

**ГЕНЕЗИС МЕТАЛУРГІЇ ЗАЛІЗА: ВІД КРИЦІ ДО ЗЕЛЕНОЇ МЕТАЛУРГІЇ**© **І.В. Шульга**<sup>1</sup>*ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ВУГЛЕХІМІЧНИЙ ІНСТИТУТ (УХІН)», 61023, м. Харків, вул. Весніна, 7, Україна***І.О. Губарева**<sup>2</sup>, **Є.І. Котляров**<sup>3</sup>*Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (НДЦ ІПР), 61166, м. Харків, пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Україна*<sup>1</sup> Шульга Ігор Володимирович, канд. техн. наук, доц., с.н.с., зав. коксового відділу, ORCID: 0009-0007-8677-9180, Scopus ID: 59473856500, e-mail: [ko@ukhin.org.ua](mailto:ko@ukhin.org.ua)<sup>2</sup> Губарева Ірина Олегівна, докт. економ. наук, проф., заступник директора з наукової роботи, ORCID: 0000-0002-9002-5564, Scopus ID: 57190439486, [gubarievairyna@gmail.com](mailto:gubarievairyna@gmail.com)<sup>3</sup> Котляров Євген Іванович, канд. економ. наук, доц., зав. сектору енергетичної безпеки та енергозбереження, ORCID: 0000-0002-6366-6729, Scopus ID: 6701345149, e-mail: [ekotlarov@i.ua](mailto:ekotlarov@i.ua)

Повоєнне відновлення металургійної галузі має відбуватись на новій технічній основі з урахуванням сучасних технологічних, екологічних та економічних викликів. Тому доменне виробництво, отримання коксу для його потреб та виплавка сталі в конверторах і особливо мартенах є морально застарілими, що вимагає впровадження більш сучасних технологій. З огляду на це велику увагу привертають способи прямого відновлення заліза генераторним газом і отримання металопродукції із заданими властивостями шляхом переробки заліза прямого відновлення, переважно за допомогою електрометалургійних технологій. Коксохімічне виробництво збереже своє значення як джерело отримання твердофазного відновника для виробництва феросплавів, необхідних для отримання легованих сталей. В той же час існує проблема промислового отримання водню як найбільш ефективного відновника металів із руд, використання якого дозволить значно (в кілька десятків разів) зменшити вуглецевий слід металургійного виробництва та кількість викидів в атмосферу парникового вуглекислого газу. Наразі основним промисловим джерелом отримання водню є парова конверсія метану природного газу, що є неприйнятним для України, промисловість якої практично повністю забезпечує свої потреби за рахунок дорогого імпортного природного газу. Коковий газ, що містить близько 60 % водню за об'ємом, також не може розглядатись як реальне джерело через спад виробництва коксу та відсутність значних вільних ресурсів коксового газу, до того ж розосереджених на різних підприємствах. Це зумовлює необхідність розробки нових технологій одержання водню, Ефективність такого підходу була продемонстрована нами в попередніх дослідженнях щодо отримання з вугілля синтетичних рідких моторних палив.

Ключові слова: вугілля, газифікація, водень, доменне виробництво, непряме відновлення заліза, пряме відновлення заліза, коксохімічне виробництво.

Автор для листування **І.В. Шульга**, e-mail: [ko@ukhin.org.ua](mailto:ko@ukhin.org.ua)

Рукопис надійшов до редакції 18.02.2026

Прийнято до публікації 30.03.2026

Опубліковано 17.04.2026

**Як цитувати:**

1. Шульга І.В. Генезис металургії заліза: від криці до зеленої металургії / І.В., Шульга І.О. Губарева, Є.І. Котляров // Вуглехімічний журнал. – 2026. – № 1. – С. 24-31. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-1-24-31>

2. Shulga, I. V., Hubarieva, I. O., & Kotliarov, Ye. I. (2026). Henezys metalurhii zaliza: vid krytsi do zelenoi metalurhii. *Vuhlekhimichnyi Zhurnal*, (1), 24–31. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-1-24-31>

**Як отримати повний текст статті:**

- протягом 2-х років від дати опублікування – за запитом на e-mail: [post@ukhin.org.ua](mailto:post@ukhin.org.ua)

- після 2-х років від дати опублікування – вільний доступ у базі даних «Наукова періодика України» НБУ ім.

Вернадського за посиланням:

[http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?221ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu\\_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=ukhi](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?221ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=ukhi)

Ця стаття ліцензується відповідно до міжнародної ліцензії Creative Commons Attribution 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**Бібліографічний список**

1. Корогодська А.М. Загальна хімія / А.М. Корогодська, І.В. Асєєва, В.І. Булавін [та ін.]. – Харків: НТУ «ХП», 2025. – 407 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/91083>
2. Шульга І.В. Отримання відновників для виплавки заліза з руди (до середини XIX ст.) / І.В. Шульга // *Історія науки і техніки. Вісник НТУ ХП*. – 2011. – № 1. – С. 177-189.
3. Ярошевський С.Л. Ресурсозберігаючі технології металургійного виробництва на основі використання українського вугілля / С.Л. Ярошевський, А.В. Ємченко, І.В. Шульга [та ін.]. – Харків: Контраст, 2012. – 204 с.
4. Гороновський І.Т. Короткий довідник з хімії / І.Т. Гороновський, Ю.П. Назаренко, Є.Ф. Некряча. – Київ: *Наукова думка*, 1987. – 833 с.
5. Шульга І.В. Розрахунок і проектування обладнання вуглепідготовчих і коксових цехів коксохімічних виробництв / І.В. Шульга, Д.В. Мірошніченко. – Харків: Планета-Прінт, 2020. – 319 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/52863>
6. Шульга І.В. Основи технології коксування вугілля / І.В. Шульга, Д.В. Мірошніченко, О. В. Богоявленська. – Харків – Тернопіль: Крок, 2022. – 128 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/57769>
7. Філатов Ю.В. Досвід виробництва доменного коксу покращеної якості з українського вугілля та випробування його в доменній плавці з використанням ПУТ / Філатов Ю.В., Крикунов Б.П., Гордієнко О.І. [та ін.]. // *Вуглехімічний журнал*. – 2007. – № 5. – С. 11 - 18.
8. Ярошевський С.Л. Ефективність пиловугільної технології за рахунок повної та комплексної компенсації порушень технологічного процесу виплавки чавуну в доменній печі / Ярошевський С.Л., Голухін Н.В., Івлєв В.П. [та ін.] // *Металургійні процеси та обладнання*. – 2010. – № 2. – С. 9-17.
9. Філатов Ю.В. Теорія та практика виробництва та застосування доменного коксу покращеної якості: монографія / Ю.В. Філатов, Є.Т. Ковальов, І.В. Шульга. – Київ: *Наукова думка*, 2011. – 128 с.
10. Шульга І.В. Фізика та хімія твердих горючих копалин / І.В. Шульга, Д.В. Мірошніченко. – Харків – Тернопіль : Крок, 2022. – 212 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/57770>
11. The Unique COREX® Process. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.primetals.com/portfolio/ironmaking/corexr>
12. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Roheisen und flüssigen Stahlvorprodukten. Johannes Schenk (Erfinder), Christian Böhm (Erfinder), Plaul Jan-Friedemann (Erfinder). Lehrstuhl für Eisen- und Stahlmetallurgie (220). Publikation: Patent > Patentschriфт / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pure.unileoben.ac.at/de/publications/verfahren-und-vorrichtung-zur-herstellung-von-roheisen-und-fl%C3%BCssi/>
13. Патент 117374 Україна, МПК C21B13/02, C21B11/02. Відновлення оксиду заліза до металевого заліза із застосуванням коксового газу та газу від сталеплавильної печі з подачею кисню / Метіус Г.Е., МакКлілланд Д.М.Джр., Мейснер Д.К., Монтегю С.С. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/251754/>
14. Шульга І.В. Напрямки удосконалення технологій конверсії вугілля в синтетичні рідкі палива / І.В. Шульга, М.О. Кизим, Є.І. Котляров // *Вуглехімічний журнал*. – 2023. – № 6. – С. 37-44. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2023-0-6-37-44>
15. Кизим М.О. Техніко-економічні засади створення підгалузі з виробництва синтетичного рідкого палива в Україні / М.О. Кизим, В.Є. Хаустова, В.В. Шпілевський, Т.І. Салашенко, Є.І. Котляров, І.В. Шульга, Д.М. Костенко, О.В. Шпілевський. – Харків: ФОП Лібуркіна Л.М., 2022. – 212 с.
16. Шульга І.В. Устаткування підприємств з переробки твердих паливних копалин / І.В. Шульга, Д.В. Мірошніченко. – Харків – Тернопіль: НТУ «ХП» - Видавництво «Крок», 2022. – 134 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/57768>
17. Чорний водень – вчені пояснили, у чому проблема виробництва такої енергії / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://share.google/obdwoYtJvMRLrZ71h>
18. Яка країна світу має найбільші запаси вугілля / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://novyny.live/industriyi/obignala-usikh-i-aka-krayina-svitu-maie-naibilshi-zapasi-vugillia-280954.html>
19. Шульга І.В. Перспективна сировинна база процесів виробництва синтетичного рідкого палива з українського вугілля / І.В. Шульга, Є.І. Котляров, М.О. Кизим, В.Є. Хаустова // *Вуглехімічний журнал*. – 2023. – № 5. – С. 3-11. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2023-0-5-3-11>
20. Портал даних видобувної галузі України. Руди заліза / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://eiti.gov.ua/resursi-rozvidka-ta-vidobuvannya/rudi-zaliza\\_2022/](https://eiti.gov.ua/resursi-rozvidka-ta-vidobuvannya/rudi-zaliza_2022/)

---

Стаття підготовлена в рамках проведення «Комплексного наукового дослідження з обґрунтування напрямів розвитку низьковуглецевої металургії заліза в контексті циркулярної економіки», яке виконується за рахунок бюджетних коштів, спрямованих на забезпечення проведення державними науковими установами наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок за результатами державної атестації.