

М. О. Кузнецова,
асистент кафедри економіки підприємства,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ORCID ID: 0000-0003-2958-0312

DOI: 10.32702/2306-6806.2021.1.171

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ ЯК ПРІОРИТЕТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

М. Kuznetsova,
Assistant of the Department of Business Economics, Taras Shevchenko National University of Kyiv

DECARBONIZATION AS PRIORITY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ENERGY COMPANY

Статтю присвячено аналізу особливостей функціонування енергетичних підприємств у контексті реалізації Україною міжнародних ініціатив з декарбонізації. В ході дослідження визначено ключові напрями забезпечення сталого розвитку вітчизняних компаній за умов виконання положень Паризької кліматичної угоди та Європейської Зеленої Угоди. Підкреслено доцільність якісного переходу на екологічну сировину для забезпечення інклюзивного розвитку та дотримання принципів корпоративної соціальної відповідальності всіма енергетичними підприємствами України, а особливо тими, що становлять найбільшу загрозу для навколишнього середовища — тепловими електростанціями. Детально проаналізовано генераційні особливості функціонування теплоелектростанцій, а також актуалізовано важливість переходу на менш екологічно шкідливі марки вугілля із встановленням додатково нових фільтрів з метою попередження вивільнення парникових газів антропогенного походження, визначених Кіотським протоколом, а також підвищення ефективності реалізації політики низьковуглецевого виробництва. Обґрунтовано актуальність залучення енергетичних компаній України до міжнародного поділу праці у контексті активізації процесів розробки та реалізації інновацій щодо переходу від сучасного пріоритету в "абсолютний нуль" шкідливих викидів до вуглецевої нейтральності. Представлено характеристику відповідної інноваційної технології щодо зменшення викидів вуглекислого газу в атмосферу шляхом його акумуляції з джерела генерації з подальшим його зберіганням та корисним використанням. Доведено, що впровадження інноваційних виробничих та управлінських практик дозволить ініціювати поступовий перехід вітчизняної економіки від індустріальної до циркулярної, а також забезпечити побудову енергетичних компаній майбутнього з довгостроковими конкурентними перевагами, заснованими на принципах енергонезалежності та енергоефективності, прогресивної декарбонізації та сталого розвитку. Наголошено на вирішальному значенні саме інноваційного напрямку розвитку економіки загалом та бізнес-процесів сучасних енергетичних підприємств для підвищення їх конкурентних переваг на міжнародному ринку.

The article is aimed at the peculiarities analysis of energy enterprises functioning in the context of Ukrainian decarbonization international initiatives implementation. The study identifies key areas for sustainable development of domestic companies in compliance with Paris Climate Agreement and European Green Deal. The expediency of high-quality transition to ecological raw materials to ensure inclusive development and adherence to the principles of corporate social responsibility by all energy enterprises of Ukraine is emphasized, especially in scope of those companies that pose the greatest threat to the environment? thermal power generation plants. The generation features of thermal power plants are analyzed in detail, as well as the importance of switching to less environmentally harmful types of coal with the installation of new filters to prevent the release

of greenhouse gases of anthropogenic origin, defined by the Kyoto Protocol, and increase the efficiency of low-carbon production. The urgency of involving Ukrainian energy companies in the international division of labor in the context of intensifying the processes of development and implementation of innovations to move from the current "absolute zero" priority of harmful emissions to carbon neutrality. The characteristics of the corresponding innovative technology for reducing carbon dioxide emissions into the atmosphere by its accumulation from the generation source with its subsequent storage and fruitful usage are presented. The establishment of innovative production and management practices is proved to initiate a gradual transition of the domestic economy from industrial to circular, as well as ensure the construction of energy companies of the future with long-term competitive advantages based on energy independence and energy efficiency, progressive decarbonization and sustainable development. Emphasis is placed on the crucial importance of the innovative direction of economic development in general and business processes of modern energy companies in particular to increase their competitive advantages in the international market.

Ключові слова: декарбонізація, екологізація, енергоефективність, сталість, сталий розвиток, циркулярна економіка.

Key words: decarbonization, greening, energy efficiency, sustainability, sustainable development, circular economy.

ВСТУП ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасний розвиток країни неможливий без свідомого прийняття пріоритетності забезпечення ефективного балансу тріади компонентів сталості — економічного, економічного та соціального. Однак високий рівень невизначеності умов взаємодії всіх стейкхолдерів та різноманітність ризик-імпактів макро- та мікросередовища доводять практичну недовірливість пасивної декларативності проголошення цілей та невідповідність очікуваних результатів реаліям, спонукаючи тим самим до розробки детальних програм та механізмів їх ефективно-ї реалізації з метою досягнення кліматичної стабілізації згідно міжнародних ініціатив та домовленостей. Енергетична галузь є однією із ключових у цьому напрямі глобальних змін, оскільки поступальне нарощування потужностей на базі застарілих технологій та зношених основних засобів призводить до збільшення негативного впливу на екологію регіонів та країн, а якісна перебудова структури сектору є довготривалою та інвестиційно затратною. Саме тому поступова реалізація політики декарбонізації вітчизняних енергетичних підприємств сприятиме відповідальному залученню стейкхолдерів до процесу сталого виробництва та споживання, а Україна як держава підтримуватиме курс на побудову циркулярної економіки та забезпечення інклюзивного розвитку.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Загальні особливості забезпечення сталого розвитку країн та регіонів, а також окремі практичні аспекти реалізації соціально-відповідальної політики функціонування компаній висвітлено в працях багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців, зокрема Аткинсона Дж., Боссея Х., Вергун А., Дейлі Г., Дернінга А., Згуровського М., Тарасенко І., Харазішвілі Ю., Хвесика М. та інших. Однак відсутність науково-обґрунтованої категоріальної бази, а також чітких механізмів реалізації сучасних імперативів сталого розвитку підприємств енергетичного сектору економіки вимагає більш детального аналізу та подальшого дослідження окресленої проблематики.

МЕТА СТАТТІ

Метою статті є обґрунтування ключових міжнародних імперативів та національних особливостей реалі-

зації політики декарбонізації енергетичних підприємств України для забезпечення їх сталого розвитку у довготривалій перспективі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Актуалізація політики екологізації функціонування промислових підприємств та виробничих об'єктів в Україні обумовлена її міжнародним статусом країни-учасника численних багатосторонніх угод та домовленостей щодо дотримання курсу зменшення викидів парникових газів та стримування галопоуючих темпів зміни клімату. Згідно з положеннями відповідних директив та пактів, найбільш відомими з яких є Паризька кліматична угода (угода в межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату) та "Європейська Зелена Угода" (European Green Deal), Україна має поступово переходити до циркулярної економіки, тобто економіки замкнутого циклу, а також створювати та реалізовувати програми декарбонізації із виходом на загальноєвропейський рівень у абсолютний нуль парникових газів до 2050 року (із проміжним результатом зменшення викидів на 40% до 2030 року) та стримувати глобальний температурний приріст у межах 2—1,5°C для попередження виникнення непереборних кліматичних наслідків.

Наприкінці 2020 року з метою наочного підтвердження пріоритетності та готовності дотримання і виконання задекларованих міжнародних ініціатив Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України разом з Європейським банком реконструкції і розвитку було представлено результати практичного моделювання Другого національно-визначеного внеску України до Паризької угоди [1]. Цей документ викликав достатньо велику кількість дискусій через неспівставність цілей та показників із попереднім планом, який був офіційно оприлюднений у 2016 році. Відповідно, Перший національно-визначений внесок України до Паризької угоди передбачав амбітні цілі — досягти 60% скорочення шкідливих викидів парникових газів впродовж наступних 15 років. Базовим для оцінки було встановлено 1990 рік. Однак думки експертів щодо актуальності зазначеного пріоритетів розділилися, оскільки 1990 не є валідним для порівняння роком у зв'язку із масовим кризовим закриттям підприємств, що забруднювали навколишнє середовище, а тому критерії були заздалегідь штучно заниженими. Отже, висновки уряду щодо до-

цільності технічного переозброєння чи модернізації тих чи інших галузей економіки та окремих підприємств не визнавалися такими, що мають обґрунтовані передумови та раціональні пропозиції.

У рамках реалізації політики сталого розвитку держави важливо дотримуватися принципу синергетичної єдності трьох кльових елементів — економічного, соціального та екологічного. Актуалізація роботи в щодо виконання зобов'язань зі усіма 17 цілями не викликає сумніву у науковців та практиків [2—4]. Декарбонізація ж функціонування підприємств передбачає скорочення викидів шкідливих речовин, зокрема парникових газів антропогенного походження. Відповідно до класифікації, визначеної Кіотським протоколом, до останніх належать метан, вуглекислий газ, оксид азоту, гексафторид сірки, фторовані гази, гідро- та перфторвуглеці.

Серед усіх енергетичних підприємств-генераторів електричної енергії найбільшу загрозу для екології становлять саме теплові станції через шкідливість викидів побічних результатів від їх функціонування. Сучасні особливості розвитку світової та вітчизняної електроенергетики дають можливість виокремити такі ключові тенденції розвитку цієї галузі в Україні у довгостроковій перспективі:

- переважна частка в загальній структурі генерації належатиме атомній та тепловій енергії;
- із активізацією "зеленого переходу" функціональне призначення теплових електростанцій буде змінено на режим резервних та маневрених потужностей;
- розвиток альтернативних джерел енергії сприятиме якійсній перебудові ринку та активізує поступову децентралізацію.

Значені напрями будуть розвиватися поступово з посиленням впливу вітчизняних ринкових чинників та невідкладної важливості запровадження міжнародних практик у діяльності підприємств генерації. Однак сучасні реалії функціонування теплових електростанцій в Україні є далекими від очікуваних у розрізі відповідності екологічним стандартам та експлуатаційним нормам. Важливо підкреслити, що за наявних умов та обсягів генерації спостерігається процес недотримання навіть базових вимог щодо очищення та фільтрації викидів. Так, на сучасних теплових електростанціях потужністю, наприклад, 2400 МВт, спалюється за добу до 20 тис. т вугілля і при цьому викидається близько 100 т твердих частинок і до 120 т окислів азоту. При спалюванні вугілля в котельних агрегатах (ТЕС, ТЕЦ, промислових печах та котельнях) в атмосферу поступає велика кількість токсичних речовин, до яких відносяться:

- тверді частинки — пил, зола, сажа;
- шкідливі гази — оксиди сірки (SO_2 , SO_3); оксиди азоту (NO , NO_2); оксид вуглецю (CO);
- оксиди деяких важких металів, що можуть знаходитись у вхідній сировині [5, с. 254].

Важливим критерієм у процедурі оцінки рівня шкідливого впливу на навколишнє середовище є аналіз якості вугілля, що використовується в процесі виробництва електроенергії, насамперед його марки. Якщо паливо є низькосортним, то відповідні конденсаційні електричні установки спричиняють суттєве забруднення не лише атмосферного повітря, але й річок та ґрунтів, розташованих на прилеглий території. Для прикладу, генерація електричної енергії з вугілля, що не підлягало попередньому збагаченню, створює та вивільняє на третину більше токсичних речовин (у т.ч. оксиду сірки). Саме процес збагачення є одним із ключових у технологічній обробці вихідної сировини, оскільки забезпечує зменшення зольної складової вугілля, призначеного для коксування (порогове значення складає 6—7%). Підвищення ж рівня зольності викликає понаднормові втрати вугілля в ході його спалювання, а надмірне шлакування зменшує коефіцієнт корисної дії установки та погіршує показники ефективності доменного виробництва. За високої зольності також

необхідно використовувати додаткові види палива для забезпечення достатнього ефекту перетворення теплової енергії від функціонування електричних генераторів у механічну.

Варто зазначити, що в органічній частині вугільної речовини здатні горіти тільки вуглець, водень і сірка. Від вмісту цих елементів залежить основна характеристика вугілля — його теплота згоряння. Решта складових вугілля як енергоносія — це баласт. Унаслідок нагрівання цього матеріалу без доступу повітря відбувається розкладання органічних речовин і деяких мінеральних домішок. Водночас виділяються легкі речовини й утворюється твердий порошокподібний або спечений залишок. При згорянні 1 кг аморфного вуглецю виділяється 34068 кДж теплоти. Наприклад, середній вміст вуглецю в різних горючих копалинах такий: торф — 59 %, буре вугілля — 69 %, кам'яне вугілля — 85 %, антрацит — 95% [6, с. 16].

Підсумовуючи наведені вище особливості, можна прийти до висновку, що саме перехід на менш екологічно шкідливі марки вугілля із встановленням додатково нових фільтрів та генеруючих установок є більш інвестиційно затратним напрямом декарбонізації енергетичних підприємств України, однак є потенційно пріоритетним з точки зору дотримання міжнародних стандартів та норм, а також забезпечення сталого розвитку не лише галузі, але й місцевих громад як важливих стейкхолдерів.

Проблема зменшення негативних ефектів функціонування енергетичних підприємств в Україні залишається не вирішеною. Так, обладнання для видалення двоокису сірки з димових газів в Україні практично відсутнє, тому концентрація двоокису сірки у димових газах ТЕС України є високою і залежить, головним чином, від вмісту сірки у вугіллі (який часто перевищує 2%). В якості ж основної технології очищення викидів ТЕС від NO_x у світі прийнята технологія селективно-каталітичного відновлення азоту, в якій використовують реакцію NO_x та аміаку (NH_3) з утворенням вільного азоту N_2 і водяної пари на поверхні каталізатора. Важливим є те, що цю технологію можна застосовувати практично на будь-яких енергоблоках та вона не передбачає утворення побічних субпродуктів, що потребують утилізації [7, с. 88]. Однак вітчизняні підприємства не звертають належної уваги на сучасні вимоги до екологізації та низьковуглецевого виробництва, а номінально встановлені фільтри є малоефективними з огляду на об'єми продукованих викидів.

Отже, відповідаючи сучасним тенденціям розвитку техніки та технологій енергетичне підприємство має обов'язково надавати транспарентну звітність не лише щодо обсягів шкідливих викидів та ступеня негативного впливу на екологічну ситуацію регіону, але й розкривати ключові аспекти корпоративної соціальної відповідальності і можливостей здійснення комплексної політики щодо адаптації виробничого процесу до умов сталого розвитку, зокрема:

- розробити та постійно оновлювати план поводження з відходами залежно від змін в операційній діяльності;
- удосконалити превентивні та коригуючі процедури на основі постійних моніторингів, якісного аналізу та адаптивного контролю;
- запровадити механізм реактивного реагування на збої мікро-операційних процесів, що можуть спричинити суттєві порушення роботи систем штучного інтелекту та автоматизованого виробництва і обліку;
- реалізовувати поетапні заходи щодо реконструкції та модернізації наявних потужностей із пріоритетом повного оновлення устаткування з врахуванням міжнародних стандартів і норм.

Інноваційною технологією щодо зменшення викидів вуглекислого газу в атмосферу є його акумуляція, збе-

рігання та використання безпосередньо з джерела його генерації (теплових електростанцій, промислових об'єктів). Такий метод прямого "всмоктування повітря" є абсолютно новим методом боротьби зі змінами клімату, оскільки, на відміну від усіх існуючих на сьогодні, передбачає не активну заміну виробничих потужностей та інфраструктурних об'єктів на більш зелені аналоги, а створення якісно нових наноустановок у рамках розвитку геоінженерії.

Технологія прямого захоплення повітря (англ. — direct air capture) уможливує два варіанти очищення повітря:

— шляхом абсорбування вже вивільненого парникового газу з подальшим його відокремленням від інших речовин зі складу повітря (секвестр) є дискусійним способом з огляду на низьку концентрацію CO₂, а також високі закупівельні та операційні витрати, пов'язані із зберіганням CO₂ під дією компресорів;

— через забір вуглекислого газу безпосередньо в момент його виходу з генераційних або фільтруючих установок з метою попередження його змішування з іншими газами та сполуками — є більш ефективним та менш затратним способом, однак доцільність його масового застосування обумовлена наявністю великих виробничих потужностей, що продукують CO₂.

За попередніми оцінками міжнародних експертів середня вартість зазначеного "зеленого видобутку" коливається в межах 100—1000 доларів США за тону. Широкий масив значень обумовлений рівнем енергетичних затрат, особливостями конфігурації конкретного заводу, а також фінансовими умовами реалізації такої діяльності. Для прикладу, компанія Carbon Engineering заявила про можливість видобутку на рівні 94—232 доларів США за тону, що суттєво підвищує ефективність застосування технології прямого захоплення повітря в масштабах промисловості [8].

Доцільно зазначити, що дана технологія не є основною в рамках реалізації програми декарбонізації економіки або досягнення цілі вуглецевої нейтральності. Вона закладає основу раціонального індустріального розвитку на майбутнє, оскільки дозволяє генерувати підприємствам перетворювати негативні ефекти від їх функціонування у зелене джерело енергії для наступних природних процесів. Як альтернатива відомим методам екологізації технологія прямого захоплення повітря є інноваційною у контексті реалізації енергетичними компаніями відповідних програм їх соціально-відповідальної діяльності та забезпечення сталого розвитку.

ВИСНОВКИ

Як на глобальному чи регіональному рівні, так і в рамках муніципальної чи операційної політики найбільш важливим є дотримання принципів комплексності та системності. Відсутність належного енергоефективного споживання, наприклад, або невикористання наявного потенціалу щодо розробки та нагромадження відновлюваних джерел енергії унеможливує компенсацію необхідного "зеленого ефекту" щодо виконання директив Green Deal. Стратегічна важливість удосконалення проаналізованих особливостей функціонування енергетичного комплексу України та окремих підприємств-учасників обумовлена не лише міжнародними вимогами відповідності, але й пріоритетністю побудови енергонезалежної країни, яка володіє потужним потенціалом видобутку, генерації та акумулювання електричної енергії, в т.ч. достатньої кількості для експорту. Використання застарілих технологій, зношених виробничих установок та неефективних систем фільтрації поглиблює соціально-економічну кризу в галузі та регіоні, а також підвищує ризик функціонування компаній у майбутньому. Ефективна покрокова реалізація зазначених

напрямів сталого розвитку підприємств сприятиме створенню синергетичного імпаكتу у різних сферах життєдіяльності — від зменшення техногенного навантаження на економіку та негативного впливу на екологію до збільшення кількості робочих місць, розбудови інфраструктури та підвищення добробуту населення.

Література:

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України: офіційний портал. URL: <https://mepr.gov.ua> (дата звернення: 05.12.2020).
2. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення: 25.11.2020).
3. Вергун А.М. Концепція сталого розвитку в умовах глобалізації / А.М. Вергун, І.О. Тарасенко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. 2014. № 2. С. 207—218.
4. Харазішвілі Ю.М. Системна безпека сталого розвитку: інструментарій оцінки, резерви та стратегічні сценарії реалізації: монографія / Ю.М. Харазішвілі; НАН України, Інститут економіки промисловості. Київ, 2019. 304 с.
5. Кулик М.П. Аналіз екологічної небезпеки об'єктів теплової енергетики та методів зменшення шкідливих викидів / М.П. Кулик // Вісник Інженерної академії України. 2014. Вип. 2. С. 253—258.
6. Основи технічного аналізу вугілля: навч. посіб. / О.Ю. Светкіна, О.Б. Нетяга, Г.В. Тарасова, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. Дніпро: НГУ, 2017. 111 с.
7. Крижанівський Є.І. Екологічні проблеми енергетики / Є.І. Крижанівський, Г.В. Кошлак // Нафтогазова енергетика. 2016. № 1. С. 80—90.
8. IEA (2020), Direct Air Capture, IEA, Paris. URL: <https://www.iea.org/reports/direct-air-capture> (дата звернення: 05.12.2020).

References:

1. Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine: official website (2020), Available at: <https://mepr.gov.ua> (Accessed: 05.12.2020).
2. President of Ukraine (2019), Decree "On Sustainable Development Goals of Ukraine for the period till 2030", available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (Accessed: 25.11.2020).
3. Verhun, A.M. and Tarasenko I.O. (2014), "Concept of sustainable development in the globalization", Visnyk Kyivs'koho natsional'nogo universytetu tekhnolohij ta dizajnu, vol. 2, pp. 207—218.
4. Kharazishvili, Yu.M. (2019), Systemna bezpeka staloho rozvytku: instrumentarij otsinky, rezervy ta stratehichni stsenarii realizatsii [System security of sustainable development: assessment tools, reserves and strategic implementation scenarios], IIE of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
5. Kulyk, M.P. (2014), "Analiz ekolohichnoi nebezpeky ob'iektiv teplovoi enerhetyky ta metodiv zmeshennia shkidlyvykh vykydiv", Bulletin of Engineering Academy of Ukraine, vol. 2, pp. 253—258.
6. Svetkina, O.Yu. Netiaha, O.B. Tarasova, H.V. and Lysyts'ka, S.M. (2017), Osnovy tekhnichnoho analizu vuhillia [Fundamentals of technical analysis of coal], M-vo osvity i nauky Ukrainy, Nats. hirn. un-t. NHU, Dnipro, Ukraine.
7. Kryzhanivskiy, Ye. (2016), "Ecological issues of energy sector", Naftohazova enerhetyka, vol. 1, pp. 80—90.
8. IEA (2020), "Direct Air Capture", Available at: <https://www.iea.org/reports/direct-air-capture> (Accessed: 05.12.2020).

Стаття надійшла до редакції 13.01 2021 р.