УДК 693; 691

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2020.37.6>

Новомлинець О.О.

д.т.н., доцент, професор кафедри технологій зварювання та будівництва,
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

Олексієнко С.В.

к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій зварювання та будівництва,
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

Ющенко С.М.

к.т.н., доцент кафедри технологій зварювання та будівництва,
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

Нагорна І.В.

асистент кафедри технологій зварювання та будівництва,
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

Анотація. Екологічно чисте будівництво з'явилося порівняно недавно, однак за останні 15–20 років воно динамічно розвивається та набуває дедалі більшої популярності у всьому світі. Причиною цього стало те, що нові технології та промислова діяльність людини призвела до суттєвого погіршення екологічного стану всієї планети. Постійне забруднення повітря шкідливими викидами, використання небезпечних матеріалів, нераціональне використання енергоресурсів або користування неякісними джерелами енергоресурсів – все це фактори, що мають накопичувальну здатність негативно впливати на навколишнє середовище і життя людей.

В Україні екологічний стан знаходиться в незадовільному стані. При цьому будівництво і житлово-комунальне господарство є найбільш енергоємним сектором національної економіки. Тому екологічно-чисте будівництво є важливим фактором розвитку інфраструктури. Процес екологічно-чистого будівництва на кожному етапі зведення будівлі чи споруди має бути обґрунтованим, доцільним, використовувати екологічні матеріали та відповідати цільовому призначенню будівлі або споруди. Тому технологічні рішення, що забезпечують екологічність будівництва, є вкрай важливими та актуальними.

У процесі вибору екологічних та енергетично вигідних конструкцій та матеріалів особливу увагу необхідно звертати на теплоізоляцію зовнішньої оболонки будівлі, герметичність вікон та дверей, використання сонячної енергії, дотримання належної якості внутрішнього повітря і середовища в приміщеннях, збереження тепла у масивних конструктивних частинах будівлі, використання будівельних матеріалів, виготовлення, експлуатація та утилізація яких не спричиняє шкоди навколишньому середовищу.

Метою роботи є огляд наявних технологій екологічного будівництва, аналіз факторів, що впливають на його ефективність, та визначення перспективних напрямів розвитку екологічного будівництва в Україні.

У результаті роботи розглянуто види вітчизняних екологічних технологій будівництва та приклади сучасних українських екологічних будинків. Визначено деякі перспективи розвитку екологічного будівництва в Україні.

Ключові слова: технологія, навколишнє середовище, екологічне будівництво, екологічні матеріали, енергоефективність.

Постановка проблеми. Сучасна світова екологічна ситуація змушує людство де-

далі більше замислюватися про збереження здоров'я та забезпечення екологічних умов

життя. Внаслідок швидких темпів технічного прогресу удосконалюються виробничі процеси, модернізується техніка, стрімко розвиваються нові технології в найрізноманітніших галузях, у тому числі в будівництві.

У результаті суттєво підвищується забруднення навколишнього середовища та збільшується ризик виникнення екологічних проблем. Тобто, до наявного впливу шкідливих та небезпечних факторів природного походження додаються численні фактори, пов'язані з діяльністю людини. Крім того, внаслідок використання штучних будівельних матеріалів, виробництво яких пов'язане зі шкідливими викидами як в атмосферу, так і безпосередньо в будівлі, показники індикаторів забруднення всередині приміщень можуть бути в кілька разів вище, ніж зовні.

У зв'язку з цим актуальності набуває екологічно чисте будівництво (екобудівництво, «зелене» будівництво), тобто будівництво із застосуванням екологічних матеріалів, зі зниженим рівнем споживання енергетичних та матеріально-технічних ресурсів та завданням мінімального впливу на природне середовище та здоров'я людини.

Аналіз останніх досліджень. Питання екологічно чистого будівництва розглядається в роботах таких вітчизняних науковців, як Л.Г. Мельник, Б.В. Буркінський, О.В. Прокопенко, О.В. Садченко, П.В. Тархова, Г.О. Білявський, М.М. Биченок, А.В. Гриценко та інших. Проте проблема формування екологічно спрямованої діяльності в галузі будівництва залишається мало висвітленою у літературі [1–3].

В Україні як на державному рівні, так і на рівні пересічних громадян не вистачає організованості та чіткої спрямованості в цьому питанні. Основні державні нормативні документи, що стосуються цієї галузі, системного бачення щодо напрямів економічного будівництва не надають [1–4]. Ще одним стримуючим фактором для забудовників є те, що вартість екологічного будівництва на 30% більше, ніж вартість традиційного будівництва. Тому нині напрям екобудівництва знаходиться на початковій стадії розвитку, і його масштаби в рамках держави є незначними [3; 4].

Мета роботи – провести огляд сучасних технологій екологічно чистого будівництва України, проаналізувати необхідні вимоги до них та позначити перспективні напрями їх розвитку.

Результати досліджень. Ефективність екологічно чистого будівництва залежить від якісного підходу до технології на всіх етапах будівельного процесу, починаючи від вибору і підготовки території та закінчуючи зовнішнім оформленням.

Вибір екологічно чистого місця. Місце під будівництво екобудинку має задовольняти таким вимогам: віддаленість від промислових підприємств, залізниць, магістралей, аеропортів та інших об'єктів, які можуть спричинити забруднення повітря, шуми та вібрації; відсутність у найближчій місцевості високовольтних ліній електропередач як джерела електромагнітних хвиль; достатня освітлюваність території сонцем; показники чистоти води, повітря і ґрунту мають знаходитися в допустимих нормах; площа земельної ділянки має відповідати розмірам майбутнього будинку разом із господарськими будівлями; бажаним є близьке розташування зелених масивів та водойм.

Вибір матеріалу для фундаменту. Від фундаменту як відправної точки при зведенні будівлі залежить, перш за все, надійність та довговічність всієї будівлі. Екологічних матеріалів для фундаментів на будівельному ринку є небагато. Ідеальним поєднанням ціни та якості є пальово-ростверковий фундамент, що виготовляється з арматури, піску, руберойду та екструдованого пінополістиролу. Перевагою такого фундаменту є те, що його можна влаштовувати на ґрунтах будь-якого типу. Для більш важких будинків краще використовувати монолітну плиту. Доволі новим видом фундаменту є незнімна опалубка, яка виконує функцію як безпосередньо опалубки, так і теплоізолятора. Цей вид фундаменту не піддається впливу води, не вимагає теплоізоляції, характеризується довговічністю, але є досить дорогим.

Найбільш екологічні матеріали для будівництва стін. У той час як для фундаментів вибір матеріалів досить обмежений, для стін на будівельному ринку пропонується широкий асортимент. У процесі проведення екологічно чистого будівництва матеріали варто розглядати, перш за все, за їх екологічною чистотою, беручи до уваги їх функціональні характеристики.

З екологічних матеріалів на першому місці традиційно знаходиться деревина. Найбільш комфортними матеріалами для дерев'яних стін за санітарно-гігієнічними вимогами

є хвойні породи дерев. Однак у процесі їх використання варто враховувати такі недоліки деревини, як недовговічність, низька пожежобезпечність, схильність до появи шкідників та піддавання впливу вологи.

Друге місце серед екоматеріалів займають пористі бетони, зокрема газобетон. Для його виробництва використовують вапно, воду, цемент та кварцовий пісок. Це теплий, легкий і порівняно недорогий матеріал.

До матеріалів натурального походження належить також керамоблок. Виготовляють його, як і звичайну цеглу, з глини, однак наявність пор всередині керамоблока забезпечує вищий опір теплопередачі.

Останнім часом для будівництва стін активно використовують солому. Стіни при цьому виконуються з дерев'яного каркасу, який набивається соломою. Така конструкція, заштукатурена глиною, надійно утримує тепло в будинку, що дає змогу суттєво заощадити на опаленні. Також будинок із соломи відрізняється особливою міцністю та довговічністю.

Покрівля – захист і екологічність. Дах має виконувати кілька функцій: захищати будинок від атмосферних опадів та механічних пошкоджень, забезпечувати утеплення та природну вентиляцію, завершувати естетичний вигляд будинку. Традиційно найкращими екологічними матеріалами для покрівлі даху вважаються керамічна черепиця, гонт, очерет, а також дерен (зелена покрівля). Черепичний дах характеризується шумоізоляцією, стійкістю до корозії, стійкістю до морозу, естетичністю, а завдяки наявній пористості випаровується зайва волога. Особливо з натуральних покрівель виділяється дерен завдяки своїй оригінальності, можливості створення додаткових площ, додаткової теплоізоляції та озеленення даху. Такі матеріали, як гонт, очерет та дерен, у сучасному будівництві використовуються переважно під час створення елітного житла.

Вікна. Для забезпечення енергоефективності будинку вікна мають бути прозорими, великих розмірів та зі склопакетами. Звичайно, ідеальним екологічним матеріалом для вікон є дерево, але це досить дорогий варіант, який може дозволити собі не кожен забудовник. Більш бюджетним енергоефективним варіантом є сучасні ПВХ вікна, які досить безпечні для людини, надійні і практичні. Вони швидко встановлюються і зручні в експлуатації, але поступаються в екологічності.

Екологічно чисте будівництво характеризується використанням таких особливих технологій [4–8]:

1) зниження втрат тепла вентиляційної системи шляхом установки рекуператорів. Рекуперація тепла допомагає суттєво скоротити витрати енергії на опалювання житла. Рекуператори призначені для виведення із помешкання забрудненого повітря і наповнення його свіжим, вуличним. За рахунок рекуператорів можна досягти істотного енергозбереження;

2) використання сонячної енергії. Є два способи використання сонячної енергії: пасивний і активний. Пасивний спосіб передбачає застосування спеціальних будівельних технологій та правильної орієнтації будівлі, що дає змогу максимально використовувати енергію сонця для обігріву та освітлення будівлі. Активне використання сонячної енергії, своєю чергою, поділяється на два види: сонячні батареї (перетворюють сонячну енергію на електричну) та сонячні колектори (перетворюють сонячну енергію на теплову);

3) використання енергії з вітрових електростанцій. Вітрогенератори – це вітряні двигуни, що дають змогу перетворювати енергію вітру на електричну. У наш час з'явилися невеликі вітряні електростанції для будинку, які можна застосовувати як у замських котеджах, так і в міських квартирах;

4) збирання дощової і талої води. Для збору рідини накопичувальний резервуар підключають до водостічної системи покрівлі, з якої і буде стікати вода. Сам накопичувач може бути підземним або наземним. Наземні баки розміщують, як на вулиці, так і в приміщеннях. Зібрану воду найпростіше використовувати для поливу садових рослин.

Відомо кілька прикладів екобудинків на території України, зведених із використанням вище згаданих технологій.

Приклади еко-будинків в Україні. На будівельному ринку екологічні будинки представлені п'ятьма відомими компаніями [9–14].

Будинок OptimaHouse від компанії «Доступне житло» [10]. Будівництво такого будинку відбувається за каркасною технологією (дерев'яний каркас заводського виробництва з теплоізоляційними матеріалами всередині). Енергоефективність цього будинку передбачає використання для опалення систему з теплового насоса з сонячними панелями та колекторами на даху будівлі, призначе-

ними для підігріву води. Додаткової економії електричної енергії дають змогу досягти система природного освітлення та прозорі двері, фасадні і мансардні вікна. Порівняно зі звичайними будинками таких самих розмірів OptimaHouse споживає на 65% менше енергії за рік.

Солом'яний будинок сучасності від компанії «LifeHouseBuilding» [11]. Такий будинок передбачає технологію виготовлення стінових панелей із доступного органічного матеріалу – соломи. Екобудинок із соломи може бути виконаний із використанням каркасних та безкаркасних технологій. У першому випадку попередньо зводиться каркас із дерева (рідше – з металу). Ця технологія є дещо дорожчою, але будинок виходить більш надійним. Другий варіант передбачає зведення житла одразу зі спресованих солом'яних блоків.

«Канадський будиночок» від компанії «Ecorap» [12]. Ця компанія використовує панельно-каркасну технологією, яка ще називається SIP-технологією (від англ. «structural insulated panel» – структурна ізоляційна панель). Будинок складається, подібно до конструктора, з SIP-панелей, які являють собою міцну та утеплену монолітну тришарову конструкцію, що складається з двох дерев'яних плит OSB із шаром висоцільного пінополістиролу між ними. «Екопан» використовує в будівництві панелі завтовшки 7–20 см. Будинки отримали назву канадських, оскільки в таких будинках проживає більшість населення Канади, Норвегії, Фінляндії, Швеції та Аляски. Такі будинки пристосовані до суворого клімату і є значно теплішими за будівлі з цегли, газобетону та дерева.

Пасивний будинок від компанії «Neoacre» [13]. Харківська компанія «Неоаскре» пропонує не просто енергоефективне житло, а так званий пасивний будинок. Ідея «пасивного» помешкання народилася у Німеччині ще у 1990-х роках і набирає неабиякої популярності у світі. В Україні перший пасивний екобудинок («Дім Сонця») був збудований у 2008 році. Для будівництва, як правило,

вибираються традиційні екологічні матеріали: дерево, камінь, цегла. Такі будинки мають високоякісну теплоізоляцію та герметичну оболонку, а енергія для їх утримання виробляється з альтернативних джерел. Таким чином забезпечується повна незалежність від постачальників енергоносіїв.

Автономний будинок від компанії «PassivDom» [14]. Ще одним яскравим прикладом пасивного будинку є PassivDom, спроектований за модульним принципом. Відмінність такого будинку в тому, що він є абсолютно автономним і не залежить від зовнішніх джерел енергопостачання. Він оснащений власною системою водопостачання, в тому числі, й очищення води. Помешкання забезпечується енергією завдяки сонячним панелям на даху. Такий будинок не потребує фундаменту, а його каркас друкується на 3D-принтері. Для PassivDom використовують довговічні матеріали: карбонове волокно, скловолокно та поліуретан. Керування температурою, освітленням, сигналізацією здійснюється через додаток на смартфоні.

Висновки. «Зелене» будівництво є двигуном інноваційного розвитку, який сприяє формуванню здорового суспільства, поліпшення якості життя та стану навколишнього середовища.

Розвиток будівельних технологій в Україні набирає обертів, пропонуючи як вітчизняні, так і іноземні перспективні методи екобудівництва. Серед вже запропонованих на ринку екобудинків є варіанти, які можуть задовольнити потреби різних споживачів, однак їх вартість залишається високою.

Перспективи подальшого розвитку технологій «зеленого» будівництва залежать від державної політики в цій сфері. Якщо завдання екологічно чистого будівництва поставити як одне з пріоритетних для розвитку країни та здійснювати його комплексне впровадження в будівельне виробництво, то в найближчі роки це дасть змогу отримати чималі заощадження та забезпечити комфортні умови життя для людей.

Література

1. Машненко К.А. Проблеми та перспективи розвитку України як екологічної держави. *Державне управління та місцеве самоврядування*. 2016. Вип. 3 (30). С. 22–26. URL: [http://www.dridu.dp.ua/vidavnictvo/2016/2016_03\(30\)/5.pdf](http://www.dridu.dp.ua/vidavnictvo/2016/2016_03(30)/5.pdf).
2. Мащенко С.О., Вовк М.С., Алієв Р.А. Теорія та методологія «зеленого будівництва». *Економічний простір*. 2016. № 113. С. 220–230.
3. Зосименко Т.І., Слободянюк О.Р. Стан та перспективи розвитку зеленого будівництва в Україні. *Зелене*

- будівництво* : Матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв. 2019. С. 16–18. URL: http://aggr.tech/wp-content/uploads/2019/11/KNUBA_zbirka.pdf.
4. Цигичко С.П. Екологія в архітектурі і містобудуванні : навч. посібник / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків, 2012. 146 с. URL: <http://eprints.kname.edu.ua/>.
 5. Савицький М.В., Бендерський Ю.Б., Бабенко М.М. Оцінка технологічних параметрів об'єктів будівництва. *Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво)* / ПолтНТУ. 2014. Вип. 3 (42). Т. 1. С. 144–149. URL: http://znp.nupp.edu.ua/files/archive/ua/2014/42_1/144-149.pdf.
 6. Ровенчак Т.Г., Колос Д.С. Проблеми та шляхи впровадження екологічних технологій в будівництві. *XLV Наук.-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання*. 2016. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/10742>.
 7. Шовкопляс С., Борщ В. Вентиляція з рекуперацією – важлива складова сучасного будинку. URL: <https://aw-therm.com.ua/sistemi-ventilyacii-z-rekuperaciyeyu/>
 8. Використання сонячної енергії. Альтернативна енергетика України. 2018. URL: <https://eenergy.com.ua/baza-znan/vykorystannya-sonyachnoyi-energiyi/>.
 9. Абасова С. Будинки майбутнього: хто і як створює енергоефективне житло в Україні. *Економічна правда*. 2017. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2017/02/24/621932/>.
 10. Офіційний сайт компанії «Доступне житло». URL: <https://www.dostupnezhitlo.com.ua/special/optimahouse/>.
 11. Офіційний сайт компанії «Life House Building». URL: <http://lhb.com.ua/>.
 12. Офіційний сайт компанії «Ecopan». URL: <https://ecopanua.com/>.
 13. Офіційний сайт компанії «Neoacre». URL: <http://neoacre.com/>.
 14. Офіційний сайт компанії «PassivDom». URL: <http://ua.passivdom.com/>.

References

1. Mashnenkov K.A. Problemy ta perspektyvy rozvytku Ukrainy yak ekolohichnoi derzhavy. *Derzhavne upravlinnia ta mistseve*. 2016. Вип. 3 (30). С. 22–26. URL: [http://www.dridu.dp.ua/vidavnytstvo/2016/2016_03\(30\)/5.pdf](http://www.dridu.dp.ua/vidavnytstvo/2016/2016_03(30)/5.pdf).
2. Mashchenko S.O., Vovk M.S., Aliiev R.A. Teoriia ta metodolohiia «zelenoho budivnytstva». *Ekonomichnyi prostir*. 2016. № 113. Р. 220–230.
3. Zosymenko T.I., Slobodianuk O.R. Stan ta perspektyvy rozvytku zelenoho budivnytstva v Ukraini. *Zelene budivnytstvo: Materialy I Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii*. Mykolaiv. 2019. Р. 16–18. ISBN 978-617-7472-50-5. URL: http://aggr.tech/wp-content/uploads/2019/11/KNUBA_zbirka.pdf.
4. Tsyhychko S.P. Ekolohiia v arhitekturi i mistobuduvanni: tutorial / Kharkivska natsionalna akademiia miskoho hospodarstva. 2012. 146 p. URL: <http://eprints.kname.edu.ua/>.
5. Savytskui M.V., Benderskui Yu.B., Babenko M.M. Otsinka tehnolohichykh parametiriv obiektiv budivnytstva. *Zbirnyk naukovykh prats (haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo)* / Poltavskiy NTU. 2014. №. 3 (42). Т. 1. Р. 144–149. URL: http://znp.nupp.edu.ua/files/archive/ua/2014/42_1/144-149.pdf.
6. Rovenchak T.H., Kolos D.S. Problemy ta shliahy vprovadzhenia ekotehnolohii v budivnytstvi. *XLV Naukovo-tehnichna konferentsiia fakultetu budivnytstva, teploenerhetyky ta hazopostachannia*. 2016. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/10742>.
7. Shovkopliash S., Borchsh B. Ventyliatsiia z rekuperatsiieiu – vazhlyva skladova suchasnoho budynku. URL: <https://aw-therm.com.ua/sistemi-ventilyacii-z-rekuperaciyeyu/>
8. Vykorystannia soniachnoi enerhii. *Alternatyvna enerhetyka Ukrainy*. 2018. URL: <https://eenergy.com.ua/baza-znan/vykorystannya-sonyachnoyi-energiyi/>.
9. Abasova S. Budynky maibutnoho: hto i yak stvoriue enerhoefektyvne zhytlo v Ukraini. *Ekonomichna pravda*. 2017. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2017/02/24/621932/>.
10. Ofitsiinyi sait kompanii «Dostupne zhytlo». URL: <https://www.dostupnezhitlo.com.ua/special/optimahouse/>.
11. Ofitsiinyi sait kompanii «Life House Building». URL: <http://lhb.com.ua/>.
12. Ofitsiinyi sait kompanii «Ecopan». URL: <https://ecopanua.com/>.
13. Ofitsiinyi sait kompanii «Neoacre». URL: <http://neoacre.com/>.
14. Ofitsiinyi sait kompanii «PassivDom». URL: <http://ua.passivdom.com/>.

DEVELOPMENT PROSPECTS OF ECOLOGICALLY SAFE CONSTRUCTION IN UKRAINE

Abstract. *Ecologically safe construction has been appeared recently, however it develops during last 15–20 years develops dynamically and gets popularity in all of the world. The reason is that new technologies and industrial activity resulted in considerable worsening of ecological conditions on the entire planet. Permanent pollutions by harmful emissions, usage of dangerous materials, irrational exploitation of energy resources or use of low-quality energy resources – all these factors*

have accumulative capability to have a negative influence on environment and men life. There is unsatisfactory ecological conditions in Ukraine. At the same time, construction and house-building are the most power-consuming sectors of national economics. Therefore, ecologically safe construction is the important factor of infrastructure.

Ecologically safe construction process on every stage of building erection must be well-founded, expedient, must use ecological materials and correspond to purpose-oriented destination of building. In this connection, technological decisions concerning ecological construction is extremely imported and actual.

Choosing ecological and energy expedient structures it is necessary to take into consideration: heat insulation of external building part; hermeticity of windows and doors; solar energy using; abundance appropriate quality of inner milieu of apartments; heat preservation in massive structural building parts; using such building materials, production, exploitation and utilization of which do not harm to environment.

The aim of the work is the review of present ecological construction technologies, analysis of factors that have an influence on its effectiveness and also determination prospective trends of eco-building development in Ukraine.

As a result, the types of national ecological construction technologies and examples of modern Ukrainian ecological houses have been considered. Some prospective of ecological construction development in Ukraine has been determined.

Key words: *technology, environment, ecological construction, ecological materials, energy effectiveness.*

Novomlynets O.O.

Doct. in Tech. Sc., Associate Professor at the Department of Welding Technologies and Construction, National University Chernihiv Polytechnic, Chernihiv

Oleksiienko S.V.

Ph.D, Associate Professor at the Department of Welding Technologies and Construction, National University Chernihiv Polytechnic, Chernihiv

Yushchenko S.M.

Ph.D, Associate Professor at the Department of Welding Technologies and Construction, National University Chernihiv Polytechnic, Chernihiv

Nahorna I.V.

Assistant Lecturer at the Department of Welding Technologies and Construction, National University Chernihiv Polytechnic, Chernihiv