

4. Про спрощення порядку надання населенню субсидій для відшкодування витрат на оплату житлово-комунальних послуг, придбання скрапленого газу, твердого та рідкого пічного побутового палива: постанова Кабінету Міністрів України № 848 від 21 жовтня 1995 р. із змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-95-%D0%BF#Text> (Дата звернення: 29.03.2022 р)

УДК 330:338.45:504:658.45

*Черватський Д.Ю.*

завідувач відділу, Інститут економіки промисловості  
НАН України  
*Солдак М.О.*

учений секретар, Інститут економіки промисловості  
НАН України  
*Смірнов Р.Г.*

професор, Департамент математики та статистики  
Dalhousie University (Канада)

## **МІКРО- ТА МЕЗОЕКОНОМІЧНІ ЦИРКУЛЯРНІ ПРОМИСЛОВІ ЕКОСИСТЕМИ**

Циркулярна економіка поряд з блокчейном та інтернетом речей визнана головною складовою Індустрії 4.0, або Четвертої промислової революції –актуальною є заміна існуючої формули 'take, make, waste' формулою 'reduce, reuse, recycle', що означає скороти (споживання), використовуй багаторазово, рециркулуй (відходи) [6]. Проблемою, як йдеться в роботах [7, 4], перша з яких за даними Google Scholar отримала 3241 посилань, а друга — 3881, є концептуальна розмитість контурів понять циркулярної економіки та сталого розвитку. У 2020 р. уряд Великої Британії опублікував програмну заяву з пакетом політик щодо економіки замкнутого циклу (Circular Economy Package, CEP), де все спрямовано на те, щоб допомогти національному господарству до 2050 р. стати макроекономією з нульовим викидом вуглецю — суто ідеологія сталого розвитку. До того ж Стратегія чистого зростання з зобов'язанням вивчити засоби управління та скорочення викидів на звалищах; Стратегія щодо сміття: законодавство про те, як скоротити кількість відходів та переконатися, що сміття не потрапляє в річки, озера та море. І лише дві частини прямо відповідають формулі циркулярної економіки — Промислова стратегія, спрямована на подовження життєвого циклу товарів; Стратегія ресурсів та

відходів (RWS) як прагнення отримати максимальну користь із продуктів та послуг та підвищити ефективність використання ресурсів<sup>4</sup>. Але й вони не дуже відійшли від політики античного імператора Веспасіана («гроші не пахнуть»), який оподатковував доходи від продажу урини з громадських туалетів дубильникам шкіри й портомиям (прачкам).

Набагато менше уваги в контексті циркулярної економіки приділено рециклінгу власних технологічних відходів самим же підприємством, що обумовило мету роботи — деталізувати формулу 'take, make, recycle' у промисловості.

Кондовим прикладом циркулярної економіки такого стибу резонно вважати ту, що пов'язана з утилізацією теплової енергії доменного шлаку на металургійних підприємствах. Розплавлений шлак, вилитий з пічки при температурі 1450-1550°C, є потужним енергоносієм [8]. У світі виробляється близько 750 млн т металургійних шлаків на рік, що супроводжується утворенням теплової енергії, еквівалентної спалюванню 40 млн т вугілля. За розрахунками енергія розплавленого шлаку здатна принести від 3 до 6 млрд дол. на рік [2, 3]. Але світовий досвід таких досягнень є дуже обмеженим. На одній з печей у Фукуямі функціонує установка придоменної грануляції розплаву, в якій використовується до 38% тепла рідких шлаків; фірма «Суміта кіндзоку коче» створила установку сухої грануляції доменного розплаву з утилізацією його тепла, яка працює з продуктивністю до 50 т/год при ефективності 55%; у Швеції в Swedish State Steel Company, Merax LTD у процесі сухої грануляції утилізується близько 60% шлакового тепла [8].

У реальності ж велика кількість розплавленого шлаку в Україні та у багатьох інших країнах з розвиненою металургією виливається у відвали. Розробку ефективних рециклінгових технологій стримує брак інвестицій, на які більшість суб'єктів бізнесу, навіть потужних, неспроможна: справжні інновації посилені лише консорціуму корпорацій.

Інший приклад: канадське державне підприємство The Durham York Energy Centre (DYEC) у регіонах Дюрем і Йорк провінції Онтаріо займається переробкою сміття в електроенергію<sup>5</sup>. Протягом року 10 тисяч домогосподарств задовольняють свої енергетичні потреби за рахунок рециклінгу 140 тис. т відходів. Принциповим

---

<sup>4</sup> Circular economy: definition, examples and principles. URL: <https://climate.selection.com/en/environment/circular-economy#circular-economy-examples>.

<sup>5</sup> About Durham York Energy Centre. URL: <https://www.durhamyorkwaste.ca/en/index.aspx>.

чинником, що відрізняє практику канадської фірми від металургійних підприємств, що зайняті утилізацією теплової енергії шлаків, є переробка сторонніх (не власних) відходів.

Аналіз наведених зразків дає підстави вважати першу модель (з переробкою власних відходів підприємства силами самого підприємства) мікроекономічною, а другу модель (з утилізацією складованих на певній території відходів) — мезоекономічною (регіональною або галузевою).

Мезоекономічні циркулярні економіки в світі зараз домінують, бо спроектовані на засадах 'take, make, waste' підприємства не прагнуть займатися рециклінгом: вони або мають економічне зростання, але забруднюють довкілля, або впроваджують природоохоронні технології, але ризикують економічною ефективністю. Потрібні спеціалізовані фірми-чистильщики.

Циркулярні промислові екосистеми, як їх біологічні аналоги, мають своїх падальників (*scavengers*) та розщеплювачів (*decomposers*) відходів. Падальники звільняють екосистему від мертвих тіл, перетворюючи великі органічні матеріали на дрібні частки, а розщеплювачі вже на молекулярному рівні повертають поживні речовини в екосистему [5; 1]. Включення падальників та розщеплювачів відношення власності на відходи, які утилізує виробнична екосистема, визначають модель циркулярної економіки.

У матеріалах щодо Circular Economy Package є приклад Waste&Recycling організації в аеропорті Gatwick. Сміття на території підприємства щодня збирається з приблизно 2000 спеціалізованих за категоріями відходів контейнерів по всьому аеропорту<sup>6</sup>. Подальше сортування здійснюється на переробному заводі Gatwick. З 2016 р. досягнуто нульового рівня відходів на сміттєвому полігоні та збільшення повторного використання відходів з 52% до 71% у 2019 р. Органічні відходи перетворюють на паливо, паливо з біомаси використовують для отримання енергії, котельний попіл і зола йдуть на виготовлення низьковуглецевого бетону — мікроекономічна екосистема з системою падальників та розщеплювачів відходів аеропорту. Натомість колишні японські виробники «бурікі» (з японської жерсть), недорогих іграшок з консервних бляшанок-відходів постачання американських окупаційних військ заклали циркулярну екосистему мезоекономічного класу з експорту іграшок до США і стали казусом макроекономіки Японії тієї пори. Збирачів викинутих американцями бляшанок і

---

<sup>6</sup> Our circular approach to reduce waste. URL: Zero Waste & Recycling | Sustainability | Gatwick Airport

надомників, що виготовляли з них простенькі детальки, доречно зачислити до категорії падальників та розщеплювачів рециркулярної виробничої екосистеми.

Усвідомлення специфіки кожної моделі сприяє вибору найбільш раціональної інвестиційної політики розвитку циркулярної економіки. Утилізація і декомпозиція відходів — запорука стійкості й ринкової живучості промислових екосистем на локальному, регіональному, національному, а то й на наднаціональному рівні. Мікроекономічна ж модель через замкненість внаслідок суверенності виробничої системи суттєво програє мезоекономічній та іншим моделям в плані інвестиційних можливостей.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Amosha O., Cherevatskyi D., Lyakh O., Soldak M., Zaloznova Y. Canvas model of the mining regions' industrial ecosystem based on a circular economy. *Web of Conferences*. 2021. 255(6). C.0100 DOI: 10.1051/e3sconf/20212550100
2. Barati, M., Esfahani, S., Utigard, T.A. Energy recovery from high temperature slags. *Energy*. 201 36.9. C. 5440-5449.
3. Barati, M., Jahanshahi, S. Granulation and Heat Recovery from Metallurgical Slags. *Journal of Sustainable Metallurgy*. 2019. 6.2. C. 1-16.
4. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. The Circular Economy— A new sustainability paradigm? *Journal of cleaner production*, 2017. 143 C. 757-768.
5. Geng, Y. Scavengers and decomposers in an eco-industrial park. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. 2002. 9(4). C. 333-340.
6. Kabirifar, K., Kamyar, M. et al. Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. *Journal of Cleaner Production*. 2020. 263. C. 121265.
7. Kirchherr, J., Denise R., Hekkert, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*. 2017.127. C. 221-232.
8. Zhang, H. et al. A review of waste heat recovery technologies towards molten slag in steel industry. *Applied Energy*. 2013. 112. C. 956-966.