

Ю. М. Зеленін,
к. е. н., доцент кафедри фінансів, банківської та страхової справи,
Міжрегіональна Академія управління персоналом
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9565-336X>

DOI: 10.32702/2306-6814.2025.23.129

ОСОБЛИВОСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЇ В УМОВАХ ЕНЕРГОПЕРЕХОДУ

Y. Zelenin,
PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Finance,
Banking and Insurance, Interregional Academy of Personnel Management

FEATURES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF METALLURGY IN THE CONDITIONS OF ENERGY TRANSITION

У статті досліджено особливості та імперативи сталого розвитку чорної металургії України в контексті глобального Четвертого енергопереходу та переходу до нового, шостого технологічного укладу. Актуальність теми зумовлена критичним значенням металургійної галузі як системоутворюючої для національного господарства, яка водночас є одним із найбільших споживачів енергії та емітентів парникових газів. Визначено, що на відміну від попередніх історичних енергетичних циклів, рушійною силою поточної трансформації є не стільки економічна доцільність (хоча вона швидко зростає), скільки гостра кліматична необхідність та регуляторний тиск міжнародної спільноти.

Проаналізовано історичний контекст змін технологічних укладів у металургії (від мартенівського до киснево-конвертерного виробництва), а також циклічність економічних змін на основі теорії "довгих хвиль" Кондратьєва. Зроблено висновок, що сучасна еволюція вимагає стрибкоподібної модернізації української галузі — переходу від застарілих вуглецево-інтенсивних доменних процесів до низьковуглецевих технологій, зокрема прямого відновлення заліза воднем.

Виділено комплекс ключових факторів, що обумовлюють необхідність декарбонізації, серед яких: кліматична загроза, що вимагає скорочення емісії; енергетична безпека України; досягнення технологічного суверенітету через інтеграцію НДТМ та ВДЕ; а також економічні вигоди від підвищення ресурсної ефективності. Особлива увага приділена зовнішньому тиску, зокрема Механізму прикордонного вуглецевого коригування (СВАМ), який трансформує екологічні вимоги на прямий економічний бар'єр, роблячи декарбонізацію імперативом виживання для українських експортерів.

Сформульовано авторське визначення сталого розвитку металургії в умовах Енергопереходу як складного процесу техніко-технологічних і управлінських перетворень, які забезпечують конкурентоспроможність підприємств через підвищення ресурсної ефективності та зниження вуглецевої ємності. Підкреслено, що головною рушійною силою цих змін є державне регулювання (створення податкових стимулів, системи торгівлі викидами, розвиток зеленого фінансування) у поєднанні з тиском інвесторів (ESG-фактор).

Результати дослідження доводять, що для України шлях до сталого розвитку металургії полягає у свідомій відмові від повільного, поступового переходу та виборі стратегії прискореного заміщення вуглецевих технологій на базі власного потенціалу залізної руди та відновлюваної енергії.

The article examines the features and imperatives of sustainable development of the ferrous metallurgy of Ukraine in the context of the global Fourth Energy Transition and the transition to a new, sixth technological order. The relevance of the topic is due to the critical importance of the metallurgical industry as a system-forming one for the national economy, which is at the same time one of the largest energy consumers and emitters of greenhouse gases. It is determined that, unlike previous historical energy cycles, the driving force of the current transformation is not so much economic expediency (although it is growing rapidly), but rather an acute climate need and regulatory pressure from the international community. The historical context of changes in technological orders in metallurgy (from open-hearth to oxygen-converter production) is analyzed, as well as

the cyclical nature of economic changes based on Kondratiev's theory of "long waves". It is concluded that the current evolution requires a leapfrog modernization of the Ukrainian industry – a transition from outdated carbon-intensive blast furnace processes to low-carbon technologies, in particular, direct iron reduction with hydrogen.

A set of key factors determining the need for decarbonization is identified, including: the climate threat requiring emission reductions; Ukraine's energy security; achieving technological sovereignty through the integration of NDTM and RES; as well as economic benefits from increasing resource efficiency. Particular attention is paid to external pressure, in particular the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), which transforms environmental requirements into a direct economic barrier, making decarbonization a survival imperative for Ukrainian exporters.

The author's definition of sustainable development of metallurgy in the context of the Energy Transition is formulated as a complex process of technical, technological and managerial transformations that ensure the competitiveness of enterprises through increased resource efficiency and reduced carbon intensity. It is emphasized that the main driving force of these changes is state regulation (creation of tax incentives, emissions trading systems, development of green financing) in combination with investor pressure (ESG factor).

The results of the study prove that for Ukraine, the path to sustainable development of metallurgy lies in a conscious rejection of a slow, gradual transition and the choice of a strategy of accelerated replacement of carbon technologies based on its own potential of iron ore and renewable energy.

Key words: energy transition, decarbonization, metallurgy, carbon neutrality, hydrogen metallurgy, Kondratiev long waves, regulatory pressure, sustainable development.

Ключові слова: енергоперехід, декарбонізація, металургія, вуглецева нейтральність, воднева металургія, довга хвиля кондратьєва, регуляторний тиск, сталий розвиток.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Технологічну трансформацію соціально-економічної системи доцільно характеризувати як серію кардинальних змін у методах виробництва та технологічних укладах у світлі глобального енергопереходу.

Експерти вважають, що нинішня соціально-економічна система визначається переходом сучасної цивілізації від індустріальної до постіндустріальної економіки та, відповідно, до нового технологічного укладу [1]. Для української металургії цей перехід набуває особливої гостроти. Він означає необхідність відмови від застарілих вуглецево-інтенсивних технологічних укладів (насамперед, доменних печей) та перехід до низьковуглецевих технологій (воднева металургія, розширене використання ЕАФ. Ця трансформація є критичною для збереження конкурентоспроможності на світових ринках, які все більше регулюються кліматичними механізмами, такими як СВМ. Новий технологічний уклад у металургії базується на автоматизації, цифровізації, гнучкості виробництва та циркулярній економіці, що забезпечує не лише екологічну стійкість, але й вищу ресурсну ефективність.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

У 1920-х роках Микола Кондратьєв описував "довгі хвилі" як досить тривалі економічні цикли, що виникають внаслідок впровадження інноваційних (для свого часу) технологічних рішень. Це, у свою чергу, призвело до значного періоду фінансового добробуту та стабільності [2].

Фактично, деякі європейські вчені майже одночасно висунули аналогічні ідеї: Саломон де Вольф і Яков ван Гельдерен були серед перших авторів, які розглядали ці хвилеподібні рухи або періоди певних доміную-

чих технологічних процесів, джерел енергії та галузей промисловості [3, 4].

Таким чином, концепція "довгої хвилі" визнається на міжнародному рівні та застосовується для характеристики еволюції технологій та зміни домінуючих джерел енергії.

Для української металургії цей аналіз особливо актуальний, оскільки:

1. Поточна хвиля: Світова економіка перебуває на етапі переходу до нового, шостого технологічного укладу, ядром якого є цифрові, біо- та, що найважливіше, низьковуглецеві енергетичні технології.

2. Стратегічний виклик: Вихід української металургії на траєкторію сталого розвитку вимагає стрибка з застарілого (3-го або 4-го) укладу (заснованого на вугіллі та доменних печах) безпосередньо у шостий, що передбачає водневі технології та масштабну електрифікацію (на основі відновлюваної енергії).

ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ

Проаналізувати особливості сталого розвитку металургії в умовах енергопереходу.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБГРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Проблема зміни клімату змушує світову спільноту, насамперед в особі урядів різних держав, в усьому світі вибудовувати курс на низьковуглецевий розвиток, досягнення вуглецевої нейтральності та декарбонізацію.

Реалізація нових промислових та екологічних політик і законодавчих ініціатив поставила світ на поріг Четвертого енергопереходу. Цей перехід характеризується:

1. Прискороною відмовою від викопного палива: На відміну від попередніх енергетичних революцій, рушійною силою є не винахід нового дешевого джерела, а кліматична необхідність.

2. Домінуванням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ): Масштабна електрифікація, що базується на ВДЕ (сонце, вітер) та впровадження екологічно чистих енергоносіїв (наприклад, зелений водень), стають основою нової економіки.

Для національного господарства України та її металургії Четвертий енергоперехід є не просто трендом, а умовою виживання та інтеграції:

— Зовнішній тиск: Механізми на кшталт СВАМ трансформують екологічні вимоги на прямий економічний бар'єр, змушуючи вітчизняні підприємства прискорити еколого-кліматичну модернізацію.

— Стратегічна можливість: Володіння значними запасами залізної руди та потенціалом ВДЕ (для виробництва водню) дозволяє Україні перетворити металургійну галузь на виробника "зеленої" сталі, отримуючи нові конкурентні переваги в умовах низьковуглецевої економіки.

Наразі відбувається Четвертий великий енергетичний перехід: від викопного палива до ВДЕ. Попередні переходи ознаменували нові епохи: вогонь трансформував еволюцію людини; сільське господарство проклало шлях до осілих суспільств; а індустріальна епоха, заснована на викопному паливі, хоч і змінила умови життя, завдала значної шкоди навколишньому середовищу.

У науковій літературі підходи до поняття Енергетичного переходу різняться, що підкреслює складність визначення його меж і критеріїв [4].

1. Технологічна (ресурсна) трактовка: Найчастіше термін трактують як послідовні фундаментальні зрушення у використанні первинних енергетичних ресурсів у галузях національних господарств і виробництві електроенергії. У цьому контексті йдеться про зростання використання певного паливно-енергетичного ресурсу (наприклад, Н 2 та ВДЕ порівняно з іншими).

2. Соціально-екологічна трактовка: Існує також підхід, який деталізує концепцію, акцентуючи увагу на соціально-екологічних та політичних аспектах цього процесу. Таке розуміння відображає зміни в енергетичних і промислових системах, трансформацію технологій, підвищення рівня уваги до соціальних і природоохоронних проблем, включно з боротьбою з кліматичними змінами.

Трансформаційні процеси, спричинені переходом, підкреслюють нагальну необхідність все більш активного використання моделей сталого розвитку у промисловості та енергетиці.

Для України тема глобального енергетичного переходу отримала імпульс до розвитку на тлі:

— Євроінтеграційних зобов'язань: Гармонізація законодавства з Європейським зеленим курсом (Green Deal) та необхідність адаптації до СВАМ.

— Високих кліматичних та екологічних ризиків: Необхідність модернізації енергоємних секторів, зокрема металургії, для зниження викидів CO 2 та підвищення технологічної стійкості.

— Енергетичної безпеки: Перехід до ВДЕ та власного виробництва зеленого водню є стратегічним кроком для зміцнення енергетичної незалежності.

Історично процес енергопереходу займав тривалий період часу і був зумовлений потребою в більш продуктивній енергетиці для забезпечення зростаючих потреб людства. Наприклад, вугілля забезпечило індустріалізацію, створення технічно розвиненої промисловості та значне збільшення її частки в економіці.

При цьому нові джерела енергії завжди мали вищі якісні характеристики та ресурсоефективність, а отже, й економічну привабливість, що дозволяло ефективно застосовувати їх у набагато ширшому переліку видів економічної діяльності.

Рушійною силою та одночасно ключовою особливістю поточного Четвертого енергетичного переходу — переходу до відновлюваних та низьковуглецевих джерел енергії — стає не стільки традиційна технологічна потреба чи економічна ефективність (хоча остання швидко зростає), скільки якісно новий фактор:

— Обмеження впливу на планетарну екологічну систему шляхом скорочення викидів техногенних парникових газів.

— Гальмування процесів кліматичних змін.

Це означає, що конкурентоспроможність української металургії більше не може ґрунтуватися лише на ресурсній ефективності (як це було в попередніх енергопереходах). Вона критично залежить від екологічної ефективності та швидкості переходу на "зелені" технологічні рішення.

Для національного господарства це вимагає:

1. Пріоритету екологічних інвестицій: Інвестиції у декарбонізацію (водневі технології, EAF) мають розглядатися не як витрати, а як стратегічні інвестиції у довгострокову економічну стійкість.

2. Державного регулювання: Посилення державного регулювання та гармонізація з європейськими нормами є необхідним прискорювачем для переходу, оскільки ринкова економіка сама по собі не завжди враховує повну ціну кліматичних ризиків.

Слід зазначити, що на темпи Енергопереходу також впливає бажання багатьох розвинених країн забезпечити свою енергетичну безпеку та знизити залежність від імпортованих вуглеводнів. У свою чергу, для досягнення цілей низьковуглецевого розвитку застосовуються різні механізми та інструменти регулювання на міжнародному та національному рівнях.

Для української металургії та національного господарства, що прагнуть інтеграції до ЄС, цей фактор є критичним:

1. Загроза СВАМ: Європейський Механізм прикордонного вуглецевого коригування (СВАМ) спрямований саме на нівелювання цієї проблеми, оподатковуючи імпорт вуглецевої продукції та стимулюючи декарбонізацію країн-експортерів, включаючи Україну. Таким чином, Україна не може дозволити собі бути країною, куди переносяться "брудні" технології.

2. Стратегічний імператив: Єдиний шлях для України — це масштабна технологічна модернізація (перехід на Н 2-DRI та EAF), щоб уникнути як "витоку вуглецю", так і його оподаткування.

Хоча частина ефекту декаплінгу (розриву зв'язку між ВВП і викидами) у розвинених країнах була досягнута за рахунок перенесення виробництва в інші країни та імпорту товарів, серйозну роль також відіграло:

- Підвищення енергоефективності економіки.
- Скорочення частки вугілля в генерації енергії.
- Зростання частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ).

Саме ці три чинники, а не лише аутсорсинг, є ключовою стратегією для українського національного господарства у забезпеченні сталого розвитку.

Особливу увагу в умовах Четвертого енергопереходу слід приділити системоутворюючим галузям промисловості — галузям, робота яких має критичне значення для функціонування соціально-економічної системи країни. В першу чергу це стосується:

- Чорної та кольорової металургії.
- Хімічної та целюлозно-паперової промисловості.

Галузь чорної металургії є однією з найважливіших, успішний розвиток якої визначає промисловий потенціал і можливості будь-якої держави.

Наша цивілізація у тому вигляді, в якому вона існує, базується на використанні металу (насамперед, заліза) як основного конструкційного матеріалу.

Продукція підприємств чорної металургії використовуються переважно у:

- Машинобудуванні та будівництві.
- Створенні військової техніки та озброєнь.
- Усіх видах транспорту.
- Виробництві та використанні електричної, теплової та атомної енергії.
- Засабах зв'язку, мікро— та радіоелектроніці, освоєнні підводного та космічного просторів тощо.

У зв'язку з цим дана галузь є системоутворюючою, а від ступеня її розвитку та технологічної модернізації багато в чому залежить і стан промислового виробництва в цілому.

Чорна металургія — комплексна галузь, оскільки вона охоплює різні підгалузі, що включають технологічні процеси з видобутку, збагачення залізної руди, а також виплавки металів (чавуну та сталі) і виробництва металопродукату.

Для України, яка має значні потужності та ресурси в металургії та традиційно входить до світових лідерів за обсягами виробництва сталі, декарбонізація цієї галузі є стратегічною національною задачею для збереження її ключової ролі у відновленні та економічній інтеграції.

Поточний етап розвитку чорної металургії базується на досягненнях в енергетиці та інформаційних технологіях, розробках у сфері створення та експлуатації технічних засобів, впровадженні нових засобів контролю та синтезі наукових знань фізико-хімії процесів.

Досягнення в одній із перелічених областей призводять до появи прогресивних рішень у металургії.

Історія свідчить про циклічний характер появи суттєвих змін або проходження стадій еволюції у техніці та технології чорної металургії.

Цей циклічний характер підкреслює, що декарбонізація української металургії є не просто точковою модернізацією, а частиною нового технологічного циклу, який:

1. Критично залежить від енергетики: Успіх водневої металургії (H 2 DRI) безпосередньо залежить від масштабного розвитку виробництва зеленого водню (на основі ВДЕ) та електрифікації (EAF).

2. Вимагає інтеграції IT: Впровадження цифрових технологій та автоматизації (як елементів шостої тех-

нологічного укладу) є необхідною умовою для підвищення ресурсної та екологічної ефективності низьковуглецевого виробництва.

Так, друга половина дев'ятнадцятого століття пов'язана з розвитком мартенівського способу виробництва сталі. З середини двадцятого століття сталь почали отримувати в кисневих конвертерах (шляхом продування рідкого чавуну киснем у сталеплавильних агрегатах-конвертерах). Наразі таким способом виплавляють понад 65% сталі, що виробляється у світі.

Експерти сходяться на думці, що до середини двадцятого першого століття домінувати в галузі будуть процеси прямого відновлення заліза (DRI) з використанням як відновника та палива водню (H 2).

Для української металургії це означає:

— Низьковуглецевий імператив: Необхідність стрибкоподібного переходу від домінуючого зараз конвертерного способу (заснованого на чавуні з доменних печей, що використовують кокс / вугілля) безпосередньо до водневих технологій (H 2 DRI) та електродугових печей (EAF).

— Інвестиційний пріоритет: Довгострокова конкурентоспроможність галузі залежить від масштабних інвестицій у створення інфраструктури зеленого водню та переоснащення виробничих потужностей.

Серед галузей промисловості чорна металургія посідає перше місце за викидами парникових газів та друге за споживанням енергії. Наразі на цей сектор припадає близько 8 % світового кінцевого попиту на енергію та 7 % викидів CO 2 -екв. (включно з викидами від спалювання палива).

Емісія парникових газів від спалювання палива у промисловому виробництві (включно з виробництвом електроенергії та тепла для власних потреб підприємств) становить від 10 % до 35 % від загальної емісії викидів, залежно від галузі промисловості. Решта викидів — технологічні.

Саме висока частка технологічних викидів (неминучих при відновленні заліза вуглецем у доменних печах) робить декарбонізацію української металургії такою складною та вимагає кардинальної зміни виробничого процесу (перехід на H 2-DRI).

Таким чином, Енергоперехід у промисловості доцільно розглядати як якісну структурну зміну та поступову технологічну трансформацію, що полягають у:

1. Переході на більш ресурсо- та енергоефективні технології.

2. Зниженні частки використання первинних ресурсів та поверненні до економічного обігу більшої кількості вторинних ресурсів (принцип циркулярної економіки).

3. Зміні структури первинного енергоспоживання у бік збільшення частки паливних енергоресурсів з низьким вуглецевим слідом (як-от зелений водень) у міру розвитку відповідної енергетичної інфраструктури.

Як уже зазначено, в умовах Енергопереходу при визначенні пріоритетів розвитку промислового сектора необхідно враховувати позиції стейкхолдерів. Сталий розвиток організації дедалі більше залежить від якості її взаємовідносин із зацікавленими сторонами, оскільки соціально-екологічні та кліматичні проблеми неможливо вирішувати без повноцінного залучення формальних та неформальних груп.

Сталий розвиток глобальної та локальної промислових систем — це результат взаємодії та очікувань держави, бізнесу та суспільства. У цьому контексті доцільно виділити такі стратегічні пріоритети:

- Соціальні
- Економічні
- Екологічні та кліматичні
- Технологічні
- Енергетичні
- Інноваційні

За результатами проведених досліджень сформульовано авторське визначення сталого розвитку металургії в умовах Енергопереходу у частині необхідності врахування аспектів ресурсної ефективності та вуглецевої виробництва.

Сталий розвиток металургії (розглянутої як соціально-економічна система) в умовах Енергопереходу пропонується трактувати як складний процес взаємозалежних кількісних і якісних техніко-технологічних, економіко-управлінських та організаційних перетворень, які відображають здатність металургійних підприємств зміцнювати конкурентні позиції та підтримувати власну економічну ефективність, при цьому забезпечуючи:

— Потреби суспільства та виконання прийнятих міжнародних зобов'язань (насамперед, євроінтеграційних та кліматичних).

— Розвиток національної економіки за рахунок підвищення ресурсної ефективності з одночасним зниженням вуглецевої виробництва та обмеженням негативного впливу на навколишнє середовище.

Для досягнення вуглецевої нейтральності потрібні швидші та всеосяжніші зміни у структурі промисловості й енергетики, ніж будь-коли. За існуючих тенденцій та нинішніх технологій "чистий нульовий рівень" сьогодні здається практично недостижним. Однак, історія минулих (повільних) енергетичних переходів не обов'язково має визначати майбутнє сьогодення Енергопереходу.

ВИСНОВКИ

На процес декарбонізації української металургії впливають дві ключові сили:

1. Тиск Інвесторів (ESG-фактор)

Важливо відзначити тиск з боку інвесторів на промисловий сектор. Великі міжнародні інвестори хочуть отримувати прозору інформацію про викиди парникових газів, а також про комплекс заходів, які реалізують компанії для скорочення вуглецевої виробництва. Цей фактор дедалі більше впливає на політику промислових компаній, які змушені генерувати та реалізовувати корпоративні стратегії декарбонізації (ESG-стратегії).

2. Регулюючий Вплив Держави

Головною рушійною силою розвитку комплексу заходів, спрямованих на зниження вуглецевої виробництва, є держава та її регулюючий вплив. Це відбувається шляхом створення різних організаційно-економічних та ринкових інституційних інструментів, спрямованих, зокрема, на:

- Формування податкової системи, що стимулює компанії знижувати вуглецевий слід.
- Створення системи торгівлі викидами (як національної, так і адаптація до CBAM).

— Організацію закупівель ("зелені" державні закупівлі).

— Розвиток ринків зеленого фінансування.

Література:

1. Schwab, K. The Fourth Industrial Revolution. New York: Crown Business, 2016.
2. Стойко, І. І., Лобас, Н. Г. Теорія довгих хвиль М. Д. Кондратьєва: Тенденції та протиріччя. Економічний вісник НТУУ "КПІ". 2010. № 7. С. 182—186. (Замість оригінальної праці Кондратьєва).
3. De Wolff, S. De oorlog: in hoofdzaak een economische studie. Amsterdam: De Haagsche Boek— en Handelsdrukkerij, 1924.
4. Van Gelderen, J. Springvloed: beschouwingen over industriele ontwikkeling en prijsbeweging. Amsterdam: N. V. Em. Querido's Uitgeversmaatschappij, 1927.
5. Smil, V. Energy Transitions: History, Requirements, Prospects. Santa Barbara, CA: Praeger, 2010.
6. Smil, V. Growth: From Microorganisms to Megacities. Cambridge, MA: The MIT Press, 2019.
7. World Steel Association. Steel Industry Climate Action Transition. Brussels: World Steel Association, 2022.
8. International Energy Agency (IEA). Iron and Steel Technology Roadmap. Towards a low-carbon transition. Paris: IEA, 2020.
9. European Commission. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Brussels, 2021.

References:

1. Schwab, K. (2016), The Fourth Industrial Revolution, Crown Business, New York, USA.
2. Stoiko, I.I., Lobas, N.H. (2010), "Kondratiev's Theory of Long Waves: Trends and Contradictions", Ekonomichnyi visnyk NTUU "KPI", vol. 7, pp. 182—186.
3. De Wolff, S. (1924), De oorlog: in hoofdzaak een economische studie [The War: Primarily an Economic Study], De Haagsche Boek— en Handelsdrukkerij, Amsterdam
4. Van Gelderen, J. (1927), Springvloed: beschouwingen over industriele ontwikkeling en prijsbeweging [Spring Flood: Reflections on Industrial Development and Price Movement], N. V. Em. Querido's Uitgeversmaatschappij, Amsterdam.
5. Smil, V. (2010), Energy Transitions: History, Requirements, Prospects, Praeger, Santa Barbara, USA.
6. Smil, V. (2019), Growth: From Microorganisms to Megacities, The MIT Press, Cambridge, USA.
7. World Steel Association (2022), Steel Industry Climate Action Transition, World Steel Association, Brussels.
8. International Energy Agency (IEA) (2020), Iron and Steel Technology Roadmap. Towards a low-carbon transition, IEA, Paris.
9. European Commission (2021), Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), Brussels.

Стаття надійшла до редакції 06.11.2025 р.