

**Куницький С. О., к.т.н.** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: s.o.kunytskyi@nuwm.edu.ua), **Чорна І. В., к.т.н.,** e-mail: slipikshop@gmail.com, **Сасовський Т. А., к.т.н.** (ВСП «Рівненський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», м. Рівне, e-mail: tarik\_work777@ukr.net)

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗВИПАЛЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У ЕКО-БУДІВНИЦТВІ**

**В роботі представлені осучаснені технології виробництва безвипалювальних будівельних матеріалів з місцевої сировини, еко-матеріалів та виробів для зменшення викидів парникових газів за рахунок зниження об'ємів використаного цементного в'язучого, що відповідає напрямку «декарбонізації» енергетики України.**

**Ключові слова:** енергоефективність; пасивна будівля; костриця; саман; декарбонізація; викиди вуглекислого газу.

**Вступ.** Енергоспоживання будівлі стало домінуючим критерієм якості проекту на стадії проектування енергоефективних будівель. Основним пріоритетом є економія енергії та енергоощадні рішення для підвищення якісних показників мікроклімату в приміщеннях будівлі. При цьому якість мікроклімату виходить на перший план порівняно із енергозбереженням [1; 2; 3].

Дослідженням проблем зеленого будівництва займалися зарубіжні та вітчизняні фахівці: Самер [4], Н. Бібік [5], Е. Конлон [6], Р. Кларк, М. Реймерс, Д. Колос, Т. Ровенчак, Л. Мельник та ін.

**Постановка мети і задач дослідження.** Проектування і будівництво енергоефективних будівель є пріоритетним напрямком довгострокової стратегії будівництва, збалансованого розвитку паливно-енергетичного комплексу, енергозберігаючих технологій виробництва інженерного обладнання і матеріалів, теплоізоляційних будівельних конструкцій, нових архітектурних і планувальних рішень.

Головною метою статті є аналітика технологій виробництва безвипалювальних будівельних матеріалів з місцевої сировини, еко-матеріалів та виробів для зменшення викидів парникових газів.

Задачі статті: вивчення теоретичних та практичних аспектів зеленого будівництва в зарубіжних країнах і адаптації їхнього досвіду до вітчизняних умов з використанням будівельних матеріалів з місцевої сировини.

**З огляду на наявний стан розвитку зеленого будівництва в Україні, актуальним є вивчення теоретичних та практичних аспектів зеленого будівництва в зарубіжних країнах і адаптації їхнього досвіду до вітчизняних умов.** Відповідно до Європейської класифікації будівлі залежно від рівня енергоспоживання поділяються на:

- старі будівлі, що побудовані до 1970-х років (в Україні до 2007 року) і вимагають для свого опалення та охолодження близько 300 кВт·год/м<sup>2</sup>;

- нові будівлі, які будувалися в Європі з 1970-х до 2002 року (в Україні до 2016 року) – 150 кВт·год/м<sup>2</sup>;

- будівлі низького споживання енергії (з 2002 року в Європі не дозволено зведення будівель з великим енергоспоживанням) – 60 кВт·год/м<sup>2</sup>;

- пасивні будівлі (прийнято закон, за яким з 2019 року в Європі не можна зводити будівлі за стандартами нижче ніж пасивний будинок) – 15 кВт·год/м<sup>2</sup>;

- будівлі нульової енергії (архітектурно має ті ж стандарти, що й пасивні будівлі, але інженерно оснащені так, щоб споживати виключно тільки ту енергію, яку самі й виробляють) – 0 кВт·год/м<sup>2</sup>;

- будівлі та енергія, які за допомогою встановленого на них інженерного обладнання – сонячних батарей, колекторів, теплових насосів, рекуператорів та інших виробляють більше енергії ніж самі споживають.

Пасивна будівля (passive building) – будівля, в якій передбачені спеціальні засоби для використання нетрадиційних (відновлюваних) джерел енергії, що суттєво знижує споживання енергії від традиційних джерел. Автором ідеї пасивної будівлі є Вольфганг Файст (м. Дармштадт, Німеччина).

Показники вартості будинків, споруджених за різними технологіями, наведено в таблиці.

**Національним планом дій з енергоефективності до 2020 року передбачено сприяти залученню інвестицій у будівництво споруд, в яких майже нульове споживання енергії.** Крім того, як Національним планом з енергоефективності, так і проектом Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», який імплементує європейську

Директиву 2010/31/ЕС, передбачено розроблення національного плану дій щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового споживанням енергії. Цими документами заплановано щорічне збільшення на 3% частки будівель з майже нульовим споживанням енергії [7].

Таблиця  
Порівняння вартості будинків, споруджених за різними технологіями

Тип будинку	Стандартний	Низькоенергетичний	Пасивний
Житлова площа, м <sup>2</sup>	130,4	130,4	130,4
Щорічна потреба в енергії для опалення, кВт·год/м <sup>2</sup>	123,0	44,7	13,7
Вартість будівництва, євро	78401	89955	108448
Вартість житлової площі, грн/м <sup>2</sup>	18000	22000	26600
Щорічна потреба в енергії для ГВП, кВт·год	3721	1861	1861
Система опалення та ГВП	Газовий котел	Газовий конденсаційний котел, сонячний колектор	Компактна опалювальна установка, сонячний колектор
Щорічна вартість опалення та ГВП, грн	32540	10200	6570

Як загальноєвропейська, так і національні програми у сфері енергоефективності, розробляються в рамках реалізації Кіотських угод 1997 р. та Концепції ЄС «20/20/20», які передбачають збільшення частки поновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у загальному обсязі енергоспоживання Євросоюзу і підвищення ефективності використання енергії до 20% до 2020 р.

Нова Енергетична Стратегія ЄС до 2050 р. (EU 2050 Energy Strategy) пріоритетними напрямками у сфері енергетики визначила: створення панєвропейського об'єданого енергетичного ринку; зростання обсягу власного виробництва енергії; лідерство Європи у питаннях енергетичних технологій та інновацій; посилення позицій ЄС на зовнішніх енергетичних ринках; поширення екологічних вимог до

енергоспоживання.

Конкретні орієнтири розвитку європейської енергетики передбачають збільшення на 27% енергоефективності та зростання до 70% відновлюваних джерел енергії. До 2030 р. очікується збільшення валового національного продукту на 79% при зниженні енергоспоживання на 7% до 2050 р., що дозволить знизити темпи росту середньої температури атмосферного повітря у зв'язку з прямолінійною залежністю об'ємів викидів CO<sub>2</sub> [8].

«Декарбонізація енергетики України» є ключовим розділом стратегії низьковуглецевого розвитку, оскільки частка енергетичного сектору у загальних обсягах викидів парникових газів сягає 65%, а разом із викидами вуглецю, що утворюється в секторі «Промислові процеси», частка досягає 82%. Основними джерелами викидів вуглекислого газу при виробництві цементу є прямі викиди від процесу декарбонізації (50%), спалювання палива (40%) та непрямі викиди пов'язані зі споживанням електроенергії (10%). При цьому на 1 т портландцементного клінкеру приймаються викиди CO<sub>2</sub> на рівні 0,865 т [9]. Тому для зменшення об'ємів спожитої енергії, використання надлишків енергії, зменшення необхідності в штучному охолодженні (опаленні), забезпечення високоефективними системами управління мікрокліматом та іншими системами, слід детально дослідити ефективність використання вторинної сировини, що дасть змогу зменшити питому вагу цементного в'язучого у складі будівельних матеріалів та виробів.

**Результати дослідження.** З метою зниження рівня емісії вуглекислого газу запропоновано дорожню карту низькоемісійної економіки в цементній галузі, яка передбачає п'ять паралельних напрямів скорочення CO<sub>2</sub>: ефективне використання сировинної бази, оптимальне використання електроенергії, вловлювання CO<sub>2</sub>, підвищення ефективності використання бетону. Розширення бази цементозаміщувальних матеріалів є найдешевшим методом зменшення викидів оксиду вуглецю у цементній галузі відповідно до розрахунку максимального потенціалу для усіх п'яти паралельних напрямів дорожньої карти вартістю менше 60 євро/т CO<sub>2</sub> без прогнозу, яка технологія матиме найбільший вплив у цьому процесі. За останні 10 років перехід від мокрого способу виробництва цементу до сухого, розвиток альтернативних видів палива і виробництво цементів із вмістом цементозаміщувальних матеріалів суттєво скоротили викиди CO<sub>2</sub>, але для

максимального результату потрібно знизити коефіцієнт клінкер-фактор.

Відповідно до ДСТУ Б EN 197-1:2015 в цементах II типу вміст ЦЗМ становить 6–35 масових %. Заміна портландцементного клінкеру добавками гідравлічної і пуцоланічної дії у кількості 36–80 масових % відповідає композиційному цементу СЕМ V. Цей тип цементу має вирішити проблеми шлакопортландцементів (низька розмелювальна здатність, сповільнені терміни тужавіння, повільна кінетика наростання міцності в ранні терміни тверднення в нормальних умовах, низька морозостійкість бетонів і розчинів на його основі) і пуцоланових цементів (підвищена водопотреба, низька морозостійкість). Необхідною умовою для низьоклінкерних цементів є збільшення питомої поверхні до рівня портландцементів СЕМ I 52,5R, тобто 4500 см<sup>2</sup>/г і більше.

Переробка великомасштабних відходів, що складуються і займають чималі площі, забруднюючи навколишнє середовище, вимагає наявності розвинутої мережі підприємств, які реалізовуватимуть сучасні технології по виготовленню енергоефективних виробів. Науково-технічне вдосконалення в сфері будівництва будівель і споруд не може обійтися без використання новітніх матеріалів, які відповідають таким параметрам, як екологічність, легкість, технологічність, низька теплопровідність, висока хімічна стійкість. В питаннях енергоефективності та «зелених» технологій Україна суттєво відстає від інших європейських країн, хоча певні позитивні тенденції все ж намітилися. У словосполучення «зелені» будівельні матеріали вкладається кілька значень, умовно їх можна розділити на дві великі підгрупи: органічні і енергоефективні.

До «зелених» органічних матеріалів висувається дві основні вимоги. Перше – це перероблені матеріали повторного застосування. Другий параметр – екологічність. «Багато виробників підганяють під термін «зелені» всі матеріали, виготовлені з природної, екологічно чистої сировини. Але у класичному розумінні «зелені» будматеріали – це матеріали, що виготовляються з поновлюваної природної (органічної) сировини і матеріалів, з «нульовими», або мінімальними викидами вуглекислого газу при їх виготовленні.

До «еко» також відносять ті матеріали, які підвищують показники енергоефективності будівлі. Основними завданнями «зеленого» будівництва є скорочення сукупного (за весь життєвий цикл будівлі) згубного впливу на здоров'я людини і навколишнє середови-

ще, зниження навантажень на регіональні енергетичні мережі, зниження витрат на утримання споруд та конструкцій нового будівництва.

Зростання попиту на економічно та енергетично ефективне будівництво пояснюється потребою забезпечення здорового та збалансованого клімату приміщень.

Для досягнення мінімального застосування цементу при виготовленні будівельних виробів і матеріалів, на заміну цементостружковим плитам та цементному фіброліту приходять осучаснені технології виготовлення саманової цегли, корсобетону. Все більше будівельних компаній освоюють технологію зведення каркасних будинків із солом'яними панелями (рисунок), блоками на основі промислових (технічних) конопель, бамбуку, втрамбованого ґрунту, грибного міцелію тощо.



Рисунок. Каркасне будівництво із солом'яними панелями

Оштукатурені глиняним розчином солом'яні панелі, обумовлюють їх високу пожежну безпеку (протистояння відкритого вогню  $900\text{--}1000^\circ\text{C}$ , протягом більше 1 години), а також є неперевершеним антисептиком і антистатиком, в порівнянні з іншими будівельними матеріалами з використанням відходів деревообробки [10].

Солом'яні панелі застосовуються для зведення індивідуальних житлових будинків мають високі теплоізоляційні характеристики: коефіцієнт теплопровідності  $\lambda=0,05\text{--}0,06\text{ Вт/м}\cdot\text{К}$  (при щільності соломи  $90\text{--}130\text{ кг/м}^3$ ); опір теплопередачі стіни  $R=7\text{--}9\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$  (при товщині солом'яні панелі  $0,4\text{--}0,5\text{ м}$ ). Будова з таких конструкцій відповідає високому енергетичному класу (будинку «passive house»), з низькими витратами на опалення.

При монтажі солом'яних панелей, виготовлених за унікальною технологією, вдається повністю уникнути утворення мостиків холоду, оскільки при їх з'єднанні солом'яні блоки притискають один до одного. Таким чином, досягається особлива герметичність конструкції.

Костриця промислових конопель, яку раніше вважали відходом виробництва тканин і канатів, може слугувати цінною будівельною сировиною та альтернативою мінеральній ваті чи пінополістиролу. Промислові коноплі – це сорт із надзвичайно низьким вмістом тетрагідроканабінолу (ТГК). Відповідно до Кримінального кодексу України, промислові коноплі не є наркотичним засобом та дозволені для вирощування і використання, адже вміст ТГК у них – до 0,08%. Для порівняння: у більшості країн Європи максимально дозволений вміст ТГК – 0,2%.

Переваги будівельних виробів на основі конопель:

- безкоштовний регулятор рівня вологості і температури в будинку;
- істотна економія коштів при опаленні і охолодженні;
- економія на фундаменті при зведенні стін (щільність становить 250–280 кг/м<sup>3</sup>);
- відсутність системи вентиляції при паропроникних стінах;
- відмінні теплоізоляційні дані ( $\lambda = 0,06 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ );
- гігроскопічність багаття допомагає поглинати, а потім випускати зайву вологу з приміщення, гарантуючи комфортний мікроклімат;
- висока звукоізоляція;
- каркас втоплений в утеплювачі кам'яніє з роками через відсутність підвищеної вологості;
- немає необхідності у використанні системи вентиляції і токсичних утеплювачів з паро- та гідробар'єрами.

Питання використання безвипалювальних будівельних матеріалів та підвищення їх фізико-механічних властивостей висвітлені у роботах Г. Мінке, А. Г. Вандоловського, О. А. Григоренко, М. В. Савицького та ін. Моделювання та оптимізація складів безвипалювальних будівельних матеріалів різного призначення, досить широко описана у науково-дослідницькій літературі. Аналіз закордонних і вітчизняних публікацій на тему будівництва, з безвипалювальних будівельних матеріалів свідчить про те, що ця тема є актуальною та потребує детального дослідження основних фізико-механічних властивостей виробів з глинистої сировини [10; 11; 12; 13].

На сучасному ринку будівництва з безвипалювальних матеріалів із глинистої сировини розрізняють три основні технології зведення будівель: 1) суцільне монолітне будівництво (за допомогою з'ємної та нез'ємної опалубки); 2) будівництво з саманної цегли або саманних блоків (грунтоблоків); 3) каркасне будівництво з наповненням

(утепленням) легким саманом або заповненням легкими саманними блоками.

Саман – це будівельний стіновий матеріал, що представляє собою невипалену цеглу із суміші глини, соломи та піску. Межа міцності на стиснення саману і цегли-сирцю (у висушеному вигляді) коливається від 10 до 50 кг/см<sup>2</sup> і близький за міцністю з газо- і пінобетонами марки 600 (межа міцності 25–40 кг/см<sup>2</sup>). Для виготовлення цеглини використовується глина (жирна або середньої жирності), пісок крупнозернистий, вода, рослинні рештки (найпоширеніший варіант – солома-січка довжиною 6–10 см). Також до глини можна додавати керамзит, тирсу, асептичні добавки, антипірени. Ще однією перевагою такого будівництва необмеженість архітектурної форми споруди. Будинок може мати як традиційні обриси, так і незвичні форми – круглі стіни, куполоподібний дах, заглиблюватись в пагорб. За допомогою такого екологічного та теплоізоляційного будівельного матеріалу з місцевої глинистої сировини на базі економічних безвипалювальних технологій досягається економічність, екологічність та низька енергоємності. Найбільші рівні енергоефективності будівель досягаються за рахунок правильного застосування комплексу заходів, а також грамотного проектування та аналізу всього життєвого циклу будівель. За рахунок зниження щільності та покращених експлуатаційних характеристик досягається скорочення витрат на монтаж конструкцій, витрат дороговартісних енергоносіїв, підвищується енергоефективність будівлі.

У 2016 р. Україна увійшла до Всесвітньої ради по зеленому будівництву. Основними завданнями країни на початковому етапі членства є розуміння плану розвитку ситуації, створення регіональної мережі представництв протягом поточного року, а наступним етапом має бути створення системи проектування, будівництва й оцінювання за показниками, які висуваються до зеленого будівництва.

**Розвиток зеленого будівництва в Україні** можливий за умови розробки нормативно-правового акта, який би встановлював вимоги з проектування будинків і поселень за екологічними критеріями, а також державно-будівельних норм, які встановлюють правила проектування будинків із рівнем споживання енергії, близьким до нульового; стимулювання розвитку виробництва ефективного й екологічного обладнання та матеріалів, зокрема запровадження екологічних податків на будівельні матеріали; підвищення професійного рівня



спеціалістів, зайнятих у будівництві, експлуатації та проєктуванні; розвитку наукового супроводження зеленого будівництва; впровадження в навчальний процес курсу із зеленого будівництва; організації проєктування та будівництва будівель та споруд високої екологічної та енергетичної ефективності; розробки заходів із підвищення попиту на зелені будівлі, зокрема розробки та реалізації програм із формування екологічного орієнтованого попиту та підвищення екологічної грамотності споживачів.

Курс на енергоефективність вказує перспективні напрямки для розвитку інновацій, розширює можливості підприємницької діяльності в галузі енергозбереження та енергоефективності, стимулює попит на енергозберігаючі продукти і технології. Наявність істотного потенціалу енергозбереження в національній економіці України – шанс для модернізаційного та інноваційного розвитку нашої країни.

**1.** ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. [Чинний від 2016-01-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2015. 25 с. (Національний стандарт України). **2.** Norbet L. Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects. New Jersey. USA : John Wiley and Sons Inc. 2009. 696 p. **3.** Масленников А. А. Энергоэффективные технологии в индивидуальном жилом строительстве. *Наука ЮУрГУ: материалы 66-й научной конференции.* 2014. С. 116–121. **4.** Samer M. Towards the implementation of the Green Building concept in agricultural buildings: a literature review. *Agricultural Engineering International.* 2013. Vol. 15. № 2. P. 25–46. **5.** Бібік Н. В. Будівництво як інноваційний підхід до формування сталого розвитку України. *Економіка будівництва і міського господарства економіки.* 2014. № 1. С. 23–29. **6.** Conlon E., Glavas A. The Relationship Between Corporate Sustainability and Firm Financial Performance. *The Business Case for Green Building.* URL: <http://www.usgbc.org/articles/business-case-green-building> (accessed: 15.09.2020). **7.** Tsili staloho rozvytku 2016–2030 Sustainable Development Goals 2016–2030. URL: <http://www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytku-tysyacholittia/tsilistaloho-rozvytku> (accessed: 15.12.2019). **8.** Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти : колективна монографія / кол. Авторів ; за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП «Астроя», 2019. 603 с. **9.** Саницький М. А., Кропивницька Т. П., Іващишин Г. С., Русин Б. Г. Концепція низьковуглецевого розвитку в цементній промисловості. *Будівельні матеріали та вироб.* 2017. № 5–6 (96). С. 18–21. (ISSN 2413-9890). **10.** Половко А. П. Вогнестійкість енергоефективних стінових огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель : дис. ... канд. техн. наук : 21.06.02 / Львів.

держ. ун-т безп. життєдіял. Львів, 2009. 193 с. **11.** Michael Petrilla, Burleigh Morton, Stephen A. Jones. *World Green Building Trends*. URL: «World Green Building Trends». 2016. С. 1–64. **12.** Schroder L., Ogletree V. Adobe homes for all climates: simple, affordable, and earthquake-resistant natural building techniques. Chelsea Green Publishing, Element analysis of the green building process. 2010. Р. 205. **13.** Третяков С. С. Перспективи використання безвипалювальних будівельних виробів у малоповерховому будівництві. *Науковий вісник будівництва*. 2018. № 1. Т. 91. С. 173–179.

## REFERENCES:

**1.** DSTU-N B A.2.2-13:2015. Enerhetychna efektyvnist budivel. Nastanova z provedennia enerhetychnoi otsinky budivel. [Chynnyi vid 2016-01-01]. K. : Minrehionbud Ukrainy, 2015. 25 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy). **2.** Norbet L. Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects. New Jersey. USA : John Wiley and Sons Inc. 2009. 696 p. **3.** Maslennikov A. A. Energoeffektivnyie tehnologii v individualnom jilom stroitelstve. *Nauka YUURGU : materialy 66-y nauchnoy konferentsii*. 2014. S. 116–121. **4.** Samer M. To wards the implementation of the Green Building concept in agricultural buildings: a literaturereview. *Agricultural Engineering International*. 2013. Vol. 15. № 2. P. 25–46. **5.** Bibik N. V. Budivnytstvo yak innovatsiinyi pidkhdid do formuvannia staloho rozvytku Ukrainy. *Ekonomika budivnytstva i miskoho hospodarstva ekonomiky*. 2014. № 1. S. 23–29. **6.** Conlon E., Glavas A. The Relationship Between Corporate Sustainability and Firm Financial Performance. *The Business Case for Green Building*. URL: <http://www.usgbc.org/articles/business-case-green-building> (accessed: 15.09.2020). **7.** Tsili staloho rozvytku 2016–2030 Sustainable Development Goals 2016–2030. URL: <http://www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytku-tysiacholittia/tsilistaloho-rozvytku> (accessed: 15.12.2019). **8.** Enerhoefektyvnist ta enerhozberezhennia: ekonomichnyi, tekhniko-tekhnolohichniy ta ekolohichniy aspekty : kolektyvna monohrafiia / kol. Avtoriv ; za zah. red. P. M. Makarenka, O. V. Kalinichenka, V. I. Aranchii. Poltava : PP «Astraia», 2019. 603 s. **9.** Sanytskyi M. A., Kropyvnytska T. P., Ivashchyshyn H. S., Rusyn B. H. Kontseptsiia nyzkovuhletsevoho rozvytku v tsementnii promyslovosti. *Budivelni materialy ta vyroby*. 2017. № 5–6 (96). С. 18–21. (ISSN 2413-9890). **10.** Polovko A. P. Vohnestiikist enerhoefektyvnykh stinovykh ohorodzhualnykh konstruksii zhytlovykh ta hromadskykh budivel : dys. ... kand. tekhn. nauk : 21.06.02 / Lviv. derzh. un-t bezp. zhyttiediial. Lviv, 2009. 193 s. **11.** Michael Petrilla, Burleigh Morton, Stephen A. Jones. *World Green Building Trends*. URL: «World Green Building Trends». 2016. С. 1–64. **12.** Schroder L., Ogletree V. Adobe homes for all climates: simple, affordable, and earthquake-resistant natural building techniques. Chelsea Green

Publishing, Element analysis of the green building process. 2010. P. 205.  
**12.** Schroder L., Ogletree V. Adobe homes for all climates: simple, affordable, and earthquake-resistant natural building techniques. Chelsea Green Publishing, Element analysis of the green building process. 2010. P. 205.  
**13.** Tretiakov S. S. Perspektyvy vykorystannia bezvypaliuvalnykh budivelnykh vyrobiv u malopoverkhovomu budivnytstvi. *Naukovyi visnyk budivnytstva*. 2018. № 1. Т. 91. С. 173–179.

---

**Kunytskyi S. O., Candidate of Engineering (Ph.D)** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Chorna I. V., Candidate of Engineering (Ph.D), Sasovskyi T. A., Candidate of Engineering (Ph.D)** (Separate structural subdivision «Rivne Professional College of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine», Rivne)

### **EFFICIENCY OF USING NONFIRED MATERIALS IN ECO-BUILDING**

**The paper presents modernized technologies for the production of non-combustible building materials from local raw materials, eco-materials and products to reduce greenhouse gas emissions by reducing the amount of cement binder used, which corresponds to the direction of Ukraine's energy «decarbonization».**

**The article presents directions, guidelines and methodological approaches to the formation of state policy in the field of energy conservation on the basis of current trends in economic, energy, environmental, scientific and other processes of society, as well as revising the tasks to improve energy efficiency provision of services.**

**We need to develop a system of monitoring, reporting and verification of greenhouse gas emissions for the Paris Agreements implementation. Such a mechanism is key tool for implementing the concept of low-carbon development in Ukraine.**

**To achieve the lowest cement use in the construction products and materials manufacture, modern chipboard and cement fibrolite are replaced by modern technologies for the manufacture of adobe bricks, soil blocks, corrugated concrete. The growing demand for economically and energy efficient construction is explained by the need to ensure a healthy and balanced inner climate.**

**Reducing the cement consumption in the production of modern energy-intensive construction products and materials will ensure long-term socio-economic development of the state, in the welfare of the population will increase and the amount of greenhouse gas emissions will decrease. This ensures the implementation of progressive models of rational use of natural raw materials, fuel, electricity energy, utilization of industrial waste, reduction of CO<sub>2</sub> emissions, which allows to solve a number of important environmental, economic and social problems, and also corresponds to the strategy of balanced development and gives opportunity to implement the practice of clean production.**

**Keywords:** energy efficiency; passive construction; fescue; adobe; decarbonization; carbon dioxide emissions.

---

**Куницкий С. О., к.т.н.** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Чорна И. В., к.т.н.,**  
**Сасовский Т. А., к.т.н.** (ОСП «Ровенский профессиональный колледж Национального университета биоресурсов и природопользования Украины», г. Ровно)

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЗОБЖИГОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЭКО-СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**В работе представлены осовремененная технологии производства безобжиговых строительных материалов из местного сырья, эко-материалов и изделий для уменьшения выбросов парниковых газов за счет снижения объемов использованного цементного вяжущего, соответствует направлению «декарбонизации» энергетики Украины.**

**Ключевые слова:** энергоэффективность; пассивное здание; овсяница; саман; декарбонизация; выбросы углекислого газа.

---