ºС порівняно з індустріальною епохою і насамперед скоротити емісію CO_2. Це автоматично означає необхідність зменшення спалювання обсягів викопних вуглеводів.

Цілком очевидно, що свій внесок у скорочення викидів CO_2 повинні збільшити передусім і будівельний і транспортний сектор економіки. Починаючи ще з 70-х років минулого століття в усьому світі почала активно досліджуватись тема енергозбереження в будівництві. Поштовхом для цього, в тому числі, стала світова енергетична криза 1974 року, а концепція "сталого розвитку" прискорила позитивні тенденції у розвитку енергоефективного будівництва житла.

Зменшення втрат теплової енергії через стіни будинків забезпечує додаткове утеплення та використання енергоефективних конструкційно-теплоізоляційних і теплоізоляційних автоклавних га зобетонів (АГБ). За останні 30 років на сучасних заводах середня щільність АГБ знизилася приблизно з 700-900 до 300-500 кг/м^3, а кращі європейські і українські компанії виробляють газобетон щільністю 300-400 кг/м^3 з класом міцності С1,5 та С2,5 та теплоізоляцію густиною 115-150 кг/м^3. З 2000 по 2022 рік обсяг виробництва АГБ в Україні зріс в 46 раз, і Україна за загальними обсягами його виробництва, потіснивши Німеччину вийшла на 4 місце в Європі. Зокрема, доля АГБ в структурі стінових матеріалів зросла до 60%, Україна, потіснивши Німеччину, за загальними обсягами виробництва вийшла на 4 місце в Європі[5].

Термін зелена економіка, зелена енергетика, зелене будівництво стали широко вживаними і поширеними. Зокрема, зелене будівництво спрямовано на забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх, створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям, забезпеченню відкритості, безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст і населених пунктів, вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та його наслідками [6].

Досвід розвинених європейських країн свідчить, що найбільш дієвим механізмом зниження обсягів споживаного викопного палива (кам'яне вугілля, нафта, природний газ) та викидів парникових газів є нарощування обсягів використання ВДЕ. На зниження викидів парникових газів суттєво впливає дієве та тривале оподаткування викидів парникових газів. По аналогії з країнами ЄС Україна в 2019 році збільшила податки на викиди CO_2 майже на 25 раз, в 2020 році ще в 3 рази – до 30 грн / т. CO_2. Але величина навіть збільшеного податку є не співрозмірна з показниками європейських країн. В країнах ЄС на сьогодні податок в середньому становить 50-70 євро/т CO_2. ПроєктLow Carbon Ukrainey своєму дослідженні зазначає що для досягнення успіху,Україні необхідно починати з розміру величини податку від 4,2 євро/т CO_2 з перспективою збі льшення ставки до 39 євро/т CO_2 у 2030 році.

В 2022 році черговий раз введені в дію нові ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», в яких термічний опір стін, вікон, підлоги та покрівлі збільшений

на 20% по відношенню до нормативних показників ДБН В.2.6-31:2016 . Знаходять широке поширенн я мало енергоємні на стадії виробництва та енергоефективні на стадії експлуатації відносно нові стін ові матеріали, які стрімко витісняють з будівельного ринку традиційні енергозатратні керамічну цегл у та керамзитобетон.

Широке поширення в світі набула англійська система міжнародної зеленої сертифікації, яка була розроблена в 1990 році, як метод оцінки екологічної ефективності будівель BREEAM. Особливістю цього стандарту є його здатність гнучко змінювати специфіку проектів у тій чи іншій країні.
Американська система LEED (розроблена в 1993 році) - це стандарт «зеленого» будівництва для вимірювання енергоефективності та екологічності проектів і будівель.
Німецькою радою з питань сталого будівництва була розроблена система сертифікації DGNB, як інструмент для проектування та оцінки якості будівель.

Енергозбереження досягається у зв'язку з підвищенням теплоізоляційних властивостей зеленої покрівлі. До можливих шляхів вирішення енергозбереження будівель та споруд належать

- технології зелених покрівель,
- енергоефективні системи вентиляції,
- сучасні огороджувальні конструкції з високими показниками теплозахисту,
- нетрадиційні відновлювані джерела енергії,
- енергоефективні системи освітлення та ін.

Енергоефективність та скорочення витрат у процесі експлуатації зелених покрівель реалізуються за рахунок зниження тепловтрат через зовнішнє покриття. Інноваційна технологія зелених покрівель привертає все більшу увагу у зв'язку з забезпеченням низки позитивних ефектів.
Тому технологія облаштування рослинних дахів стала дуже популярною. Зелена покрівля – це багаторівневий покрівельний пиріг, на якому можна вирощувати невибагливі красиві газони або навіть розбити справжній сад. Сьогодні зелені покрівлі своїми руками облаштовують не лише на даху приватного будинку у сільській місцевості, а й на багатоповерхівках.

Зелена покрівля забезпечує зменшення втрат тепла в зимній період через кілька додаткових шарів теплоізоляції, а влітку витрати на охолодження будинку зменшуються на 15-20%. Вона поглинає шум, причому ґрунт поглинає низькі частоти, а рослини – високі, затримує дощову воду і зменшує навантаження на очисні споруди міст, оскільки рослини, розташовані на даху, здатні поглинати до 70% опадів. Зростає довговічність покрівлі, оскільки шар рослинності захищає власне дах від впливу зовнішніх факторів. Якщо він правильно спроектований і побудований, то термін його експлуатації становить 20-50 років. Рослини на даху, як і будь-які рослини, сприяють очищенню повітря. Дослідження показують, що концентрація пилу зменшується на 25% під час облаштування зеленого даху. Підвищує безпеку під час пожеж – вогонь не так швидко поширюється.

Озеленення дахів можна поділяють на два типи - інтенсивний та екстенсивний (табл.1). Незважаючи на фінансову вигоду використання створення озеленення залишається відносно дорогим процесом. Наприклад, в США квадратний метр зеленого даху коштує 120-180 доларів, у Європі 20-50 євро. До недоліків зеленої покрівлі можна віднести те, що не кожна будівля може бути обладнана зеленим дахом, а додаткове навантаження та додаткове їх зміцнення потребує певних витрат. При цьому зелена покрівля не вимагає особливих витрат при утриманні, але потребує певного догляду. Догляд може включати внесення добрив в грунтовий шару, частіше це необхідно квітам і сукулентам, як правило, «зелені килими» цього не вимагають [7].

За даними ООН третина загальних антропогенних викидів CO_2 є результатом вирубки лісів для потреб будівництва. Зелена рослинність забезпечує людству існування та стабілізацію клімату шляхом консервації вуглецю (поглинання CO_2) і сонячної енергії у процесі фотосинтезу. Фотосинтез відіграє визначальну роль у кругообігу вуглецю в природі. Це надзвичайно важли-вий і складний процес, який включає довгу послідовність біохімічних реакцій, що відбуваються в рослинах за участю вуглекислого газу, води та світла.

Кругообіг вуглецю відбувається при спалювання рослинних продуктів та викопних видів палива шляхом окислення вуглецю з утворенням CO_2 та теплової енергії

$$C + O_2 \rightarrow \text{спалювання} = CO_2 + \text{теплова енергія} \quad (1)$$

Таблиця 1. Загальна характеристика озеленення зелених покрівель.

Види озеленення зелених покрівель	
Екстенсивне	Інтенсивне
Не передбачає постійного перебування людей на даху.	Дозволяє створити повноцінний сад на даху із зонами доступними для пішоходів та транспортних засобів.
Невелика різноманітність рослин.	Необмежена різноманітність рослин, кущів і навіть дерев.
Не вимагає особливого догляду і практично не вимагає поливу.	Потрібний догляд як за повноцінним садом.
Не вимагає частого технічного обслуговування.	Потребує високого рівня технічного обслуговування.
Дозволяє створювати дахи з різним кутом нахилу.	Дозволяє розміщувати на даху клумби, чагарники, зони відпочинку, альтанки та інше.
Невелика вага.	Середня та велика вага.
Відмінне рішення для вже збудованих будівель.	Розробляються на етапі проектування будівлі.
Економний варіант. Невисока вартість.	Престижно. Висока вартість.

За даними [8] щорічно 1 га 20-річного соснового насадження поглинає 9,35 т CO_2 вуглекислоти і виділяє 7,25 т кисню, а 60-річного - 14,4 т вуглекислоти і 10,9 т кисню. За рік 40-річні діброви поглинають 18 т вуглекислоти і виділяють 13,9 т кисню.

В європейських країнах, зокрема в Німеччині озеленено до 10% всіх дахів, в інших країн ах, включаючи Австрію, Італію, Нідерланди, Норвегію, Швецію, Швейцарію та Великобританію, існують асоціації, які активно просувають ідею озеленення дахів. У Канаді та в США зелені дахи також стають популярними. У рамках реалізації програми президента України «Зелена країна»вже висаджено 155 млн саджанців, продовжується озеленення країни та передбачається будівництво нових сучасних селекційно-насіневих центрів для вирощування посадкового матеріалу на майбутні роки.

Посадка кущів, дерев, озеленення стін і дахів є не тільки визнаним напрямком дизайну ландшафту але і природним механізмом поліпшення екології. У деяких європейських країнахдах із озелененням зараховується забудовнику у загальну площу озеленення території, а власники будинків із неозелененими дахами сплачують додаткові податки. В Японії початок 21 століття ознаменувався прийняттям закону про обов'язкове озеленення всіх дахів площею понад 100 м^2, 20 % поверхні даху площею від 250 м^2 та 10 % даху площею понад 1000 м^2[9].

Визначальним аргументом щодо необхідності зменшення викидів вуглекислого газу є розробка та впровадження ЄС програми Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Якою передбачено механізм встановлення тарифів на імпортовані до ЄС товари, виробництво яких пов'язане з надмірними викидами вуглецю. Європейська Рада прийняла рішення про прогресивне посилення правил CBAM протягом 10 років між 2026 та 2035, що може привести до втрати конкурентності продукції українських виробників.

Україна взяла на себе зобов'язання з досягнення вуглецевої нейтральності до 2060 року та проголосила підтримку Європейського зеленого курсу, який має на меті звести баланс викидів до нуля до 2050 року. До 2030 року переглянутий Національно-визначений внесок (NDC2) встановлює мету зі зменшення викидів парникових газів у всіх галузях економіки принаймні до 35% рівня 1990 року.

Висновки

Постійне зростання цін на енергоносії в Україні потребує впровадження низки енергоефективних рішень, спрямованих на зменшення використання викопних видів палива. При цьому особливо важливу роль належить будівельні галузі.

Зростання податку на викиди парникових газів, відповідно до досвіду країн ЄС, являється дієвим механізмом енергозбереження.

По аналогії з країнами світу в Україні мають бути розроблені зелені стандарти та впроваджена зелена сертифікація будинків. Міжнародні зобов'язання України щодо досягнення вуглецевої нейтральності до 2060 року та підтримка Європейського зеленого курсу в більшій мірі стосуються нового будівництва та утримання житлового фонду.

Зелена покрівля є перспективним напрямком в сфері захисту житлового фонду України. Вона дозволяє покращити мікроклімат в середині будинку, екологічний стан навколишньої території, забезпечити економію енергії на утримання будинку, утилізувати викиди парникових газів та забезпечити інші переваги утриманні житлового фонду, що сьогодні є актуальним питанням.

.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Fesanghary M. Design of lowe mission and energyefficient residential building susing a multi objective op timization algorithm / M. Fesanghary, S. Asadi, Z. W. Geem // Building and Environment. - №49. 2012. - P. 245-250.
2. Рівні CO_2 атмосфери у травні та чотири мільйони років тому зрівнялися, [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://nauka.ua/news/rivni-co2-v-atmosferi-dosyagli-pokaznika-chotiroh-miljoniv-rokiv-tomu.
3. Бенуж А.А., Колчигин М.А. Анализ концепции зеленого строительства как механизма по обеспече нию экологической безопасности строительной деятельности // Вестник МГСУ. – 2012. - № 12. – С. 161- 165.
4. Корзун В.А. Изменения климата: причины, прогнозы, возможные последствия для мировой эконом ики. - М.: ИМЭМО РАН, 2012. - 61с.
5. Сердюк В. Р., Рудченко Д. Г. Шляхи зменшення енергетичної та екологічної складової у виробницт ві автоклавного газобетону. Вісник ВПІ. 2020. №2. –С.20-26.
6. Цілі сталого розвитку 2016—2030. Режим доступу: ttp://www.un.org.ua/ua/tsili rozvytkutysiacholittia/tsilistalohorozvytku.
7. Гринцова О.В., Гришина А.А., Озеленение крыш многоэтажных зданий и коттеджей. Электронны й ресурс. file: ozelenenie-krysh-mnogoetazhnyh-zdaniy-i-kottedzhey (1).pdf –С.128-130.
8. Лес в современном мире / Н.П. Анучин, В.Т. Атрохин, Т.И. Воробьев, Н.А. Моисеев и др.– М. : Издательствоо "Лесная промышленность", 1978. – 400 с.
9. Сердюк В.Р., Сердюк Т.В., Франишина С.Ю, Підвищення ролі будівельної галузі в зменшенні глобального потепління. Вісник ВПІ. 2022. №5. – С.6–15.

Олександр Миколайович Антонюк – студент групи Б-21м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: profwind1985@gmail.com;

Шулаков Олександр Володимирович – студент групи Б-21м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vntuedub21mz@gmail.com;

Василь Романович Сердюк — д-р техн. наук, професор, кафедра будівництва міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Oleksandr Mykolayovych Antonyuk is a student of group B-21m, Faculty of Construction, Civil Engineering and of environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:profwind1985@gmail.com;

Oleksandr Volodymyrovych Shulakov – student of group B-21m, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntuedub21mz@gmail.com;

Vasyl Romanovych Serdyuk — Dr. Tech. Sciences, professor, department of construction of urban economy and architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.