

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.

Ефективна економіка. 2026. № 4.

ISSN 2307-2105



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.4.114>

УДК 330.3

О. Л. Шпатакова,

к. е. н., доцент кафедри економіки та міжнародних економічних відносин,

Приазовський державний технічний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5444-0237>

НАПРЯМИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ В ПОВОЄННІ ЧАСИ

O. Shpatakova,

PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economics and

International Economic Relations,

Pryazovskyi State Technical University

DIRECTIONS OF RESTORATION AND ORGANIZATION OF PRODUCTION IN UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD

У статті представлено напрями відновлення та організації виробництва в Україні в повоєнні часи, які сприятимуть досягненню стратегічних цілей держави, суб'єктів інфраструктури, економіки та приватному сектору. Визначено, що до їх складу віднесено: циркулярний підхід, заснований на створенні екологічних виробничих потужностей із переробки відходів для їх подальшої переробки та випуску будівельних матеріалів та інноваційне екологічно орієнтоване виробництво цементу.

Встановлено, що орієнтир на циркулярний підхід, заснований на створенні екологічних виробничих потужностей із переробки відходів для їх подальшої переробки та випуску будівельних матеріалів, переважно стосується циркулярної переробки склобою. Основним ресурсом, який пропонується переробляти є бой скла знищених автомобілів, бой скла вікон та дверей у пошкоджених, зруйнованих або частково зруйнованих будівлях в Україні. Визначено, що акцент на впровадженні стратегій інноваційного екологічно орієнтованого виробництва цементу в Україні забезпечуватиме економічні, ресурсні, екологічні та енергетичні переваги, що свідчить про потребу їх впровадження в умовах великих масштабів попиту на цемент та орієнтир на залучення фінансування від інвесторів, що дотримуються принципів сталого вкладення капіталу.

The article presents the directions of restoration and organization of production in Ukraine in the post-war period, which will contribute to the achievement of strategic goals of the state, infrastructure entities, economy and private sector. It is determined that they include: a circular approach based on the creation of ecological production capacities for waste processing for their further processing and production of building materials and innovative environmentally oriented cement production. It is established that the reference point for the circular approach based on the creation of ecological production capacities for waste processing for their further processing and production of building materials mainly concerns the circular processing of cullet. The main resource that is proposed to be processed is cullet from destroyed cars, cullet from windows and doors in damaged, destroyed or partially destroyed buildings in Ukraine. The determined scale of damage and destruction of objects of various categories in Ukraine shows the relevance of implementing the specified approach to glass production in conditions of shortage of raw materials, financing and orientation on energy efficiency and greening. The study showed that the use of recycled cullet for the production of materials for windows and doors in buildings has several advantages, including: saving raw materials; saving energy; reducing the negative environmental impact on the environment; extending the service life of the melting

furnace. It is noted that the proposed mechanism for organizing glass production based on recycling (the stage of defining the mission and development strategy; creating a business plan and development strategy, which will determine the planned stages of developing recycling activities and providing the market with quality products; purchasing equipment and technologies for recycling or upgrading existing equipment; approving partnerships with local governments regarding the installation by the enterprise of containers for collecting and sorting cullet waste in the territories of territorial communities; launching production processes in accordance with strategic and tactical program aspects) can be applied to the recycling of other building materials in Ukraine.

It is determined that the emphasis on implementing strategies for innovative environmentally friendly cement production in Ukraine will provide economic, resource, environmental and energy benefits, which indicates the need for their implementation in conditions of large-scale demand for cement and a guideline for attracting financing from investors who adhere to the principles of sustainable capital investment.

Ключові слова: *напрями відновлення, організація виробництва, Україна, повоєнні часи, рециклінг, будівельні матеріали, інноваційне екологічно орієнтоване виробництво цементу, скlobій.*

Keywords: *recovery directions, production organization, Ukraine, post-war times, recycling, building materials, innovative environmentally friendly cement production, cullet.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасні реалії, в яких опинилося українська економіка та інфраструктурі сектори (житлово-комунальний, енергетичний, інформаційно-комунікаційний) в умовах воєнного стану, характеризуються погіршенням розвитку в цілому та продовженням негативного впливу загроз воєнного та невоєнного типу. В умовах повоєнного відновлення більшість секторів економіки та інфраструктури та приватний сектор опиняться перед проблемою відновлення та створення сприятливих

умов для подальшого розвитку та життєдіяльності. Для забезпечення створення таких умов актуальною буде відбудова житлової та нежитлової нерухомості, відновлення комунікацій та доріг, створення нових та поновлення пошкоджених виробництв продукції різних галузей. Для вказаного необхідне забезпечення будівельними матеріалами, промисловим обладнанням та інструментами. Також потрібне кадрове та цифрове забезпечення внутрішньофірмових процесів. Дослідження за даним напрямом обумовлене акцентом на пошук науково обґрунтованих підходів до побудови механізмів відновлення та організації виробництва в Україні в повоєнні часи. При цьому, практичні аспекти дослідження передбачають визначення шляхів реалізації зазначених процесів в контексті орієнту на досягнення цілей сталого розвитку в умовах парадигми П'ятої промислової революції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день є наукові праці, пов'язані із визначенням проблем та шляхів відновлення економіки та галузей промисловості. В розрізі вказаного напрямку можна відмітити роботи Н. Самойленко та співавторів [1], М. Плаза та співавторів [2]. Також потрібно звернути увагу на роботи, присвячені питанням інноваційної організації виробництва, зокрема, заслуговують на увагу дослідження Л. Шооша та співавторів [3], М. Нілсона та співавторів [4], О. Іге та М. Кабея [5], К. Найт та співавторів [6], К. Ріплі та співавторів [7].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Ціль статті – систематизація напрямів відновлення та організації виробництва в Україні в повоєнні часи. Для реалізації вказаної цілі визначено низку завдань, зокрема: встановити найбільш пріоритетні напрями стосовно відновлення та організації виробництва в Україні в повоєнні часи; визначення шляхів (особливостей) стосовно реалізації зазначених напрямів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Визначення критично важливих галузей промисловості є ключовою передумовою подальшого встановлення напрямів відновлення та організації виробництва в Україні в повоєнні часи.

Дослідження наукових матеріалів, вивчення статистичних даних та аналітичних матеріалів [1; 8] дозволило сформулювати перелік критично важливих секторів промисловості, підприємства яких потребують відновлення та організації виробництва в Україні в повоєнний період, це, зокрема:

- сектор виробництва будівельних матеріалів, а саме: труб (сталевих, чавунних, пластикових); металовиробів, металопрофілю, металопрокату, арматури; дверей, вікон та матеріалів для них (в тому числі скла); профілю ПФХ; вогнезахисних та ізоляційних матеріалів; лакофарбових матеріалів; оздоблювальних та облицювальних матеріалів (шпалери, штукатурка, гіпсокартон, керамічна плитка); покрівельних матеріалів (шиферу, металочерепиці, єврорубероїду); в'язучих матеріалів (сухих будівельних сумішей та цементу різних марок); стінових матеріалів (залізобетонних виробів; бетону, газобетону, цегли);

- сектор машинобудування: виробництва ліфтів та компонентів до них;

- сектор електроніки: виробництво лічильників обліку ресурсів (електролічильників, газових лічильників та лічильників теплової енергії; лічильників води) та електронного передавання даних про їх рух та використання);

- сектор виробництва обладнання для опалення (батареї, радіатори та котли).

Орієнтир на сектори виробництва будівельних матеріалів та супутніх секторів обумовлено тим, що від їх безперебійного функціонування буде залежати відбудова основних об'єктів економіки, інфраструктури та приватних будівель. В табл. 1 представлено структуру зруйнованих та відновлених об'єктів в Україні за період з 02.2022 р. – по 01.2026 р. Як свідчать результати аналізу (табл. 1), найбільших руйнувань за період повномасштабного вторгнення РФ до України за період 02.2022-01.2026 рр. зазнала така категорія об'єктів, як Житлові будинки (гуртожитки, приватні будинки, багатоповерхівки). На нинішньому етапі відбувається поступове

відновлення різних видів об'єктів, але з огляду на умови воєнного стану також збільшується кількість об'єктів, які відносяться до категорії зруйнованих. Також є окрема категорія пошкоджених об'єктів, чисельність яких є значною, і складність яких є різною, що потребує використання значних обсягів будівельних матеріалів та супутнього обладнання. До складу вказаних об'єктів не віднесено енергетичні об'єкти, які здійснюють генерацію енергії різних видів.

Таблиця 1. Структура зруйнованих та відновлених об'єктів в Україні за період з 02.2022 р. – по 01.2026 р.

№ п/п	Назва об'єкта	Частка категорії зруйнованих об'єктів у загальному обсязі зруйнованих об'єктів, %	Кількість, об'єктів
1	Спортивні об'єкти	0,94	Немає точних даних
2	Релігійні об'єкти	2,63	
3	Об'єкти ЖКГ та промисловість (енергетичні об'єкти сектору ЖКГ, промислові об'єкти та заводи тощо)	1,69	
4	Об'єкти зв'язку (вежі зв'язку та телевежі)	0,19	
5	Розважальні центри та місця торгівлі	7,33	
6	Об'єкти сфери культури (архітектурні, культурні та історичні)	11,28	
7	Медичні заклади	1,88	
8	Адміністративні будівлі	8,65	
9	Об'єкти логістики (залізнична інфраструктура, мости та дороги)	0,56	
10	Господарчі будівлі (гаражі, сараї та нежитлові об'єкти)	0,38	
11	Заклади освіти (інститути, університети, школи та дитячі садки)	13,72	Більше 350 тис об'єктів
12	Житлові будинки (гуртожитки, приватні будинки, багатоповерхівки)	50,75	
13	Разом	100	

Джерело: складено за даними [9]

Зважаючи на важливість забезпечення будівельного сектору та супутніх секторів будівельними матеріалами та відповідним обладнанням, вважаємо актуальним сформулювати напрями відновлення та організації виробництва в Україні в повоєнні часи за тими секторами, які зможуть забезпечити попит на вказані ресурси.

Важливим напрямом відновлення та організації виробництва виступає циркулярний підхід, заснований на створенні екологічних виробничих

потужностей із переробки відходів для їх подальшої переробки та випуску будівельних матеріалів. Відходи для реалізації виробництва будівельних матеріалів, заснованого на рециклінгу, можна отримати використовуючи відходи, який виникають внаслідок руйнування та пошкоджень будівель і автомобілів.

Бій автомобільного скла, яке є ламінованим, використовується як для виробництва передніх та задніх вікон для автомобілів, так і для виробництва безпечних перил та віконного скла для вікон.

В табл. 2 представлено технічно-організаційні можливості отримання відходів автомобільного скла в Україні для його подальшої екологічної переробки та виробництва віконного скла.

Таблиця 2. Можливості отримання відходів автомобільного скла в Україні для виробництва будівельних матеріалів на основі рециклінгу

№ п/п	Показник	Характеристика
1	Кількість знищених автомобілів в Україні під час повномасштабного вторгнення, які підлягають утилізації, штук	Близько 260 тис автомобілів (дані на початок 2025 р.)
2	Вага автомобільного скла в непошкоджену автомобілі, кг	25-40 кг залежно від марки автомобіля та виду скла
3	Умовний масштаб бою скла, яке може бути отримане від розбиранні пошкоджених автомобілів, кг	$X * (25-40 \text{ кг}) * 260 \text{ тис автомобілів} = 40 \% * (25-40 \text{ кг}) * 260 \text{ тис автомобілів} = (10-16 \text{ кг}) * 260 \text{ тис автомобілів} = 2600-4160 \text{ т.}$ де X – % масштабу бою скла, який залишився в пошкоджених автомобілях, і який може бути вилучений – 40 %
4	Організаційні можливості отримання бою скла пошкоджених автомобілів в Україні	Безкоштовно: на стихійних звалищах автомобілів в Україні (в тому числі в Київській області). На договірних умовах: через укладання договорів із підприємствами, які керують автозвалищами. Через створення пунктів прийому автомобільного скла

Джерело: складено авторкою за матеріалами [10]

Зважаючи на вказане, отримання бою скла знищених автомобілів, як і бою скла вікон та дверей у пошкоджених, зруйнованих або частково зруйнованих будівлях в Україні є достатньо доступним. Також збір або приймання зазначеної категорії відходів вирішує проблему утилізації, яка необхідна для приватного сектору, інфраструктур та бізнесу в умовах війни. Безумовною проблемою в даному випадку виступає той факт, що в Україні не знайшла масового розповсюдження практика встановлення контейнерів

для роздільного збирання відходів, і ті проєкти, які стосуються зазначеного напряму не завжди є ефективними. Це обумовлено нерегулярним вивезенням відходів. Тому, крупні компанії, які обирають такий вид економічної діяльності, як рециклінг бою скла для його переробки, можуть за умов узгодження із органами місцевого самоврядування самостійно встановити контейнери для відходів скла і здійснювати їх вивезення на періодичній основі.

Розглянемо особливості та переваги рециклінгу скла, який може стати одним із ключових напрямів відновлення та організації виробництва будівельних матеріалів в Україні в умовах відновлення.

Значення переробки скла є дуже великим з екологічної, енергетичної та технічної точок зору, і відповідно, скло є важливою вторинною сировиною у вигляді відходів.

Натрієво-кальційне скло, яке використовується для виробництва скла для дверей, вікон та виступає основою для скловолоконних утеплювачів, є найпоширенішим типом скла, що становить близько 90% скляної промисловості. Воно переважно використовується для виготовлення тарного скла (наприклад, пляшок та банок) та плоского скла (наприклад, вікон для будівель та транспортних засобів). На противагу цьому, боросилікатне скло широко використовується у кухонному посуді та лабораторному обладнанні завдяки своїй високій хімічній стійкості [3]. Різноманітний склад цього скла, що підходить для його конкретного застосування та різних фізико-хімічних властивостей, створює технічні труднощі у виробництві нових виробів зі змішаного переробленого скла невідомих типів. Крім того, зусилля з переробки стикаються з обмеженнями, такими як обмежені ринки переробленого скла, недостатня обізнаність громадськості та технічні проблеми з розділенням скла. Незважаючи на ці проблеми, враховуючи використання енергії та матеріалів у виробництві скла та зменшення площі на звалищах, переробка скла є критично важливою. Як свідчать аналітичні дані, питома енергія, необхідна для плавлення кристалічної сировини,

становить 2,68 ГДж/тонну натрієво-кальційного скла, що становить 75-85% від загального споживання енергії у виробництві такого виду скла [4]. Відповідно, рециклінг забезпечує як енергоефективність, так і екологічність (через зниження витрати енергії, скорочується рівень викидів парникових газів у навколишнє середовище). Також є інноваційні технології та обладнання, які дають змогу 100 % усунення викидів парникових газів від переробки бою скла в атмосферу. Зокрема, вони облаштовані уловлювачами CO₂. Крім того, переробка скла може заощадити значну кількість природних ресурсів, таких як пісок, содове вапно та польовий шпат, на кожну тонну переробленого склобою. Більше того, утилізація відходів скла на звалищах може серйозно вплинути на доступний простір на звалищах. Переробка скла має вирішальне значення не лише з точки зору управління відходами, але й для майбутнього сталого використання матеріалів.

Відходи скла відправляються на заводи або технологічні лінії з переробки матеріалів та перетворюються на склобій за допомогою різних процесів.

Аналіз наукових матеріалів ([3; 4; 11]) дозволив констатувати, що використання переробленого склобою для виробництва матеріалів для вікон, дверей у будівлях має кілька переваг, зокрема:

- економія сировини. На кожну тонну переробленого скла, що використовується замість сировини, можна зберегти приблизно 1 тонну первинної сировини. Ця економія включає близько 590 кг піску, 186 кг кальцинованої соди, 172 кг вапняку та 73 кг польового шпату;

- економія енергії. Рециклінг зменшує споживання енергії на 2,5–3,3% на кожні 10% склобою, доданого до плавильної шихти, а заміна 1 тонни склобою сировиною економить 322 кВт·год. Для плавлення склобою потрібно менше енергії, ніж первинної сировини, оскільки хімічні реакції, необхідні для перетворення сировини на скло, вже відбулися, а подальше переплавлення склобою вимагає лише енергії для його повторного нагрівання до розплавленого стану;

- зниження негативного екологічного впливу на навколишнє середовище. Рециклінг дає змогу зменшити викиди CO₂, необхідні для плавлення скла, на 300 кг на тонну використаного склобою, або 1 тонна скла, яке повертається на переплавку, заощаджує близько 185 кг вуглекислого газу (зменшення на 25–50% порівняно з використанням первинної сировини). В середньому, збільшення кількості склобою в печі на 10% зменшує викиди CO₂ на 5%. Досягнення 50% рівня переробки скла скорочує викиди парникових газів до 1,4 мільйона тон на рік. Еквівалент відповідає зняттю з доріг 300 тис автомобілів щороку;

- подовження терміну служби плавильної печі. Термін служби склоплавильної печі можна збільшити до 30% завдяки зниженню температури плавлення та менш корозійній шихті. Завдяки суміші сировини та склобою відбувається менше хімічних реакцій, що призводить до меншого хімічного впливу на конструкцію печі. Це полегшує керування формуванням скла, оскільки завдяки зниженню споживання енергії можна досягти більшої гнучкості печі та вищих температур.

Здійснення рециклінгу бою скла в Україні може відбуватися як на існуючих технологічних лініях, так і на новому обладнанні, інтегрованому до цифрових інтелектуальних систем управління процесами. На нинішньому етапі ця ринкова ніша є практично вільною, оскільки рециклінг склобою в Україні переважно стосується переробки (в тому числі екологічної) відходів тари, але немає переробки склобою вікон та дверей. Відповідно, компанії, націлені на впровадження проєктів із рециклінгу склобою вікон, дверей та скла автомобілів можуть бути конкурентними на нинішньому етапі розвитку. Для нових виробництв може бути використано наступний механізм організації виробництва:

1) етап визначення місії та стратегії розвитку. Підприємство повинно визначити модель організації виробництва, а саме: ресурсоефективна (організація рециклінгу склобою, яка дає змогу отримання додаткової вартості від продажу готової продукції (матеріали для вікон, дверей, вікна та

двері) за рахунок економії витрат на сировину та енергію) або екологічна та ресурсоефективна (отримання переваг попередньої моделі та забезпечення уловлювання викидів CO₂ та / або перехід на зелену енергетику);

2) створення бізнес-плану та стратегії розвитку, в яких будуть визначені планові етапи розвитку діяльності із рециклінгу та забезпечення ринку якісною продукцією;

3) придбання обладнання та технологій для здійснення рециклінгу або модернізація існуючого обладнання;

4) ухвалення партнерств із органами місцевого самоврядування стосовно установа підприємством контейнерів із збирання та сортування відходів склобою на територіях територіальних громад;

5) запуск виробничих процесів відповідно до стратегічних та тактичних програмних аспектів.

Іншим актуальним напрямом відновлення та організації виробництва виступає є інноваційне екологічно орієнтоване виробництво цементу. Існуючий потенціал вітчизняних виробників цементу в Україні за станом на кінець 2024 г. складав 5,4 млн т на рік. На кінець 2024 р. обсяг потреби України у цементі оцінювався на рівні 14 млн т на рік, що складає близько 38,6 % існуючих виробничих потужностей [8]. За станом на початок 2026 р. розмір потреб повоєнного відновлення безумовно збільшився, хоча обсяг виробництва не зріс суттєво. Впровадження інноваційного екологічно орієнтованого виробництва цементу дасть змогу залучити іноземних інвесторів для придбання нового обладнання та технологій, які дотримуються відповідальних та сталих принципів фінансування.

Розглянемо чотири основні екологічно орієнтовні стратегії, пов'язані із зменшенням викидів CO₂ у виробництві цементу, які можуть бути використані вітчизняними підприємствами, націленими на участь у процесах відбудови основних інфраструктурних та житлових об'єктів в Україні. Ці стратегії включають: заміщення клінкеру, підвищення енергоефективності,

уловлювання, використання та зберігання вуглецю та використання альтернативних видів палива у виробництві.

Проведемо визначення основних особливостей впровадження стратегії заміни клінкеру (використання низьковуглецевих цементів).

Аналіз показав, що портландцемент, який традиційно складається до 95% з клінкеру, довгий час домінував на світовому і на українському будівельному ринку. Однак, у світлі імперативів зміни клімату, стратегія декарбонізації цементної промисловості все більше наголошує на зменшенні вмісту клінкеру шляхом використання вторинних компонентів. До них належать промислові побічні продукти, такі як зола-винесення, мелений гранульований доменний шлак, кремнеземна пил та кальциновані глини, такі як метакаолін, а також природні пуцолани, включаючи вулканічний попіл, золу рисового лущиння та мелене скло. Заміна клінкеру на промислові побічні продукти значно зменшує викиди CO₂ як пов'язані з процесом виробництва, так і отримані з викидів використання палива. Дані емпіричних досліджень показують, що виробництво 1 тонни клінкеру вимагає близько 3,70 МДж енергії та вивільняє 0,79 тонни CO₂, причому кальцинація вапняку становить майже 58% впливу цементної промисловості на навколишнє середовище [5].

Кількісні дослідження [5; 6; 7] підтвердили екологічні переваги застосування у цементному виробництві промислових побічних продуктів (споживчих матеріалів для бетонування). Масштабне використання традиційних та нових промислових побічних продуктів може скоротити викиди CO₂ до 1,3 Гт щорічно, що становить майже половину світових викидів, пов'язаних з виробництвом цементу. Великі масштаби потреби України у цементі у період повоєнного відновлення також свідчать про потребу звернення до вищезазначеної екологічно орієнтованої стратегії виробництва.

Використання промислових побічних продуктів також передбачає економічні переваги завдяки нижчим або нульовим витратам на придбання сировини.

Визначимо характеристики впровадження стратегії підвищення енергоефективності у виробництві цементу. Стратегія підвищення енергоефективності виробництва цементу є ключовою стратегією кліматичного пом'якшення наслідків виробництва даної категорії. Теплова енергія (для нагрівання печі) та електроенергія (для помелу та роботи установки) складають близько 30-40% викидів CO₂ цементом. Впродовж останніх десятиліть промисловість розвинених країн модернізувала більшість печей, які використовуються для виробництва цементу. А саме, виробництва перейшли від застарілих печей мокрого процесу до сучасних печей сухого процесу з попередніми підігрівачами та попередніми кальцинаторами, що значно скоротило споживання енергії на тону клінкеру [7]. Сучасні печі, що використовують найкращі доступні технології, працюють приблизно з теплоенергією 3,0 ГДж/тону клінкеру, наближаючись до теоретичного мінімуму. Тим не менш, підвищення енергоефективності залишається важливим, особливо в регіонах зі старими заводами. Заходи щодо підвищення ефективності включають модернізацію конфігурацій попередніх підігрівачів, встановлення вискоелефективних пальників, покращення ізоляції, використання теплових насосів для виробництва електроенергії, використання частотно-регульованих приводів та ефективних двигунів для подрібнювачів, покращення контролю та оптимізації процесів, а також зменшення надмірного випалювання клінкеру. Підвищення енергоефективності може сприяти приблизно 10-15% необхідного скорочення викидів CO₂ за сценарієм підвищення температури на 2 °C до 2050 року. Заходи з підвищення енергоефективності часто мають супутні переваги у вигляді економії коштів на паливі чи електроенергії [7].

Здійснимо встановлення особливостей впровадження стратегії уловлювання, використання та зберігання вуглецю у процесах виробництва цементу.

Як свідчать дані наукових матеріалів [2], уловлювання вуглецю є комплексом технологій, спрямованих на уловлювання CO₂ від промислових джерел викидів та його постійне зберігання або використання у продуктах, наприклад, карбонізація бетону або перетворення його на хімічні речовини. У виробництві цементу уловлювання вуглецю є одним з небагатьох варіантів, здатних значно скоротити викиди приблизно до 90%, навіть при використанні традиційної сировини та палива, оскільки він спрямований на уловлювання CO₂ в процесі кальцинації, який неможливо усунути лише за допомогою енергетичних заходів. Тому його розглядають як необхідний компонент для сценаріїв глибокої декарбонізації або нульового рівня викидів від виробництва цементу. Для цементних печей розробляється кілька методів уловлювання, включаючи: уловлювання після спалювання з використанням розчинників, подібних до скрубєрів CO₂ електростанцій; киснево-паливне спалювання, наприклад, спалювання палива в кисні для отримання збагачених CO₂ вихлопних газів для легшого уловлювання; та кальцієве зациклення, процес, у якому використовуються сорбенти на основі вапняку для поглинання CO₂ з димових газів. Уловлювання вуглецю є одним з основних заходів для скорочення викидів вуглецю під час виробництва цементу, який активно підтримується цементною промисловістю. Незважаючи на певний прогрес у використанні даної технології, вона ще перебуває на ранній стадії порівняно з масштабами галузі, і жоден повномасштабний цементний завод не інтегрував її у регулярну експлуатацію станом на 2025 рік як в світі, так і в Україні. Зважаючи на масштаби потреб у цементі, орієнтир на зазначену технологію в Україні є пріоритетним.

Проведемо визначення характеристики впровадження стратегії використання альтернативних видів палива у процесах виробництва цементу.

У цементній промисловості вже давно використовується альтернативне паливо, яке визначається як будь-яке нетрадиційне паливо, що замінює вугілля або нафтовий кокс, щоб зменшити свою залежність від викопного палива та, в деяких випадках, знизити чисті викиди CO₂. До поширених альтернативних палив належать залишки біомаси, наприклад, рисове лушпиння, шкаралупа пальмових кісточок, багаса цукрової тростини, паливо з твердих побутових відходів, відпрацьовані олії та розчинники, і навіть осади стічних вод [7]. Використання їх у цементних печах може скоротити викиди CO₂ двома способами: якщо альтернативне паливо виготовлене на основі біомаси, його вуглець є біогенним і є частиною природного вуглецевого циклу, який часто вважається вуглецево-нейтральним; навіть для небіогенних відходів це дозволяє уникнути викидів, які виникли б, якби ці відходи розкладалися на звалищі, як при утворенні метану, або спалювалися без рекуперації енергії. Крім того, спільна переробка відходів у цементних печах забезпечує послугу управління відходами, знищуючи небезпечні компоненти та зменшуючи обсяги звалищ.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.

Констатуючи отримані результати можемо відмітити, що представлені у дослідженні напрямів відновлення та організації виробництва в Україні в повоєнні часи сприятимуть досягненню стратегічних цілей держави, суб'єктів інфраструктури, економіки та приватному сектору. Серед ключових напрямів відновлення та організації виробництва в Україні в повоєнні часи в роботі відмічено, зокрема: циркулярний підхід, заснований на створенні екологічних виробничих потужностей із переробки відходів для їх подальшої переробки та випуску будівельних матеріалів та інноваційне екологічно орієнтоване виробництво цементу.

Орієнтир на циркулярний підхід, заснований на створенні екологічних виробничих потужностей із переробки відходів для їх подальшої переробки та випуску будівельних матеріалів, переважно стосується циркулярної переробки склобою. Основним ресурсом, який пропонується переробляти є бой скла

знищених автомобілів, бой скла вікон та дверей у пошкоджених, зруйнованих або частково зруйнованих будівлях в Україні. Визначені масштаби пошкодження та руйнування об'єктів різних категорій в Україні показують актуальність впровадження зазначеного підходу до виробництва скла в умовах браку сировини, фінансування та орієнтиру на енергоефективність та екологізацію. Дослідження показало, що використання переробленого склобою для виробництва матеріалів для вікон, дверей у будівлях має кілька переваг, зокрема: економія сировини; економія енергії; зниження негативного екологічного впливу на навколишнє середовище; подовження терміну служби плавильної печі. Слід зазначити, що запропонований механізм організації виробництва скла, заснованого на рециклінгу (етап визначення місії та стратегії розвитку; створення бізнес-плану та стратегії розвитку, в яких будуть визначені планові етапи розвитку діяльності із рециклінгу та забезпечення ринку якісною продукцією; придбання обладнання та технологій для здійснення рециклінгу або модернізація існуючого обладнання; ухвалення партнерств із органами місцевого самоврядування стосовно установа підприємством контейнерів із збирання та сортування відходів склобою на територіях територіальних громад; запуск виробничих процесів відповідно до стратегічних та тактичних програмних аспектів) може бути застосований до рециклінгу інших будівельних матеріалів в Україні.

Акцент на впровадженні стратегій інноваційного екологічно орієнтованого виробництва цементу в Україні забезпечуватиме економічні, ресурсні, екологічні та енергетичні переваги, що свідчить про потребу їх впровадження в умовах великих масштабів попиту на цемент та орієнтир на залучення фінансування від інвесторів, що дотримуються принципів сталого вкладення капіталу.

Подальші наукові розвідки в даному напрямку можуть бути сконцентровані в площині висвітлення проблем впровадження інноваційних підходів до організації виробництва будівельних матеріалів в умовах українських реалій.

Література

1. Самойленко Н.М., Катенін В.Д., Сакун А.О. Використання у будівельній сфері відходів війни, що містять скло. *Відновлення екосистем, які постраждали внаслідок воєнних дій: українські та європейські виклики (REDMO-2024): тези доповіді Міжнародної науково-теоретичної та прикладної конференції*. Київ: Національний авіаційний університет. 2024. С. 178-183. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/91eba8a3-d9b4-4ec0-a48c-537d2bcd5855> (дата звернення: 04.04.2026)
2. Plaza M. G., Martínez S., Rubiera F. CO₂ Capture, Use, and Storage in the Cement Industry: State of the Art and Expectations. *Energies*. 2020. Vol. 13(21). Iss. 5692. <https://doi.org/10.3390/en13215692>
3. Šooš L., Matúš M., Pokusová M., Čačko V., Bábies J. The Recycling of Waste Laminated Glass through Decomposition Technologies. *Recycling*. 2021. Vol. 6(2). Iss. 26. <https://doi.org/10.3390/recycling6020026>
4. Nilsson M., Glad W., Eidenskog M. Exploring registers of valuing flat glass recycling in the construction sector: A case study in Sweden. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*. 2026. doi:[10.1177/0734242X251415075](https://doi.org/10.1177/0734242X251415075)
5. Ige O. E., Kabeya M. Decarbonizing the Cement Industry: Technological, Economic, and Policy Barriers to CO₂ Mitigation Adoption. *Clean Technologies*. 2025. Vol. 7(4). Iss. 85. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol7040085>
6. Knight K., Cunningham P., Miller S. Optimizing supplementary cementitious material replacement to minimize the environmental impacts of concrete. *Cement and Concrete Composites*. 2023. Vol. 139. Iss. 105049. [10.1016/j.cemconcomp.2023.105049](https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.105049).
7. Ripley, Katelyn, Saadi, Fadl, Burke, Zara. (2024). Cost-motivated pathways towards near-term decarbonization of the cement industry. *RSC Sustainability*. Vol. 3. P. 255-263. [10.1039/D4SU00590B](https://doi.org/10.1039/D4SU00590B).

8. Структурні зміни та виклики в будівельній індустрії України: аналіз та прогнози. Київська школа економіки. 2024. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/09/02_09_24_Zvit_Strukturni_zmini_ta_vikliki_v_budivelni_i--_industrii--.pdf (дата звернення: 04.04.2026)

9. Комітету з питань організації державної влади представлено пріоритети діяльності Мінрозвитку: серед акцентів 2026 року - масштабування проєктів соціального житла в громадах. Верховна Рада України. 2026. URL: https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/269785.html#:~:text=%D0%B7%D1%80%D1%83%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B0%D0%B1%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BE%D0%B1%D1%94%D0%BA%D1%82%D1%96%D0%B2%2C%20%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%96%D0%B7%20%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%85,%D0%B7%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D0%BA%D1%83%20%D0%B7%20%D1%86%D0%B8%D0%BC%20%D1%83%202026%20%D1%80%D0%BE%D1%86%D1%96%20%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82 (дата звернення: 04.04.2026)

10. Бикова Л. Війна завдала Україні збитків на щонайменше 170 мільярдів доларів. Гвара Медіа. 2025. URL: <https://gwaramedia.com/vijna-zavdala-ukrayini-zbitkiv-na-170-milyardiv-dolariv-kse/> (дата звернення: 04.04.2026)

11. Baek C.R., Kim H.D., Jang Y.C. Exploring glass recycling: Trends, technologies, and future trajectories. *Environmental Engineering Research*. 2024. Vol. 30(3). DOI: <https://doi.org/10.4491/eer.2024.241>

References

1. Samoilenko, N.M., Katenin, V.D. and Sakun, A.O. (2024), "Use of war waste containing glass in the construction sphere", *Vidnovlennia ekosystem*,

yaki postrazhdaly vnaslidok voiennykh dii: ukrainski ta yevropeiski vyklyky (REDMO-2024) [Restoration of ecosystems damaged by military operations: ukrainian and european challenges(REDMO-2024)], National Aviation University, Kyiv, Ukraine, pp. 178-183, available at: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/91eba8a3-d9b4-4ec0-a48c-537d2bcd5855> (accessed 04.04.2026)

2. Plaza, M. G., Martínez, S. and Rubiera, F. (2020), “CO₂ Capture, Use, and Storage in the Cement Industry: State of the Art and Expectations”, *Energies*, vol. 13(21), iss. 5692. <https://doi.org/10.3390/en13215692>

3. Šooš, Ľ., Matúš, M., Pokusová, M., Čačko, V. and Bábits, J. (2021), “The Recycling of Waste Laminated Glass through Decomposition Technologies”, *Recycling*, vol. 6(2), iss. 26. <https://doi.org/10.3390/recycling6020026>

4. Nilsson, M., Glad, W. and Eidenskog M. (2026), “Exploring registers of valuing flat glass recycling in the construction sector: A case study in Sweden”, *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*. doi:[10.1177/0734242X251415075](https://doi.org/10.1177/0734242X251415075)

5. Ige, O. E. and Kabeya, M. (2025), “Decarbonizing the Cement Industry: Technological, Economic, and Policy Barriers to CO₂ Mitigation Adoption”, *Clean Technologies*, vol. 7(4), iss. 85. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol7040085>

6. Knight, K., Cunningham, P. and Miller, S. (2023), “Optimizing supplementary cementitious material replacement to minimize the environmental impacts of concrete”, *Cement and Concrete Composites*, vol. 139, iss. 105049. [10.1016/j.cemconcomp.2023.105049](https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.105049).

7. Ripley, K., Saadi, F. and Burke, Z. (2024), “Cost-motivated pathways towards near-term decarbonization of the cement industry”, *RSC Sustainability*. vol. 3, pp. 255-263. [10.1039/D4SU00590B](https://doi.org/10.1039/D4SU00590B).

8. Kyiv School of Economics (2024), “Structural changes and challenges in the construction industry of Ukraine: analysis and forecasts”, available at: <https://kse.ua/wp->

content/uploads/2024/09/02_09_24_Zvit_Strukturni_zmini_ta_vikliki_v_budivelni
i--_industrii--.pdf (accessed 04.04.2026)

9. Verkhovna Rada of Ukraine (2026), “The Committee on the Organization of State Power was presented with the priorities of the Ministry of Development: among the highlights of 2026 is the scaling of social housing projects in communities”, available at: https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/269785.html#:~:text=%D0%B7%D1%80%D1%83%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B0%D0%B1%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BE%D0%B1%D1%94%D0%BA%D1%82%D1%96%D0%B2%2C%20%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%96%D0%B7%20%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%85,%D0%B7%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D0%BA%D1%83%20%D0%B7%20%D1%86%D0%B8%D0%BC%20%D1%83%202026%20%D1%80%D0%BE%D1%86%D1%96%20%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82 (accessed 04.04.2026)

10. Bykova, L. (2025), “The war caused Ukraine losses of at least \$170 billion”, Gwara Media, available at: <https://gwaramedia.com/vijna-zavdala-ukrayini-zbitkiv-na-170-milyardiv-dolariv-kse/> (accessed 04.04.2026)

11. Baek, C.R., Kim, H.D. and Jang, Y.C. (2024), “Exploring glass recycling: Trends, technologies, and future trajectories”, *Environmental Engineering Research*, vol. 30(3). DOI: <https://doi.org/10.4491/eer.2024.241>

Отримано редакцією журналу / Received: 14.04.26

Прорецензовано / Revised: 21.04.26

Дата публікації / Published: 23.04.26