



23. Хорольський А. О., Грінюв В. Г., Мамайкін О. Р. Інноваційні перспективи підземної експлуатації вугільних родовищ // Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки". – 2019. – №. 1 (83). – С. 289-298.

24. Moldabayev, S., Sultanbekova, Z., Adamchuk, A., Sarybayev, N. Method of optimizing cyclic and continuous technology complexes location during finalization of mining deep ore open pit mines. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2019. - № 19(1.3). – С. 407–414.

25. Hájková D. et al. Cobb-Douglas production function: the case of a converging economy // Czech Journal of Economics and Finance (Finance a uver). – 2007. – Т. 57. – №. 9-10. – С. 465-476.

26. Хорольський А. О. и др. Вибір технології демінералізації стічних вод, як складової технологічних потоків вугільних шахт // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – 2020. – Т. 63. – С. 61-73.

27. Сургай Н.С. О некоторых принципах обеспечения высокоэффективного и надежного функционирования шахты // Уголь Украины. 1994. - №3. – С. 14-18.

28. Kochmar I., Karabyn V. Water Extracts from Waste Rocks of the Coal Industry of Chernvonograd Mining Area (Ukraine): Problems of Environmental Safety and Civil Protection // Ecological Engineering & Environmental Technology. – № 24(1). – С. 247-255.

УДК 330.33: 504.06

РОЛЬ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ В УПРАВЛІННІ ВІДХОДАМИ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

І.І. Чоботко¹

¹провідний інженер відділу фізики вугілля та гірничих порід, e-mail: efilonov79@gmail.com

¹Відділення фізики гірничих процесів Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпро, Україна

Анотація. У роботі розглянуто застосування принципів циркулярної економіки до управління відходами гірничодобувних підприємств, розглянуто основні ідеї зменшення впливу на навколишнє середовище відходів гірничодобувних підприємств за рахунок використання циркулярної економіки, що сприятиме економічному розвитку гірничодобувних регіонів.

Ключові слова: циркулярна економіка, відходи, гірничодобувні підприємства, навколишнє середовище.

THE CIRCULAR ECONOMY ROLE IN MINING WASTE MANAGEMENT

Ihor Chobotko¹

¹Leading Engineer of the Department of Coal and Rock Physics, e-mail: efilonov79@gmail.com



¹Branch for Physics of Mining Processes Institute of Geotechnical Mechanics Named by N. Poljakov, Dnipro, Ukraine

Abstract. The article considers the application of circular economy principles to the management of waste from mining enterprises, explores the main ideas of reducing the impact of waste from mining enterprises on the environment through the use of the circular economy, which will contribute to the economic development of mining regions.

Keywords: circular economy, waste, mining companies, environment.

Вступ. Циркулярна економіка - це концепція сталого розвитку, яка швидко розвивається і спрямована на мінімізацію відходів та максимальне використання ресурсів шляхом закриття циклу матеріальних та енергетичних потоків таким чином, щоб приносити користь як економіці, так і навколишньому середовищу [1]. У контексті гірничодобувної промисловості циркулярна економіка пропонує перспективний підхід до управління відходами вугільних шахт, які є значним екологічним викликом. Управління відходами вугільних шахт є критично важливим не лише з екологічної точки зору, але й з фінансової, оскільки це може вплинути на прибутковість гірничодобувних підприємств [2]. Наведено застосування принципів циркулярної економіки до управління відходами вугільних шахт, розглядається, як це може допомогти зменшити вплив на навколишнє середовище, підвищити ефективність використання ресурсів і сприяти економічному розвитку [3]. Застосовуючи підхід циркулярної економіки, гірничодобувна промисловість може рухатися до більш сталого та відповідального майбутнього [4].

Мета роботи. Полягає у дослідженні вивчення ролі циркулярної економіки в управлінні відходами гірничодобувної промисловості. Дослідження спрямоване на вивчення потенціалу принципів циркулярної економіки для мінімізації відходів і максимізації ефективності використання ресурсів у гірничодобувній промисловості, особливо в контексті видобутку вугілля, який є значним джерелом відходів і забруднення навколишнього середовища.

Матеріал і результат досліджень. Нинішня соціально-економічна система ґрунтується на моделі лінійної економіки, за якої ресурси добуваються, переробляються, перетворюються на відходи та не мають подальшого застосування. Такий підхід призвів до виснаження надр, забруднення доквілля, накопичення відходів вуглевидобутку, скорочення біорізноманіття та інших екологічних проблем [5]. На (Рис. 1) зображено моделі застосуванні лінійної та циркулярної економік.

Наше дослідження показує, що циркулярна економіка може відігравати вирішальну роль у зменшенні відходів і сприянні сталому використанню ресурсів у гірничодобувній промисловості, зокрема у видобутку ву-

гілля [6]. Принципи циркулярної економіки, такі як скорочення відходів, повторне використання, переробка та відновлення, можуть бути застосовані до управління відходами гірничодобувної промисловості, і є кілька стратегій і технологій, що дозволяють поліпшити циклічність управління відходами гірничодобувної промисловості [7]. До них належать:

– мінімізація та скорочення відходів: Стратегії мінімізації утворення відходів у гірничодобувній галузі можуть допомогти зменшити вплив на довкілля та витрати на управління відходами. Ці стратегії можуть включати використання технологій більш чистого виробництва, оптимізацію матеріальних потоків і впровадження принципів циркулярної економіки.

– повторне використання та переробка: Повторне використання та переробка відходів гірничодобувної промисловості може допомогти мінімізувати потребу в первинних матеріалах і зменшити вплив гірничих робіт на навколишнє середовище. Наприклад, відходи вугільних шахт можна повторно використовувати як наповнювачі, будівельні заповнювачі або у виробництві цементу та бетону.

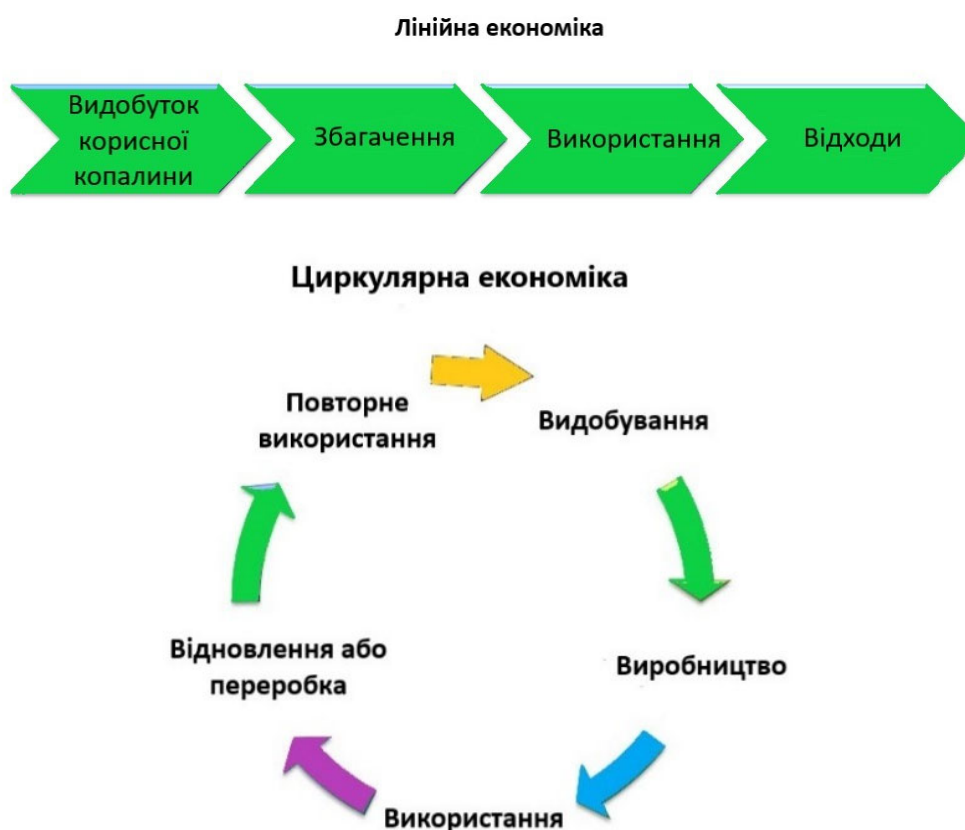


Рис. 1. – Графічні моделі лінійної та циркулярної економіки

–відновлення цінних матеріалів: Гірничі відходи можуть містити цінні метали та мінерали, які можна відновити за допомогою різних технологій, таких як гідрометалургія, пірометалургія та біологічне вилуговування. Відновлення цих матеріалів не лише зменшує кількість утворених відходів, але й приносить додатковий дохід гірничодобувним компаніям.

Автори [8] вважають, що в основу циркулярної економіки поводженні з відходами вуглевидобутку може бути вилучення рідкоземельних металів цей спосіб в результаті дозволить залучити фінансові інвестиції у бюджет гірничодобувних регіонів. Проблема криється в деталях. Бо саме ефективне залучення циркулярної економіки в управлінні техногенними родовищами дозволить вивільнити корисні площі земель під створення інноваційних парків або під забудови житловими масивами. Зокрема хочеться зазначити, що вивчаючи досвід країн Євросоюзу у раціональному користуванні відходами вуглевидобутку з активним залученням циркулярної економіки дозволив створити стабільну систему безвідходного виробництва.

Приведемо декілька формул визначення обсягу вилучення вторинних ресурсів з відходів та потенціалу їх використання в регіоні. Для розрахунку обсягу вторинних ресурсів, що можуть бути вилучені з відходів вуглевидобутку, а також обсягу, які можна залучити у виробничу систему регіону, можна використовувати нижче наведену методичку [5]:

$$V_{t(q)}^{\max} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij} * k_{der_{ij}}^{\max} * N_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}, \quad (1)$$

де $V_{t(q)}^{\max}$ - обсяг вторинних ресурсів, який може бути вилучений з відходів вуглевидобутку, утворених за період t в регіоні q , t ;

$k_{der_{ij}}^{\max}$ - обсяг i -го ресурсу, що міститься в j -му виді відходів, t ;

$k_{der_{ij}}^{\max}$ - коефіцієнт максимально можливого вилучення i -го ресурсу з j -го виду відходів вуглевидобутку;

N_j - кількість j -го виду відходів, що утворилися за період t в регіоні q , t ;

R_{ij} - максимально можлива кількість i -го ресурсу, яка може бути отримана з j -го виду відходів, t .

Коефіцієнт максимально можливого вилучення i -го ресурсу з j -го виду відходів ($k_{der_{ij}}^{\max}$) можна визначити так:

$$k_{der_{ij}}^{\max} = 1 - k_{waste_{ij}}^t, \quad (2)$$

де $k_{waste_{ij}}^t$ - коефіцієнт, що враховує величину втрат і-го ресурсу в j-му виді відходів внаслідок технічної неможливості, а також економічної недоцільності його отримання з урахуванням екологічної складової.

Максимально можливий обсяг вторинних ресурсів, який може бути використаний у виробничій системі регіону q за період t, можна визначити в такий спосіб:

$$D_{t(q)}^{\max} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{Y_{ij} * k_{sub_{ij}}^{\max} * N_j^p}{1000} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m H_{ij}, \quad (3)$$

де $D_{t(q)}^{\max}$ - обсяг ВР, який може бути використаний у виробництві за період t в регіоні q, т;

Y_{ij} - кількість і-го первинного ресурсу, що використовується для виробництва j-го продукту, кг/шт;

$k_{sub_{ij}}^{\max}$ - коефіцієнт, що враховує максимальну заміну і-го первинного ресурсу ВР для виробництва j-го продукту;

N_j^p - кількість j-го виду продукту, виробленого за період t в регіоні q, шт;

H_{ij} - максимальний обсяг і-го вторинного ресурсу, який може бути використаний для виробництва j-го продукту, т.

Коефіцієнт максимально можливої заміни і-го первинного ресурсу вторинним для виробництва j-го продукту ($k_{sub_{ij}}^{\max}$) можна визначити:

$$k_{sub_{ij}}^{\max} = 1 - k_{exc_{ij}}^t, \quad (4)$$

де $k_{exc_{ij}}^t$ - коефіцієнт, що враховує неможливість заміни і-го первинного ресурсу вторинним для виробництва j-го продукту внаслідок технічних умов, що не дозволяють використовувати вторинні ресурси, а також економічної недоцільності.

Висновки. Отже, наше дослідження показує, що циркулярна економіка може відігравати життєво важливу роль у трансформації гірничодобувної галузі в напрямку більш сталого та відповідального майбутнього [9]. Застосовуючи принципи циркулярної економіки в управлінні відходами гірничодобувної промисловості, компанії можуть зменшити свій вплив на довкілля, підвищити ефективність використання ресурсів і отримати економічні вигоди [10]. Однак для реалізації повного потенціалу підходів циркулярної

економіки необхідні спільні зусилля між галуззю, урядом та іншими зацікавленими сторонами для сприяння впровадженню принципів циркулярної економіки в гірничодобувному секторі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чоботько, І.І., Тинина, С.В. Моніторинг теплового стану породних відвалів // «Гірничий вісник» Криворізького національного університету. - Вип. 106. – 2019 – С. 9-13. <https://doi.org/10.31721/2306-5435-2019-1-106-9-13>
2. Чоботько І.І. Дослідження обробки розчинами натрієвої групи палаючих відходів вуглевидобутку на взаємодію з навколишнім середовищем // Збірник наукових праць національного гірничого університету. - Вип. 69. - 2022. – С. 112-119. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/69.112>
3. Хорольський А. О. Наукові основи обґрунтування меж області раціонального проектування при відпрацюванні родовищ корисних копалин // Физико-технические проблемы горного производства. - Вып. 23. - 2021. - С. 149-173. <https://doi.org/10.37101/ftpgp23.01.011>
4. Грінюв, В. & Хорольський, А. Нові підходи і результати досліджень по раціоналізації відпрацювання родовищ корисних копалин // Физико-технические проблемы горного производства. - Вып. 23. - 2021. - С. 178-203. <https://doi.org/10.37101/ftpgp23.01.012>
5. Шевченко Т.І., Шуптар-Пориваєва Н.Й., Губанова О.Р. та ін. Циркулярна економіка: навчальний посібник // Суми: Університетська книга. - 2022. – 220 с.
6. Грінюв, В. Г., & Хорольський, А. О. (2020). Дослідження основ технології оптимального проектування раціонального користування родовищами цінних копалин. Мінеральні ресурси України, 2, 19-24. <https://doi.org/10.31996/mru.2020.2.19-24>
7. Грінюв, В.Г. & Хорольський, А.О. Можливості ефективного освоєння рудних родовищ із запасами рідкісних і благородних металів // Физико-технические проблемы горного производства. - Вып. 20. - 2018. – С. 113-122. <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/161923>
8. Bing Deng, Xin Wang, Duy Xuan Luong, Robert A. Carter, Zhe Wang, Mason B. Tomson, James M. Tour Rare earth elements from waste // Science Advances – Issue 6(8). – 2022. – PP. 1-9. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abm3132>
9. Грінюв, В. Г., & Хорольський, А. О. (2020). Дослідження основ технології оптимального проектування раціонального користування родовищами цінних копалин. Мінеральні ресурси України. - Вип. 2. - 2020. – С. 19-24. <https://doi.org/10.31996/mru.2020.2.19-24>
10. Khorolskyi, A., Mamaikin, O., Fomychova, L., Pochepov, V., & Lapko, V. Developing and implementation a new model optimizing the parameters of coal mines under diversification // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - Issue 17(16). - 2022. – PP.1544-1553.