УДК 338.45
JEL: L52; L70; O14
DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2026-2-149-166

СИРОВИННИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА ІСНУЮЧІ ВИРОБНИЧІ ПОТУЖНОСТІ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ*

©2026 КИЗИМ М. О., ХАУСТОВА В. Є., КОТЛЯРОВ Є. І., ШУЛЬГА І. В., САЛАШЕНКО Т. І.

УДК 338.45
JEL: L52; L70; O14

Кизим М. О., Хаустова В. Є., Котляров Є. І., Шульга І. В., Салашенко Т. І.
Сировинний потенціал та існуючі виробничі потужності металургійної промисловості України

Метою статті є оцінка виробничого потенціалу та ресурсної забезпеченості українських металургійних та суміжних з ними підприємств і розробка на цій підставі пропозицій щодо подальшого розвитку металургії заліза в Україні. Для досягнення мети вирішено такі завдання: проаналізовано рівень наявних на даний час виробничих потужностей підприємств, що забезпечують виробництво чавуну; виконано оцінку геологічних запасів та видобутку основних видів сировини, необхідних для виробництва чавуну; на підставі зіставлення наявних і потенційних виробничих ресурсів визначено найбільш привабливий для України шлях подальшого розвитку металургії заліза. У ході дослідження проаналізовано поточний стан, динаміку обсягів виробництва в 2013–2025 рр. і перспективи подальшого розвитку виробництва чавуну та необхідних для цього сировинних і паливних матеріалів: залізної руди та продуктів її збагачення, коксівного вугілля і доменного коксу, вогнетрив і сировини для їх виробництва, а також флюсів. Виконано кількісну та якісну оцінку втрат гірничо-металургійного комплексу внаслідок російської військової агресії, яка показала, що сучасний стан підприємств вугільної промисловості та гірничо-металургійного комплексу не здатний забезпечити довоєнні обсяги виробництва, які забезпечували суттєвий вклад до формування ВВП країни та мали значний експортний потенціал. Запропоновано напрям подальшого розвитку металургії заліза, а саме – перехід від доменного виробництва чавуну до виробництва заліза прямого відновлення. Такий перехід передбачає заміну відновника – коксу (продуцента викидів парникового газу) на більш екологічно безпечний синтез-газ (суміш водню та монооксиду вуглецю). Як сировина для отримання синтез-газу шляхом газифікації запропоновано малометаморфоване вугілля, яке превалює в геологічних запасах і видобуток якого на даний час здійснюється в Україні. Для зменшення викидів парникового газу в процесі виробництва заліза прямого відновлення запропоновано поєднувати процес газифікації з процесом електролізу води, який дозволяє отримати водень для прямого відновлення. Необхідну для електролізу електроенергію пропонується отримувати шляхом утилізації тепла продуктів газифікації.

Ключові слова: *розвиток металургії, виробництво чавуну, залізо прямого відновлення, синтез-газ, кам'яне вугілля.*
Рис.: *9.* ***Табл.:*** *7.* ***Бібл.:*** *36.*

Кизим Микола Олександрович *– доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, головний науковий співробітник відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)*
E-mail: *m.kyzym@gmail.com*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0001-8948-2656*
Researcher ID: *https://www.webofscience.com/wos/author/record/1859367*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216130870*

Хаустова Вікторія Євгенівна *– доктор економічних наук, професор, директор Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)*
E-mail: *v.khaust@gmail.com*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-5895-9287*
Researcher ID: *https://www.webofscience.com/wos/author/record/629132*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216123094*

Котляров Євген Іванович *– кандидат економічних наук, доцент, завідувач сектора енергетичної безпеки та енергозбереження відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)*
E-mail: *ekotlarov@i.ua*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-6366-6729*
Researcher ID: *https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3947-2017*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701345149*

Шульга Ігор Володимирович *– кандидат технічних наук, доцент, завідувач коксового відділу, Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН) (вул. Весніна, 7, Харків, 61023, Україна)*
E-mail: *ko@ukhin.org.ua*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0001-9389-2690*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004957016*

Салашенко Тетяна Ігорівна *– доктор економічних наук, завідувач відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)*
E-mail: *tisandch@gmail.com*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-1822-5836*
Researcher ID: *https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3701-2017*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57340287400*

UDC 338.45
JEL: L52; L70; O14

Kyzym M. O., Khaustova V. Ye., Kotliarov Ye. I., Shulha I. V., Salashenko T. I. The Raw Material Potential and Existing Production Capacities of the Metallurgical Industry of Ukraine

The aim of this article is to assess the production potential and resource availability of Ukrainian metallurgical enterprises and related industries and, based on this, to develop proposals for the further development of iron metallurgy in Ukraine. To achieve this aim, the following objectives were addressed: the current production capacities of enterprises producing crude iron were analyzed; the geological reserves and extraction of the main types of raw materials required for crude iron production were evaluated; and, based on a comparison of existing and potential production resources, the most promising path for the further development of iron metallurgy in Ukraine was identified. The study analyzed the current state, production trends from 2013 to 2025, and prospects for the further development of crude iron production and the raw and fuel materials required for it: iron ore and its beneficiation products, coking coal and blast furnace coke, refractories and raw materials for their production, as well as fluxes. A quantitative and qualitative assessment of the losses in the mining and metallurgical complex due to russian military aggression was carried out, which showed that the current state of coal industry enterprises and the mining and metallurgical complex cannot sustain pre-war production volumes that significantly contributed to the country's GDP and had considerable export potential. A direction for the further development of iron metallurgy was proposed, namely – transitioning from blast furnace crude iron production to direct reduced iron production. This transition involves replacing the reducing agent – coke (a greenhouse gas emitter) – with a more environmentally friendly synthesis gas (a mixture of hydrogen and carbon monoxide). Low-metamorphic coal, which predominates in geological reserves and is currently mined in Ukraine, has been proposed as the raw material for producing synthesis gas through gasification. To reduce greenhouse gas emissions in the direct reduced iron production process, it has been proposed to combine gasification with water electrolysis, which produces hydrogen for direct reduction. The electricity required for electrolysis is proposed to be obtained by utilizing the heat from the gasification products.

Keywords: *metallurgical development, crude iron production, direct reduced iron, synthesis gas, hard coal.*
Fig.: *9.* ***Tabl.:*** *7.* ***Bibl.:*** *36.*

Kyzym Mykola O. *– D. Sc. (Economics), Professor, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Chief Research Scientist of the Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor, 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)*
E-mail: *m.kyzym@gmail.com*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0001-8948-2656*
Researcher ID: *https://www.webofscience.com/wos/author/record/1859367*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216130870*

Khaustova Viktoriia Ye. *– D. Sc. (Economics), Professor, Director of the Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)*
E-mail: *v.khaust@gmail.com*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-5895-9287*
Researcher ID: *https://www.webofscience.com/wos/author/record/629132*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216123094*

Kotliarov Yevhen I. *– PhD (Economics), Associate Professor, Head of the Sector of Energy Security and Energy Efficiency of Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)*
E-mail: *ekotlarov@i.ua*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-6366-6729*
Researcher ID: *https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3947-2017*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701345149*

Shulha Ihor V. *– PhD (Engineering), Associate Professor, Head of Coke Department, Ukrainian State Research Institute for Carbochemistry (UKHIN) (7 Vesnina Str., Kharkiv, 61023, Ukraine)*
E-mail: *ko@ukhin.org.ua*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0001-9389-2690*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004957016*

Salashenko Tetiana I. *– D. Sc. (Economics), Head of Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)*
E-mail: *tisandch@gmail.com*
ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-1822-5836*
Researcher ID: *https://www.webofscience.com/wos/author/record/V-3701-2017*
Scopus Author ID: *https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57340287400*

Ще на початку XXI сторіччя Україна була однією з небагатьох країн світу з розвиненою металургійною промисловістю, яка спиралася на вітчизняну сировину (коксівне вугілля, залізна руда, вогнетривкі глини, вапняк). На початку століття українська металургія впевнено входила до топ-10 світових виробників сталі [1].

З початком воєнної агресії росії у 2014 р. і окупації частини Донецької та Луганської областей Україна втратила контроль над деякими металургійними підприємствами, розташованими на території цих областей. Після початку повномасштабної російської агресії в лютому 2022 р. україн-

* Статтю підготовлено за рахунок бюджетних коштів, спрямованих на забезпечення проведення державними науковими установами наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок за результатами державної атестації.

ська металургія понесла ще більше втрат. Станом на кінець 2025 р. Україна втратила контроль над всіма металургійними підприємствами, розташованими на території Донбасу та Приазов'я. Крім втрати великих сталеплавильних підприємств, поза контролем України опинилася й низка підприємств – постачальників палива і основних матеріалів, без яких унеможливлюються технологічні процеси виробництва чавуну та сталі (коксохімічні підприємства, видобування флюсів, виробництво вогнетривких виробів тощо).

Внаслідок воєнної агресії росії виробництво сталі знизилося з 32,7 млн т у 2013 р. до 7,6 млн т у 2024 р. Частка металургії у ВВП країни за той самий час знизилася з 20% [1] до 7,2% [2]. На даний час українська металургійна промисловість представлена підприємствами, розташованими та території Дніпропетровської та Запорізької областей.

За таких умов актуальним стає аналіз потенційних можливостей української металургії, пошук шляхів подальшого розвитку й оцінка можливостей щодо повернення країни до кола великих гравців світового ринку сталі.

Метою статті є оцінка виробничого потенціалу та ресурсної забезпеченості українських металургійних і суміжних з ними підприємств і розробка на цій підставі пропозицій щодо подальшого розвитку металургії заліза в Україні.

Проблеми, що розглядаються, зосереджені на виробництві чавуну, який частково реалізується, але переважно є напівфабрикатом для подальшого багатостадійного процесу виробництва кінцевої металопродукції. Такий вибір пояснюється тим, що виробництво чавуну є найбільш залежним від постачань палива, сировини, основних матеріалів від суміжних підприємств, а також тим, що саме обсяги виробництва чавуну значною мірою визначають обсяги виробництва кінцевих сталевих виробів.

Для досягнення мети вирішено такі *завдання:* проаналізовано рівень наявних на даний час виробничих потужностей підприємств, що забезпечують виробництво чавуну; виконано оцінку геологічних запасів та видобутку основних видів сировини, необхідних для виробництва чавуну; на підставі зіставлення наявних і потенційних виробничих ресурсів визначено найбільш привабливий для України шлях подальшого розвитку металургії заліза.

Основні виробничі ланцюжки при виробництві чавуну наведено на *рис. 1*. Корисними копалинами, необхідними для доменного виробництва, є в першу чергу – залізорудна сировина, коксівне вугілля (для отримання доменного коксу), сировина для виробництва вогнетривких виробів, легкоплавкі мінерали – так звані флюси (вапняки, доломіти).

Подальша оцінка обсягу необхідних ресурсів виконується для умов максимально можливого обсягу виробництва чавуну, який визначається таким чином.

Станом на кінець 2013 р. виробнича потужність (далі – ВП) з виробництва чавуну на українських підприємств сягала 40230 тис. т на рік (*табл. 1*).

Після початку військової агресії росії Україна у 2017 р. втратила контроль над низкою металургійних підприємств: ПрАТ «Єнакіївський металургійний завод», ПАТ «Алчевський металургійний комбінат», ПрАТ «Донецьксталь-металургійний завод». Повномасштабна агресія росії проти України із 2022 р. призвела до втрати таких великих підприємств, як ПрАТ «МК «Азовсталь» і ПрАТ «Металургійний комбінат ім. Ілліча». Внаслідок цих обставин протягом останніх 10 років характерним було постійне зниження обсягів виробництва й експорту чавуну (*рис. 2*).

Із 9 українських металургійних підприємств, які у своєму складі мали доменне виробництво чавуну, станом на початок 2025 р. на підконтрольній Україні території залишилося тільки 4, сумарна виробнича потужність (далі – ВП) з виробництва чавуну яких складає 21 595 тис. т/рік. У середньостроковій перспективі очікується виведення з експлуатації ВП на ПрАТ «Дніпровський МЗ» (1,795 тис. т – табл. 1), на якому в травні 2025 р. було зупинено коксове виробництво та розпочато реконструкцію підприємства з метою переходу на електроплавильне виробництво [11].

При оцінці сумарної ВП доменного виробництва необхідно враховувати необхідність виконання капітальних ремонтів доменних печей кожні 4–5 років, під час яких вони виводяться з експлуатації для часткової або повної заміни футеровки. З урахуванням цього, за наявності 13 доменних печей (ПАТ «Запоріжсталь» – 4, ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» – 6, ПрАТ «Каметсталь» – 3 [4]) кожен рік з експлуатації на капітальний ремонт буде виводитися орієнтовно 3 доменних печі та, за авторськими оцінками, сумарна ВП 10 діючих доменних печей у середньостроковій перспективі не буде перевищувати 16,8 млн т на рік.

Для забезпечення такого обсягу виробництва чавуну потрібні такі сировинні ресурси (*табл. 2*).

Отже, розглянемо можливості забезпечення вітчизняною сировиною потреб доменного виробництва.

Залізорудна сировина. До залізорудної сировини відносять гірські породи, переробка яких з вилученням заліза економічно доцільна на даній стадії розвитку техніки та технології. В Україні видобувається так звана «багата» руда (загальний

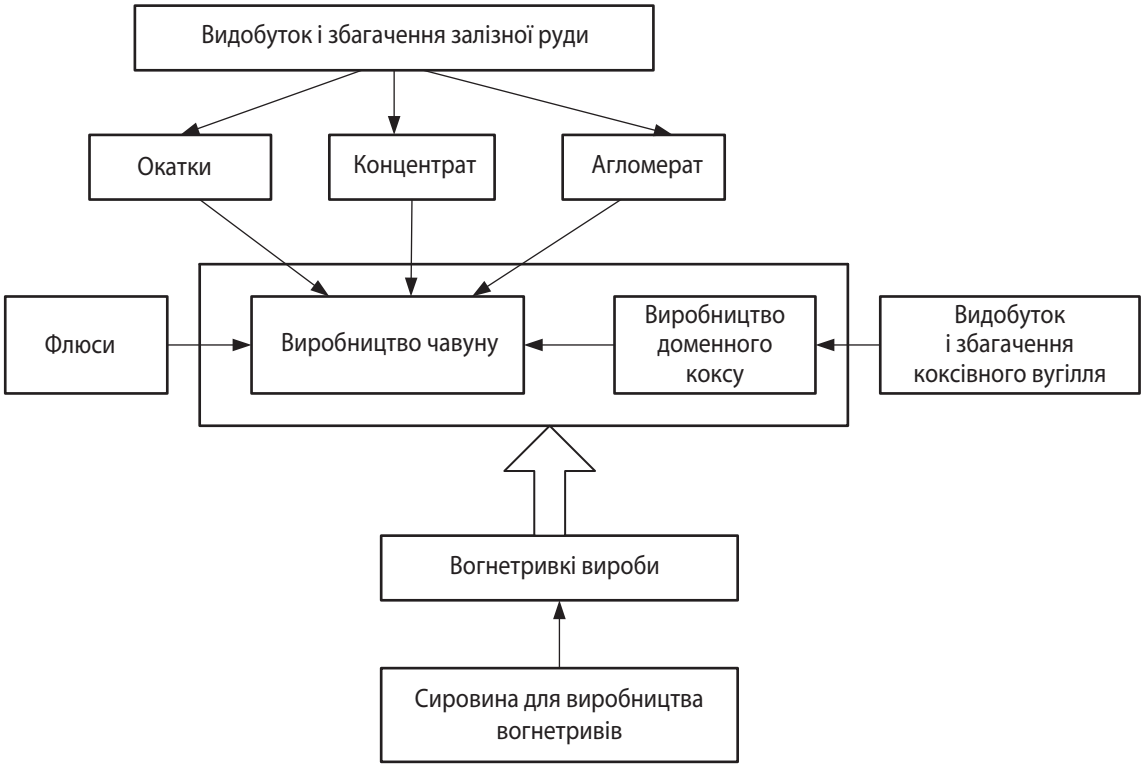

Рис. 1. Паливно-сировинна база доменного виробництва

Джерело: авторська розробка.

Таблиця 1

Виробничі потужності з виробництва чавуну на кінець 2013 р.

Підприємство	Річна потужність, тис. т
ТОВ «МЕТІНВЕСТХОЛДИНГ»	
1. ПрАТ «МК «Азовсталь»	5700
2. ПрАТ «ММК ім. Ілліча»	4300
3. ПрАТ «Єнакієвський металургійний завод»	2065
4. ПрАТ «Каметсталь»	4350
5. ПАТ «Запоріжсталь»	4000
Група DCH	
6. ПрАТ «Дніпровський металургійний завод»	1795
ArcelorMittal	
7. ПАТ «АрселорМітттал Кривий Ріг»	11450
Інші	
8. ПАТ «Алчевський металургійний комбінат»	5320
9. ПрАТ «Донецьксталь-металургійний завод»	1450

Примітка: назви підприємств надані станом на 2025 р.
Джерело: складено за даними [3–5].

вміст заліза > 50%). Родовища залізної руди в Україні містять переважно магнетити та гематити, максимальний вміст заліза в яких складає 66,1–72,4%.

Україна в цілому забезпечена достатніми покладами залізної руди, запаси якої є п'ятими у світі та найкрупнішими серед європейських країн. Згідно з даними ДНВП «Геоінформ України», балансові запаси руд заліза становили 18,1 млрд т станом на 01.01.2021 р. [12], у т. ч. на балансі діючих гірничо-видобувних підприємств знаходиться близько 5 млрд т. Кількість родовищ руд заліза у 2020 році становила 60. Найбільший обсяг балансових

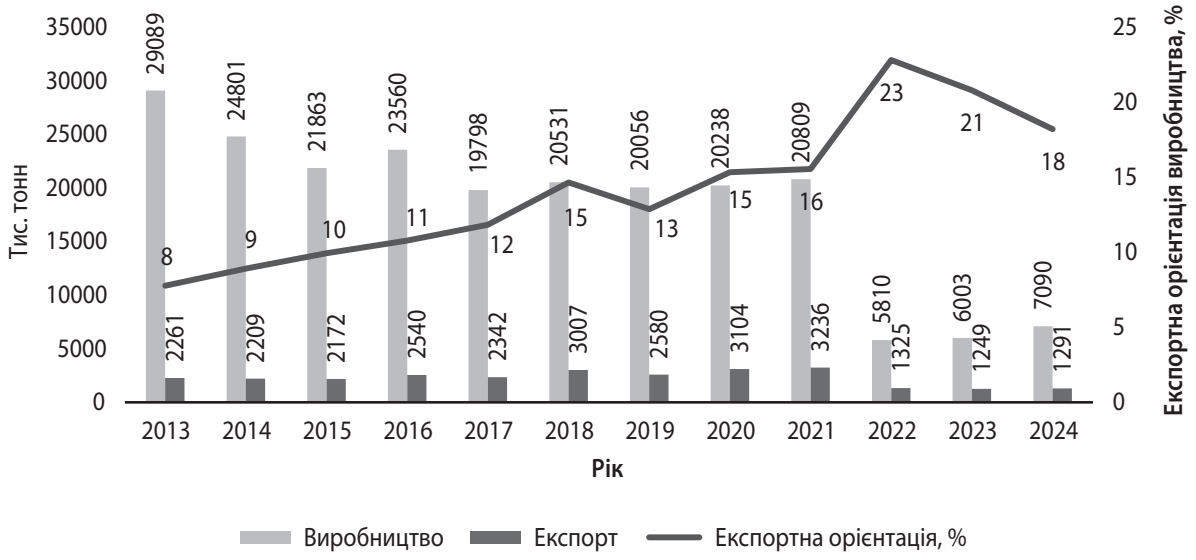

Рис. 2. Динаміка обсягів виробництва та експорту чавуну українськими металургійними підприємствами у 2013–2024 рр.

Джерело: складено за даними [6; 8–10].

Таблиця 2

Розрахунок потреб у сировинних ресурсах для виробництва чавуну (16,8 млн т на рік)

Сировинний ресурс	Чинники, що впливають на потребу в сировинному ресурсі	Річна потреба, млн т
Залізорудна сировина	Загальний вміст заліза в залізорудній сировині – 65–68%; вміст вуглецю в чавуні – 2%	24,2–25,3
Доменний кокс	Витрати доменного коксу на виробництво чавуну – 0,35–0,4 т/т; вихід доменного коксу від валового – 90,8%	5,9–6,7 (6,9–7,8 валового коксу 6% вологості)
Коксівне вугілля	Вихід валового коксу від шихти – 76,0%	9,3–9,7
Вогнетривкі вироби	Потреба для капітальних ремонтів із заміною футеровки – 3 кг/т чавуну	0,07
Сировина для виробництва вогнетривких виробів	Вологість сировини (піску 9–11%, глини 13–15%); вміст сторонніх домішок (породи) – 5–7%; вміст цільових речовин на робочу масу: оксиду кремнію SiO_2 (у піску 83–85%; у глині 43–45%), оксиду алюмінію Al_2O_3 у глині (35–37%)	0,08
Флюси	Вміст заліза в залізорудній сировині, основність породи в руді	8,4
Сировина для виробництва флюсів	Сумарна вологість і вміст сторонніх домішок (породи) в сировині для виробництва флюсів – 35–40%	12,1

Джерело: авторські розрахунки.

запасів руд заліза знаходиться в Дніпропетровській (48,61%), Полтавській (27,89%), Запорізькій (15,25%) областях, в Автономній Республіці Крим (4,61%), Кіровоградській (1,71%) та Донецькій (1,51%) областях.

Існуюча проєктна потужність діючих гірничозбагачувальних комбінатів (далі – ГЗК) суттєво перевищує фактичний рівень видобутку та збагачення. Так, за проєктної потужності ГЗК з видобутку руди 241,6 млн т (*табл. 3*) фактичний видобуток у 2014–2021 рр. складав (*рис. 3*) 74,2–82,4 млн т без урахування ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат», який знаходиться на тимчасово окупованій території).

Таким чином, забезпеченість української металургії залізорудною сировиною є цілком задо-

Таблиця 3

Потужність гірничо-збагачувальних підприємств – виробників залізорудної сировини

Гірничодобувне підприємство	Потужність, тис. т	Товарна продукція, вміст заліза (загальний), %
Група «МЕТІНВЕСТ»		
ПрАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат» (3 кар'єри + шахта)	З видобутку руди – 15400; зі збагачення руди – 6000; з огрудкування – 2000	Концентрат – 68,24; не офлюсовані окатки > 65,5
ПрАТ «Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат» (1 кар'єр, 2 збагачувальні фабрики)	З видобутку руди – 70000; зі збагачення руди – 14500	Концентрат (ММС, МФО, МФО+) – 65,0–68,5
ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» (2 кар'єри, 2 збагачувальні фабрики)	Зі збагачення руди – 14200; з огрудкування – 11100	Концентрат – 65,4; не офлюсовані окатки > 65,0
АТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат»* (рудоуправління, 2 збагачувальні фабрики)	З видобутку – 35500; зі збагачення руди –17200	Концентрат > 65,0
Група «FERREXPO»		
ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»	Руда – 28000 тис. т; збагачення – 13000 тис. т; окатків – 12000 тис. т	Окатки > 65
ТОВ «Єристівський ГЗК»	З видобування руди – 28500; з виробництва концентрату – 10000; з виробництва окатків – 6000 (планується)	Окатки > 65
Група «DCH»		
ПрАТ «Суха Балка» (2 шахти)	З видобування руди – 3715; з виробництва товарної руди – 3100	Залізна руда – 55–60
ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»		
Рудоуправління, 4 дробильні фабрики, 2 рудозбагачувальні фабрики	З видобування руди – 26000; з виробництва концентрату – 10300	Концентрат – 65,3–68,0
Інші		
ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (4 шахти)	6000	Руда залізна агломерована > 56,0; руда доменна – 47
ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат»	Знаходиться на тимчасово окупованій території Запорізької області	

Примітка: * – знаходиться в операційному управлінні Групи ТОВ «Метінвестхолдинг», якій належить 45,9% акцій.
Джерело: складено за [3; 4; 13–15].

вільною: наявність геологічних запасів і виробничих потужностей для їх видобутку дозволяє не лише забезпечити вітчизняне виробництво, але й має значний експортний потенціал, у тому числі не лише за видобутою рудою, а і за продуктами її збагачення – залізорудним концентратом, агломератом та окатками.

Доменний кокс. Важливість високої якості коксу для доменного виробництва пояснюється тим, що витрати на це паливо, яке є одночасно і відновником заліза, і розпушувачем стовпа доменної шихти, сягають, за різними оцінками, 40–50% від виробничої собівартості чавуну. На витрати коксу в доменному виробництві суттєво впливає якість коксівного вугілля, яке використовується у виробництві, поклади якого інтенсивно розроблялися протягом усього періоду експлуатації Донецького вугільного басейну.

Виробництво коксу протягом 2013–2024 рр. демонструвало від'ємну динаміку (*рис. 4*). Це пояснюється окупацією металургійних, а також вугільних активів, що знаходяться на тимчасово неконтрольованій території. Певний вплив на зниження обсягів виробництва здійснювало також

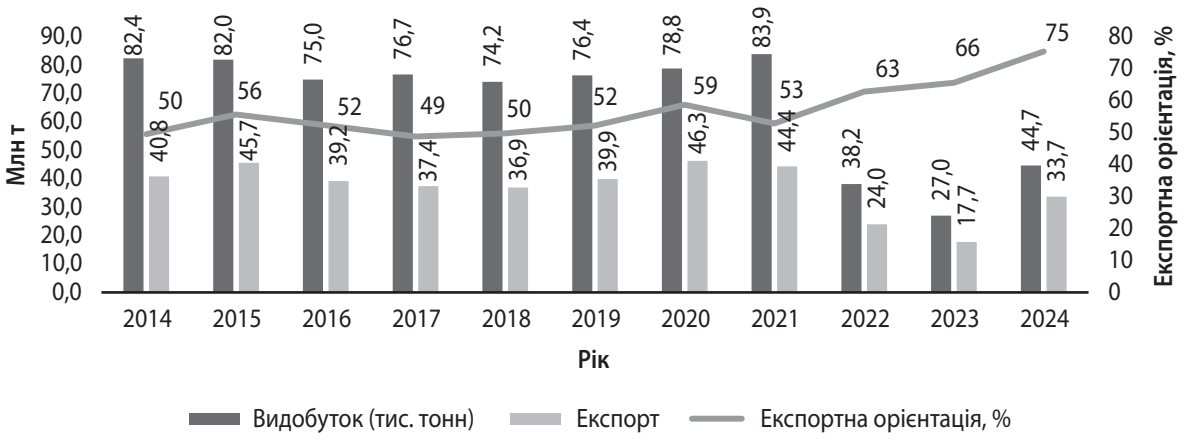

Рис. 3. Динаміка видобутку та експорту залізної руди України у 2014–2024 рр.

Джерело: складено за [6; 7].

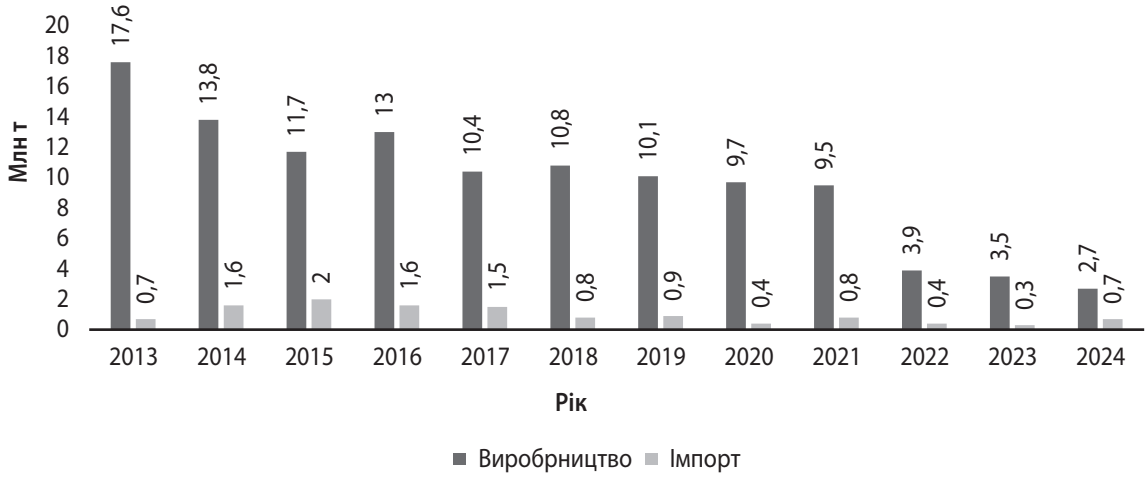

Рис. 4. Динаміка виробництва та імпорту коксу в Україні у 2013–2024 рр.

Джерело: складено за даними [16].

зменшення обсягів видобутку високоякісного вугілля (як внаслідок окупації вугленосних районів, так і виснаження відповідних родовищ).

Станом на 01.01.2017 р. (до втрати контролю за частиною підприємств) ВП коксохімічних підприємств України складала 16914,9 тис. т (*табл. 4*).

При оцінці сучасного рівня ВП з виробництва коксу необхідно враховувати таке. Специфічною особливістю коксохімічного виробництва є те, що ВП з виробництва валового коксу не є постійною величиною. Згідно з «Інструкцією з розрахунку виробничих потужностей коксохімічних підприємств і коксохімічних виробництв» [18] ВП зменшується з часом внаслідок таких чинників (*табл. 5*).

Вплив зміни кількості робочих печей на зміну ВП можна оцінити на підставі дослідження [19]. Згідно з наведеними даними, за період з 2010 по 2020 рр. кількість робочих печей зменшилася з 1838 до 1715 шт., тобто в середньому на 12 печей/рік. Якщо враховувати тільки пічний фонд підприємств, що працюють на підконтрольній території, то зменшення пічного фонду оцінюється величиною 4,5 печей/рік, що рівноцінно зменшенню ВП на 25,4 тис. т валового коксу.

Вплив зміни обороту коксових печей можна оцінити за даними [17; 20]. Згідно з наведеними даними, середній оборот коксових печей станом на 01.01.2017 р. складав 25,0 годин. Тобто, за період з 2017 р. по перше півріччя 2025 р. оборот збільшився на 4,5 годин, що рівноцінно середньорічному зниженню ВП на 70,6 тис. т.

Отже, при незмінності сировинної бази та виходу валового коксу через погіршення стану коксових батарей середньорічне зменшення потужності можна оцінити на рівні 96,0 тис. т. Наведені розрахунки дозволяють спрогнозувати такий рівень виробничої потужності станом на початок 2026 р. (*табл. 6*).

Таблиця 4

Виробнича потужність коксохімічних підприємств України станом на 01.01.2017 р., тис. т

Підприємство	Річна виробнича потужність за валовим коксом	Примітки
Самостійні підприємства		
1. ПрАТ «Авдіївський КХЗ»	3603,6	Зупинено у 2022 р. внаслідок бойових дій; контроль над активами втрачено
2. ПрАТ «Єнакієвський коксохімпром»	574,3	Контроль над активами втрачено в березні 2017 р.
3. ПрАТ «Макіївкокс»	1289,3	Контроль над активами втрачено в березні 2017 р.
4. ПрАТ «Ясинівський КХЗ»	936,3	Контроль над активами втрачено в березні 2017 р.
5. ПрАТ «Южкокс»	1263,9	Підприємство здійснює господарську діяльність у складі групи ТОВ «Метінвест»
6. ПрАТ «Запоріжкокс»	911,5	
7. ТОВ «Коксовий завод «Новомет» (колишній ПрАТ «Харківський коксовий завод»)	148,2	Діяльність припинено у 2020 р. у зв'язку з порушенням вимог екологічного законодавства
8. Філія ТОВ «Істек» «Горлівський коксовий завод»	445,9	Контроль над активами втрачено у 2017 р.
Коксохімічні виробництва у складі металургійних підприємств		
9. КХВ ПрАТ «Алчевський МК»	2721,7	Контроль над активами втрачено у 2017 р.
10. КХВ ПрАТ «МК Азовсталь»	1517,8	Зупинено у 2022 р. унаслідок бойових дій; контроль над активами втрачено
11. КХВ ПрАТ «Каметсталь» (колишній ПрАТ «Дніпродзержинський КХЗ»)	659,6	Підприємство здійснює господарську діяльність у складі групи ТОВ «Метінвест»
12. КХВ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	2041,8	Підприємство здійснює господарську діяльність у складі групи ArcelorMittal; у 2017–2018 рр. введено в експлуатацію 2 коксові батареї сумарною потужністю 2000 тис. т
13. КХВ ПрАТ «Дніпровський металургійний завод (колишній ПрАТ «Дніпрококс»)	801,0	Коксохімічне виробництво зупинено та виведено з експлуатації за рішенням власника в травні 2025 р.

Джерело: виробнича потужність – Звіт УНПА «Укркокс» за 2016 р. [17]; назви підприємств і можливість контролю – офіційні сайти керуючих компаній.

За такої ВП виробництво доменного коксу потенційно може скласти 5132 тис. т на рік. Отже, діючі ВП коксохімічних підприємств не спроможні забезпечити повне завантаження доменних печей, для якого потрібно виробництво валового коксу з вологістю 6% на рівні 6,9–7,8 млн т (див. табл. 2). Ще одне обмеження на максимальне виробництво вітчизняного коксу накладають складності з вітчизняною сировинною базою коксування.

Кам'яне вугілля. Загальні геологічні балансові запаси вугілля складають в Україні 44784,3 млн т, у тому числі кам'яного – 41164,7 млн т [21]. Викопне вугілля різних родовищ і пластів має неоднакові властивості. Марочну структура наявних в Україні покладів викопного вугілля згідно з [22] наведено на *рис. 5*.

З усіх марок кам'яного вугілля лише коксове вугілля (марка К) дає можливість отримувати високоякісний кокс, що, власне, і спричинило назву цієї марки. Решта ж марок коксівного вугілля використовуються для коксування в складі вугільних шихт (сумішей різних марок).

Поклади вугілля, придатного для коксування (марки Ж, К, ПС) зосереджені в Центральному Донбасі та практично всі знаходяться (станом на кінець 2025 р.) або на тимчасово окупованих тери-

Таблиця 5

Чинники, що впливають на ВП з виробництва валового коксу

Чинник, що впливає на ВП	Характеристика впливу	Спрямованість впливу
Розрахункова кількість робочих коксових печей у батареї, шт.	При тривалій експлуатації кількість зменшується внаслідок порушень вогнетривкої кладки	Кожна непрацююча піч зменшує ВП на ≈ 1,5%
Вихід сухого валового коксу із сухої шихти, %	Залежить від якості сировинної бази	При збільшенні (зменшенні) виходу летких речовин шихти на суху масу на 1% ВП зменшується (збільшується) на ≈ 0,7%
Оборот серійно працюючих печей, годин	Збільшення обороту печей (проміжок часу між двома послідовними завантаженнями шихти в піч) зменшує кількість печевидач за рік	При експлуатації коксової батареї понад 20 років оборот щорічно збільшується на 0,5 години, що призводить до зменшення ВП на 1,5–3,0% (залежно від віку коксової батареї)

Джерело: складено за даними [14].

Таблиця 6

Розрахунок ВП з виробництва коксу на початок 2026 р., тис. т/рік

Показник	Виробнича потужність
ВП з виробництва коксу підприємств, що розташовані на контрольованій території (станом на 01.01.2017 р. – табл. 4)	4877
Зменшення ВП за рахунок зменшення кількості робочих печей і збільшення їх обороту (з 2017 до кінця 2025 р.) – 9 років × 96,0	–864
Збільшення ВП за рахунок введення в експлуатацію коксових батарей на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	+2000
ВП станом на початок 2026 р.	6013

Джерело: розраховано авторами на підставі даних [17–20].

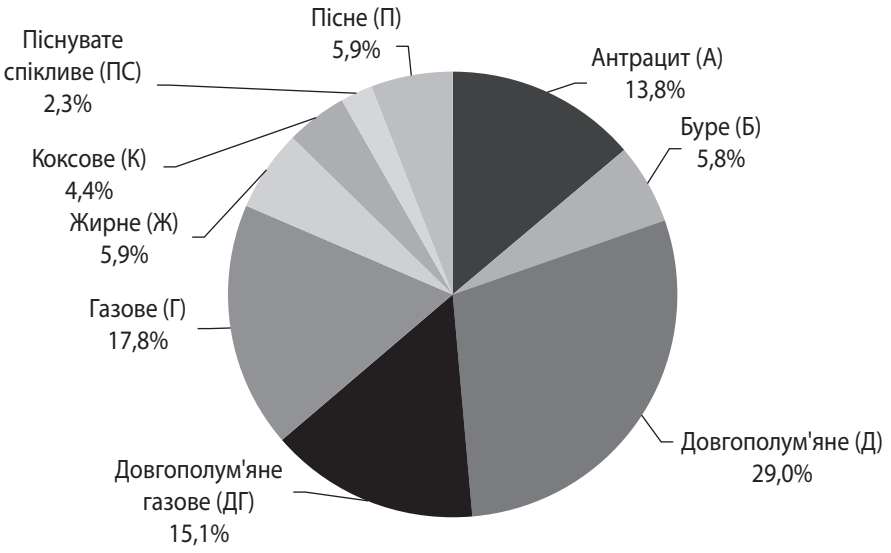

Рис. 5. Марочна структура запасів викопного вугілля в Україні

Джерело: складено за [22].

торіях, або в зоні активних бойових дій. Можливості відновлення видобутку вугілля на цій території можуть бути оцінені тільки після їх деокупації.

Певні перспективи розвитку видобутку коксівного вугілля можуть бути пов'язані з розвитком вуглевидобування у Львівсько-Волинському басейні в межах Любельського та Тяглівського родовищ. Дослідження властивостей вугілля Любельського родовища проводились ДП «УХІН» в період 2009–2015 рр. Технологічні характеристики вугільного концентрату, отриманого з кернових проб поля майбутньої шахти «Любельська» № 1–2 [23], дозволяють віднести вугілля шахти «Любельська» до марки К. Було встановлено, що вугілля шахти «Любельська» № 1–2 дещо переважає аналогічне українське вугілля шахтоуправління «Покровське» та шахти «Суходільська-Східна» (*табл. 7*). Зокрема, за зольністю та сірчистістю концентрату кернових проб це вугілля краще, ніж вітчизняні та зарубіжні аналоги. Менший, у порівнянні з аналогами, вихід летких речовин забезпечує більший вихід валового коксу.

Потреби коксохімічних підприємств у коксівному вугіллі частково можуть бути задоволені завдяки імпорту. На даний час таке вугілля надходить від вугільної компанії United Coal Company (США), яка є дочірньою компанією ТОВ «Метінвестхолдінг», ВП якої майже 3 млн т коксівного вугілля на рік [25]. Протягом 2022–2024 рр. постачання такого вугілля в Україну складало орієнтовно 400 тис. т/рік (розраховано за даними [8]).

Подальше нарощування імпорту є проблематичним з урахуванням значних логістичних витрат, а також внаслідок низької пропускної здатності морських портів України, яка оцінюється на рівні до 3 млн т на рік [26].

Переорієнтація коксохімічних підприємств на імпорт вугілля та/або будівництво нових шахт дозволить задовольнити потреби коксохімічних підприємств у якісній сировині. Але при цьому не вирішується глобальна проблема раціонального використання вітчизняної сировинної бази, а саме: невідповідність запасів вугілля структурі їх видобування та використання. Дві третини наявних за-

Таблиця 7

Порівняння якості вугільного концентрату кернових проб Любельського родовища з показниками підприємств-аналогів

Шахта, країна	Марка за ДСТУ 3472	Технічний аналіз, %		
		Зольність A^d, %	Сірчистість S^{dt}, %	Вихід летких речовин V^{daf}, %
«Любельська» № 1–2, Україна	К	4,7	0,54	23,0
Шахтоуправління «Покровське», Україна	К	8,4	0,80	27,9
«Суходольська-Східна», Україна	К	9,6	1,28	25,8
Oaky North, Австралія	К	9,5	0,60	24,5
Teck Premium, Канада	К	8,9	0,57	27,0

Джерело: складено за [23].

Наявні проробки з питань освоєння Тяглівського родовища показують, що воно містить кам'яне вугілля марок Г, ГЖ і Ж [24], а балансові запаси складають приблизно 300 млн т. У даний час виконано проєкт будівництва шахти «Тяглівська» № 1. Балансові запаси на шахтній ділянці складають 71,4 млн т, проєктна виробнича потужність шахти – 1,2 млн т вугілля щорічно. Безпосередньо до ділянки шахти № 1 прилягає ділянка шахти «Тяглівська» № 2 з попередньо розвіданими запасами в 96,4 млн т. Передбачається також проєктування шахти «Тяглівська» № 3, що дозволить створити в Західній Україні новий центр вугільної промисловості.

пасів представлені малометаморфованим вугіллям (марки Б, Д, ДГ, Г) (див. рис. 5). Саме вугілля цих марок (крім бурого вугілля) видобувається на даний час в Україні для потреб вугільної електрогенерації.

Вразливість вугільних ТЕС у часи воєнної агресії та міжнародні зобов'язання України щодо скорочення викидів парникових газів від спалювання вугілля на електростанціях висувають перед державою дилему: згортання вуглевидобувної промисловості чи пошук інших напрямів використання вугілля, так званих енергетичних марок (передусім Д, ДГ, Г).

Перспективним напрямом використання вугілля цих марок є їх газифікація з подальшим використанням отриманого синтез-газу для виробництва заліза прямого відновлення. На користь такої переорієнтації використання малометаморфованого вугілля свідчить те, що для хімічної переробки саме це вугілля (з високим вмістом кисню та з великою кількістю карбонільних =C=O, гідроксильних –OH і карбоксильних –COOH функціональних груп у макромолекулах вугільної речовини) є найціннішим для подальшого отримання синтез-газу, оскільки енергії зв'язку атомів у таких групах нижчі аналогічних величин для вуглець-вуглецевого та вуглець-водневого зв'язків. Отже, з погляду хімії та технології горючих копалин для отримання з вугілля синтез-газу доцільне використання саме малометаморфованого вугілля.

Запаси такого вугілля зосереджені на підконтрольній території України (Західний Донбас і Львівсько-Волинський вугільний басейн).

Вогнетривкі вироби. До початку російської агресії 2014 р. в Україні діяло 15 підприємств з виробництва вогнетривких виробів (цегла, блоки, плитки тощо) [27], більшість з яких були розташовані на території Донецької області. Ці підприємства не тільки забезпечували потреби вітчизняних споживачів, а й експортували до 15% своєї продукції (див. рис. 3). Ще у 2014 р., до початку повномасштабної агресії росії, було втрачено контроль на тимчасово окупованих територіях за ПАТ «Пантелеймонівський вогнетривкий завод» (м. Горлівка, Донецька обл.), ПрАТ «Великоанадольський вогнетривкий комбінат» (смт Володимирівка, Донецька обл.). У 2022 р. втрачено контроль за ТОВ «Гірничодобувна компанія „Мінерал"» (м. Пологи, Запорізька обл.). Такі зміни пояснюють від'ємну динаміку виробництва вогнетривких виробів в Україні у 2013–2019 рр. (*рис. 6*).

Після початку повномасштабної агресії у 2022 р. в зоні активних бойових дій опинилися виробничі потужності основного виробника шамотних вогнетривів (ПАТ «Часівоярський вогнетривкий комбінат») і динасових вогнетривів (ПрАТ «Покровський динасовий завод» і ПрАТ «Красногорівський вогнетривкий завод»).

Отже, наразі виробництво власних динасових і шамотних вогнетривів в Україні практично

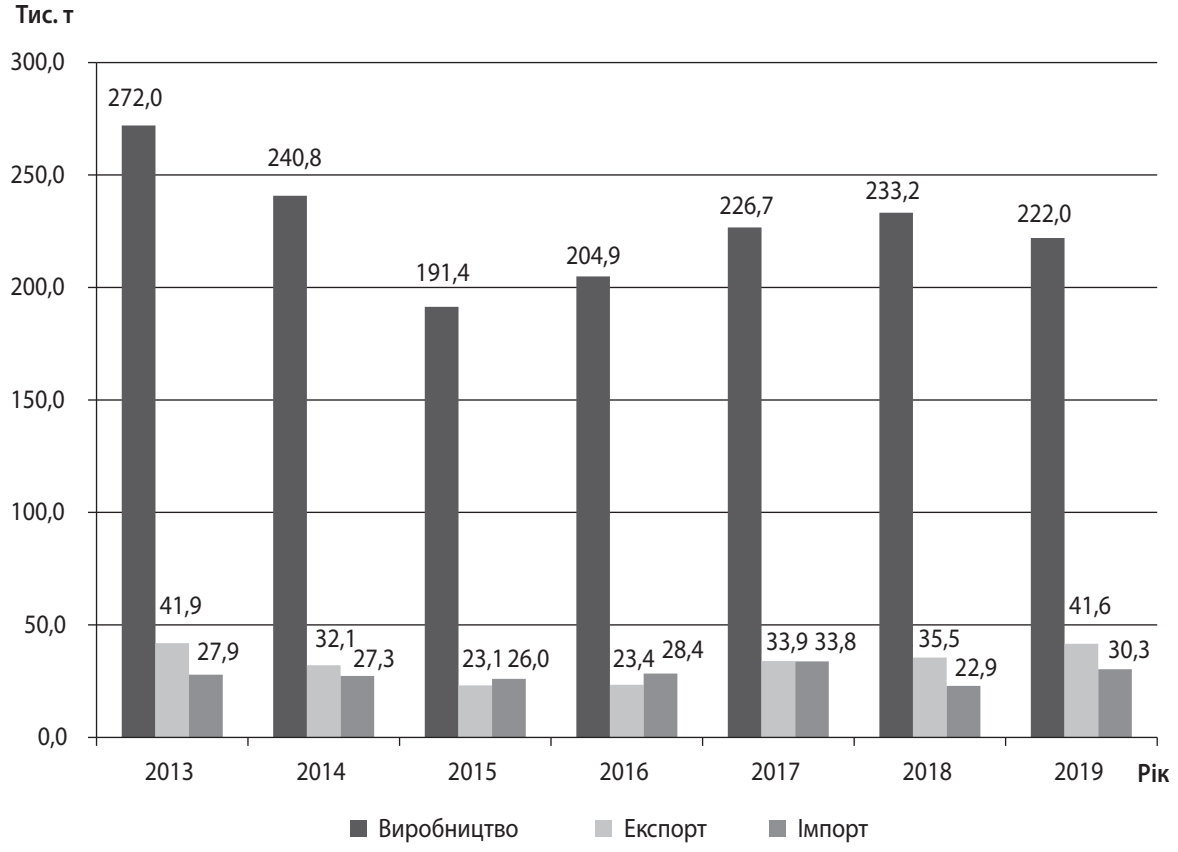

Рис. 6. Обсяги виробництва та експортно-імпортних операцій за товарною позицією «Цегла вогнетривка, блоки, плитки та аналогічні вогнетривкі керамічні будівельні матеріали, крім виробів з кремнеземистого кам'яного борошна або з аналогічних кремнеземистих порід» у 2013–2019 рр.

Джерело: складено за [8–10].

повністю припинене. На підконтрольній Україні території діють виробники мулітокорундових високоглиноземистих виробів – ПрАТ «Запоріжвогнетрив» (м. Запоріжжя) та ВАТ «Павлівські мінерали» (колишній Христофорівський завод вогнетривких бетонів та блоків, Дніпропетровська обл.).

Скорочення кількості виробників вогнетривких виробів призвело до скорочення зовнішньоекономічної діяльності: експорт вогнетривких виробів зменшився з 43,1 тис. т у 2020 р. до 2,8 тис. т у 2024 р., а імпорт скоротився з 26–33 тис. т у 2013–2019 рр. до 9,3–18,7 тис. т у 2022–2024 рр. [8].

Оцінка потреб у вогнетривких виробах металургійних підприємств повинна враховувати не тільки потреби доменного виробництва, а й суміжних переділів (виробництво коксу, конверторне, прокатне, електросталеплавильне виробництво). За деякими оцінками, в Україні середня витрата вогнетривів становить 13,8–16 кг/т сталі [28].

Втрата основних виробничих потужностей з виробництва вогнетривів ставить Україну перед вибором: орієнтація на імпорт чи розвиток власного виробництва на територіях, які знаходяться на відносно безпечній території країни.

На середньострокову перспективу єдиним джерелом забезпечення металургії вогнетривкими виробами є імпорт. Протягом 2022–2024 рр., після розриву економічних взаємовідносин з росією, основними постачальниками таких виробів, за даними Державної служби статистики [8], були Китай (36,1–51,9%), Австрія (7,2–13,6%), в окремі роки – Німеччина (12%) і Польща (11%).

Орієнтація на власне виробництво потребує значних інвестицій у їх створення, але є більш привабливим з точки зору національної безпеки та наявності вітчизняних родовищ необхідної сировини.

Сировиною для вогнетривких виробів є піски кремнеземні та кварцові, каолін (вогнетривка і тугоплавка глини). У минулі роки Україна не тільки повністю забезпечувала свої потреби в цих видах сировини, а й експортувала частку видобутку. На *рис. 7* наведено динаміку виробництва та експорту вогнетривкої сировини за товарними позиціями «Піски кремнеземні та піски кварцові» і «Каолін та інші глини каолінові, кальциновані або не кальциновані» у 2013–2021 рр. Слід зауважити, що імпорт у цьому ж періоді коливався в межах 8,0–17,0 тис. т, тобто потреби країни у вогнетривких виробах забезпечувалися виключно завдяки переробці вітчизняної сировини.

На даний час в Україні видано та діє 30 спеціальних дозволів на видобуток вогнетривкої та тугоплавкої глини, яка може використовуватися як сировина для виробництва вогнетривких виробів [29] (*рис. 8*). Основні поклади такої сировини розташовані на території Донецької області та, на даний час, є недоступними внаслідок військової агресії росії.

Ще у 2006 р. відзначалося, що найбільші родовища (Часівоярське – Донецька обл., Новоселицьке – Черкаська обл.) майже виснажені, а на інших родовищах або знижується сортність сировини, що видобувається, або погіршуються гірничо-геологічні умови, збільшується глибина кар'єрів, зростає собівартість добування сировини [30].

Враховуючи виснаженість основних родовищ Донецької обл. і виходячи з безпекових питань, у майбутньому слід звернути увагу на можливості

Рис. 7. Динаміка виробництва й експорту сировини для виробництва вогнетривких виробів у 2013–2021 рр.
Джерело: складено за [8–10].

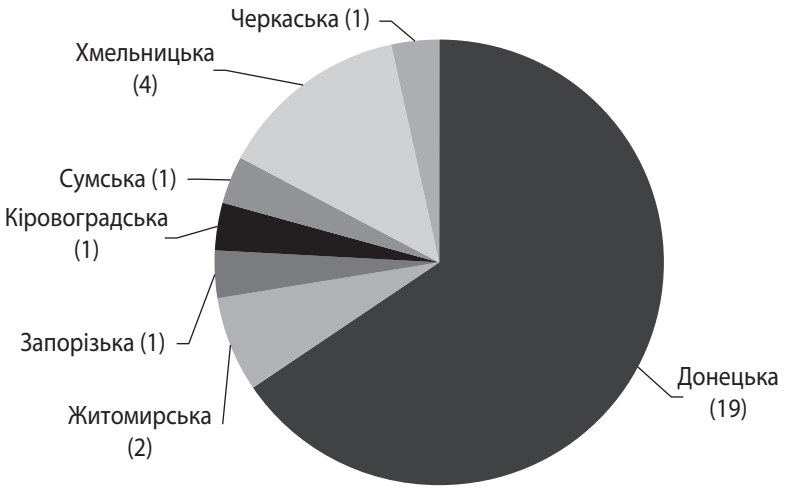

Рис. 8. Кількість виданих дозволів на видобуток сировини для вогнетривів за регіонами України

Джерело: складено за даними [29].

організації виробництва вогнетривких виробів на базі сировини, що знаходиться на територіях Житомирської, Кіровоградської Хмельницької та Черкаської областей України.

Як перспективний напрям розвитку видобування вогнетривкої сировини в «Загальнодержавній програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2010 року» було визначено, зокрема, проведення розвідки Рижанівського (Черкаська обл.) і Балашівського (Кіровоградська обл.) родовищ з очікуваними запасами відповідно 20 і 10 млн тонн для збільшення запасів вторинних каолінів, завершення розвідки Західної лінзи Рижанівського родовища, проведення пошукових робіт щодо виявлення високоякісних вторинних каолінів у районі діючих підприємств (ділянки, прилеглі до Новоселицького та Обознівського родовищ) у Черкаській та Кіровоградській областях [30].

Але можливості залучення цих родовищ до сировинної бази вітчизняної вогнетривкої промисловості потребують додаткових геолого-розвідувальних робіт, техніко-економічних обґрунтувань тощо.

Флюси (вапняки та доломіти). Флюсами називають матеріали, які вводять в металургійну шихту для зниження температури плавлення пустої породи, ошлакування золи коксу, надання отримуваному шлаку необхідного хімічного складу та фізичних властивостей, які забезпечують його високу рідко-рухливість, сірко-поглинальну здатність і, отже, рівний хід плавки. Оскільки порожня порода залізних руд переважно кремнеземиста (кисла), то роль флюсу звичайно виконують основні оксиди кальцію та магнію.

Оксид кальцію входить до складу мінералу кальциту $CaCO_3$, що називається вапняком. У чистому вигляді вапняк містить 56% CaO та 44% CO_2. Вміст CaO в технічному вапняку, що видобувається на гірничих підприємствах, становить 50–52%. Доломітизований вапняк складається із суміші кальциту та доломіту ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$), вміст MgO сягає в ньому 14%. Доломітизований вапняк використовують для зниження в'язкості та підвищення плинності доменного шлаку, доводячи за його допомогою вміст MgO в шлаці до 8–10%. Найважливішою вимогою до основних флюсів є низький вміст у них кремнезему та глинозему, а також шкідливих домішок – сірки та фосфору.

За даними Української асоціації сталеплавильників [31], родовища вапняку є практично в усіх регіонах України. Найкрупнішим з них є Каракубське в Донецькій області, де розташоване найкрупніше в Європі Комсомольське рудоуправління. До нього примикають Оленівське та Новотроїцьке родовища, де розташовані Докучаєвський флюсо-доломітний комбінат і Новотроїцьке рудоуправління. У Криму знаходяться Балаклавське та Камиш-Бурунське родовища поблизу відповідно Севастополя та Керчі. Вапняк Балаклавського рудоуправління високоякісний, натомість камиш-бурунський вапняк є ракушниковим – дрібним і недостатньо міцним, який може використовуватись лише для агломерації.

Тимчасова окупація росією основних родовищ вапняку призвела до скорочення обсягів його виробництва більше ніж у 2 рази з одночасним зростанням імпорту (*рис. 9*).

У цілому, незважаючи на наявність в Україні достатніх покладів вапняку, ситуація з його постачанням на металургійні підприємства суттєво ускладнена через те, що родовища з найкращими

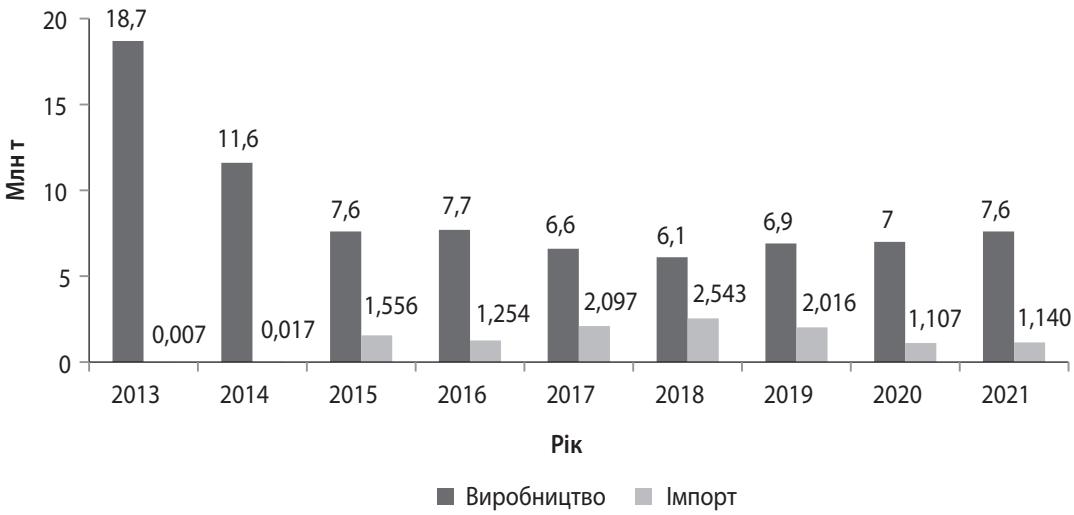

Рис. 9. Динаміка виробництва та імпорту флюсів у довоєнні роки

Джерело: складено за даними [8–10].

властивостями знаходяться на тимчасово непідконтрольних територіях. Вапняк, що постачається з Кашперівського кар'єру Миколаївської області та Максимівського родовища Збаразького району Тернопільської області, є дрібним і недостатньо міцним. Тому деякі металургійні підприємства вдаються до імпорту вапняку з інших країн, зокрема Молдови. Так, у 2023 р. поставки флюсів з Молдови сягали 91–97% від загального імпорту (розраховано за даними [8]).

Підсумовуючи аналіз забезпеченості доменного виробництва сировиною, паливом та основними матеріалами, можна зробити висновок, що подальше функціонування традиційного доменного виробництва пов'язано передусім зі значними інвестиціями або у вітчизняну вугільну промисловість (з метою будівництва нових шахт з видобутку коксівного вугілля), або в іноземну промисловість (для нарощування видобутку коксівного вугілля та/або виробництва коксу). Крім того, є проблематичною довгострокова експлуатація існуючих в Україні доменних печей, наймолодшій з яких (№ 9 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг») 52 роки, що перевищує світові оцінки нормативного строку служби (50 років – [32]). Необхідно відмітити, що старіння доменних печей є загальносвітовою тенденцією. Так, за оцінкою британського дослідницького центру Agora, до 2030 р. 71% доменних печей у світі вийдуть з експлуатації або потребуватимуть заміни футеровки [32].

Альтернативним шляхом розвитку металургії є відмова від доменного виробництва (непряме відновлення заліза) на користь прямого відновлення, за яким як відновник використовується водень або синтез-газ (суміш водню та монооксиду вуглецю). Використання як відновника водню робить процес отримання заліза більш екологічним завдяки зменшенню утворюваного парникового газу – діоксиду вуглецю.

Ключовим питанням для такої технології є джерело отримання водню. Найбільш поширеними технологіями отримання водню, які мають промислове значення, є:

- *електроліз води* – розклад води на кисень і водень під впливом постійного електричного струму;
- *парова конверсія метану природного газу з отриманням синтез-газу*, який містить у своєму складі 75–80% водню та 20–25% монооксиду вуглецю;
- *газифікація кам'яного або бурого вугілля з отриманням синтез-газу*, який містить 30–40% водню, 40–50% монооксиду вуглецю та решта – діоксид вуглецю.

Дефіцитність природного газу та електроенергії робить неможливим застосування перших двох напрямів в Україні. Газифікація вугілля з подальшим використанням отриманого синтез-газу в процесі прямого відновлення заліза є в українських реаліях перспективним напрямом. У країні наявні виробничі потужності з видобутку саме малометаморфованого кам'яного вугілля (марки ДГ і Г), яке найбільше підходить для процесу газифікації. Частина вугільних підприємств, які видобувають вугілля таких марок, знаходиться в державній власності (державні підприємства «Добропіллявугілля», «Львіввугілля», «Волиньвугілля»). Програмою діяльності державних вугледобувних

підприємств на період до 2030 року [33], прийнятою наприкінці 2025 р., передбачається збільшення видобутку вугілля цих марок з 0,5 млн т у 2025 р. до 5 млн т у 2030 р. Реалізація цієї програми сприяє переорієнтації частини вугілля з теплогенерації на потреби металургійного комплексу країни.

Необхідно відзначити, що технологія прямого відновлення заліза шляхом використання синтез-газу, отриманого при газифікації вугілля, є досить відомою (так звана технологія Rotary Kiln) і розповсюдженою передусім в Індії, а також в низці інших країн Азії та Африки [34; 35].

Привабливість цього процесу пояснюється тим, що в процесі газифікації вугілля (сумісно з водяною парою або водою) отримується газ, який містить 30–40% водню. Недоліком цієї технології є значні викиди парникового газу – діоксиду вуглецю, який утворюється в процесах газифікації вугілля та використання синтез-газу. Але завдяки ресурсам водню в синтез-газі викиди парникового газу (в розрахунку на 1 т заліза) на 30–40% менші, ніж у доменному виробництві.

Звідси випливає напрям подальшого вдосконалення технології використання вугілля для подальшого відновлення заліза, а саме – *поєднання процесу газифікації з процесом електролізу води*. Життєздатність такої технології пояснюється тим, що процес газифікації супроводжується значним отриманням теплової енергії, яка може бути трансформована в електроенергію, потрібну для отримання водню в процесі електролізу. Поєднання технології газифікації з технологією електролізу було апробоване авторами статті для цілей отримання синтетичних моторних палив за процесом Фішера – Тропша [36]. На прикладі виробництва синтетичних моторних палив з вітчизняного вугілля доведено економічну ефективність поєднання процесів газифікації вугілля і електролізу води [36]. Це визначає напрями подальших досліджень, а саме – розробка технологічних рішень щодо виробництва заліза прямого відновлення на основі газифікації вітчизняного вугілля й електролізу води та їх подальша техніко-економічна оцінка.

ВИСНОВКИ

1. Внаслідок російської агресії гірничо-металургійний комплекс України зазнав суттєвих втрат і знаходиться в кризовому стані. Протягом 2013–2025 рр. виробництво чавуну в Україні скоротилося з 32,9 до 7,1 млн т, валового коксу – з 17,6 до 2,7 млн т, залізорудної сировини – з 82,4 до 44,7 млн т. На даний час існують диспропорції у виробничих потужностях з виробництва залізорудної сировини, чавуну, доменного коксу і вогнетривів. Якщо на початку XXI сторіччя імпортувалося тільки коксівне вугілля, то з тимчасовою окупацією територій вітчизняна металургія здатна забезпечити свої потреби тільки в частині залізорудної сировини. Втрата можливостей щодо виробництва стратегічно важливого для металургії доменного коксу ставить подальше існування доменного виробництва в залежність від імпорту коксівного вугілля та/або коксу, що суттєво впливає на погіршення фінансових показників операційної діяльності металургійних підприємств.

Залежність металургійної галузі від виробництва вогнетривких виробів і флюсів є менш критичною внаслідок їх значно меншого впливу на витрати операційної діяльності.

2. Обмеження щодо довгострокової орієнтації металургії на доменне виробництво накладає також значний знос основних засобів коксохімічного та доменного виробництва, що потребує або значних інвестицій у відтворення екологічно небезпечних технологій, або розробки принципово іншої концепції розвитку металургії заліза.

Додаткові обмеження на довгострокове забезпечення потреб металургії за рахунок використання коксу накладає структура запасів вугілля та відпрацьованість багатьох родовищ вугілля коксівних марок (Ж, К, ПС). Водночас значну частину запасів складає малометаморфоване вугілля (марок Д, ДГ, Г), видобуток якого продовжується на території Західного Донбасу (Дніпропетровська обл.) і у Львівсько-Волинському вугільному басейні. Тому актуальним є дослідження можливостей використання цього вугілля для потреб металургійної промисловості.

3. Як перспективний напрям подальшого розвитку сталеплавильного виробництва пропонується заміна виробництва чавуну в доменному виробництві технологією прямого відновлення заліза, сутністю якої є заміна традиційного відновника – доменного коксу – синтез-газом (сумішшю водню та монооксиду вуглецю). Така технологія є розповсюдженою у світі та характеризується меншими викидами парникового газу (діоксиду вуглецю), ніж при доменному виробництві, що є актуальним з огляду на кліматичну політику людства. Для умов України пропонується отримувати синтез-газ шляхом газифікації малометаморфованого кам'яного вугілля, поклади якого превалюють у структурі запасів цієї корисної копалини та видобуток якої наявний в Україні.

Для зменшення викидів парникового газу пропонується процес газифікації вугілля поєднувати з електролізом води, продуктом якого є додаткові ресурси водню. Необхідна для електролізу

електроенергія може бути отримана за рахунок використання тепла продуктів газифікації вугілля. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Украинская металлургия: современные вызовы и перспективы развития : монография / А. И. Амоша, В. И. Большаков, А. А. Минаев и др. Донецк, 2013. 114 с.
2. Внесок ГМК в економіку України. 2024 р. *GMKCenter*. URL: https://gmk.center/wp-content/uploads/2025/04/ukr_2025_Econ_Steel-impact.pdf
3. Металургія. *ТОВ «МЕТІНВЕСТХОЛДИНГ»*. URL: https://metinvestholding.com/ua/about/steel
4. Центр експертизи про промисловість та ГМК. *GMKCenter*. URL : https://gmk.center/ua/
5. Наша історія. *ArcelorMittal*. URL: https://ukraine.arcelormittal.com/about/nasha-istoriia
6. Steel Statistical Yearbook 2024. *World Steel Association*. 2024. URL: https://worldsteel.org/media/publications/ssy_subscription-2024/
7. Crude steel production by process 2024. *World Steel in Figures 2025*. URL: https://worldsteel.org/data/world-steel-in-figures/world-steel-in-figures-2025/#crude-steel-production-by-process-2024
8. Зовнішня торгівля окремими видами товарів за країнами світу. *Державна служба статистики*. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2024/zd/e_iovt/arh_iovt2024.htm
9. Статистичний щорічник України за 2018 рік. Житомир : ТОВ «Бук-Друк», 2019. 482 с. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/11/zb_yearbook_2018.pdf
10. Статистичний щорічник України за 2022 рік / за ред. Є. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2023. 383 с.
11. Офіційний сайт ПрАТ «Дніпровський металургійний завод». URL: https://www.dmz-petrovka.dp.ua/index.php?page=news&id=157
12. Руди заліза. *Портал даних видобувної галузі України*. URL: https://eiti.gov.ua/resursi-rozvidkata-vidobuvannya/rudi-zaliza_2022//
13. Звіт про управління АТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» за 2022 р. URL: https://drive.google.com/file/d/1i3fSS3EhdL804ryT96MAn9ujmcLeeAvz/view?usp=sharing
14. Офіційний сайт ПрАТ «Суха балка». URL: https://sukhabalka.com/ua/
15. Видобуток і збагачення руди. *ArcelorMittal*. URL: https://ukraine.arcelormittal.com/production-sycle/iron-ore-mining-and-processing
16. Глущенко А. Внаслідок війни Україна втратила 74% видобутку коксівного вугілля. *GMKCenter*. 29 січня 2025 р. URL: https://gmk.center/ua/infoграphic/vnaslidok-vijni-ukraina-vtratila-74-vidobutku-koksivnogo-vugillya/
17. Итоги работы предприятий УНПА «УКРКОКС». Дніпро : УНПА «Укркокс», 2017. 85 с.
18. Інструкція з розрахунку виробничих потужностей коксохімічних підприємств і коксохімічних виробництв. Затверджено наказом Генерального директора УНПА «Укркокс» № 6 від 11 березня 2014 р.
19. Кравченко С. О., Старовойт А. Г., Туркіна О. В., Чаплянко С. В. Аналіз пічного фонду коксохімічних виробництв України станом на 01.01.2021. *Вуглехімічний журнал*. 2022. № 3. С. 23–28. DOI: https://doi.org/10.31081/1681-309X-2022-0-3-23-28
20. Кравченко С. О., Старовойт А. Г., Туркіна О. В., Чаплянко С. В. Аналіз обсягу виробництва та якості коксу у 2020 році українських коксохімічних підприємств. *Вуглехімічний журнал*. 2022. № 4. С. 16–21. DOI: https://doi.org/10.31081/1681-309X-2022-0-4-16-21
21. Кам'яне вугілля. *Портал даних видобувної галузі України*. URL: https://eiti.gov.ua/resursi-rozvidkata-vidobuvannya/kamyane-vugillya_2022/
22. Дроздник И. Д., Старовойт А. Г., Гусак В. Г. Угли для коксования и пылеугольного топлива. Харьков : Контраст, 2011. 188 с.
23. Анализ и обобщение результатов исследования керновых проб поля шахты Любельская № 1-2 с целью определения технологической ценности углей этой шахты, как сырья для коксования / И. Д. Дроздник, Ю. С. Кафтан, И. В. Шульга и др. / Отчет по НИР № 263.2009. Харьков : ГП «УХИН», 2009.
24. Савчук В. С. Склад та якість вугілля окремих марок Львівсько-Волинського басейну. *Вісник Дніпропетровського національного університету. Серія «Геологія, географія»*. 2003. В. 5. С. 3–11.
25. United Coal (UCC) is a producer of coking coal loł cated in the Central Appalachian region of the United States. *MetinvestGroup*. URL: https://ucc.metinvestholding.com/en-us/
26. Баланс ринку вугілля для коксування в Україні. *GMKCenter*. 2024. URL: https://gmk.center/wp-conтent/uploads/2024/12/Ukr_coking-coal-market.pdf
27. Вогнетривких матеріалів промисловість. *Енциклопедія сучасної України*. URL: https://esu.com.ua/article-35277
28. Кириченко О. Г., Прутцьков Д. В. Вогнетриви металургійного виробництва. *Навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 136 «Металургія»*. Запоріжжя, 2023. 78 с. URL: https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi85/0064837.pdf
29. База даних спеціальних дозволів на користування надрами. URL: https://data.gov.ua/dataaset/f0b36102-1b92-4442-895d-a0d839c4d86b/resource/c3166170-18df-44cb-8c17-b61aa5c13cc6
30. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2010 року» від 22.02.2006 р. № 3458-IV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3458-15/ed20060222#n16
31. Флюсы доменной плавки. Известняк. Месторождения известняка. *Украинская Ассоциация Ста-*

леплавильщиков. URL: https://uas.su/allmet/1ore/fluxes/001.php
32. 2020s a singular opportunity for steel decarbonisation. *Argus Media*. URL: https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2270292-2020s-a-singular-opportunity-for-steel-decarbonisation?backToResults=true
33. Програма діяльності державних вугледобувних підприємств на період до 2030 року : схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 26.11.2025 р. № 1454-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1454-2025-p#Text
34. Nyakudya Ncube R. Y., Ayomoh M. Optimisation strategies and technological advancements for sustainable direct reduction iron production – A systematic review. *Sustainability*. 2025. Vol. 17. Iss. 5. Art. 2266. DOI: https://doi.org/10.3390/su17052266
35. Rotary Kiln Manufacturers in India. *Classic Technomec*. URL: https://www.classictechnomec.com/rotary-kiln-manufacturers-in-india.php
36. Патент України на корисну модель № 156530. Спосіб отримання синтетичних моторних палив з вугілля / І. В. Шульга, М. О. Кизим, В. Є. Хаустова, Є. І. Котляров. Опубліковано в Бюлетені ДП УКРНОВІ № 27, 2024.

REFERENCES

Amosha A.I., Bolshakov V.I. & Minayev A.A. (2013). *Ukrainskaya metallurgiya: sovremennyye vyzovy i perspektivy razvitiya:* monografiya [Ukrainian Metallurgy: Modern Challenges and Development Prospects: Monograph]. Donetsk.

ArcelorMittal. *Nasha istoriia* [Our History]. https://ukraine.arcelormittal.com/about/nasha-istoriia

ArcelorMittal. *Vydobutok i zbahachennia rudy* [Ore Mining and Processing]. https://ukraine.arcelormittal.com/production-sycle/iron-ore-mining-and-processing

Argus Media. *2020s a singular opportunity for steel decarbonisation*. https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2270292-2020s-a-singular-opportunity-for-steel-decarbonisation?backToResults=true

Baza danykh spetsialnykh dozvoliv na korystuvannia nadramy [Database of Special Permits for Subsurface Use]. https://data.gov.ua/dataset/f0b36102-1b92-4442-895d-a0d839c4d86b/resource/c3166170-18df-44cb-8c17-b61aa5c13cc6

Classic Technomec. *Rotary Kiln Manufacturers in India*. https://www.classictechnomec.com/rotary-kiln-manufacturers-in-india.php

Derzhavna sluzhba statystyky. *Zovnishnia torhivlia okremymy vydamy tovariv za krainamy svitu* [Foreign Trade in Certain Types of Goods by Countries of the World]. https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2024/zd/e_iovt/arh_iovt2024.htm

Drozdnik I. D., Starovoyt A. G. & Gusak V. G. (2011). *Ugli dlya koksovaniya i pyleugolnogo topliva* [Coals for Coking and Pulverized Coal Fuel]. Kharkiv: Kontrast.

Drozdnyk I.D., Kaftan Yu.S. & Shulga Yu.V. (2009). *Analiz i obobshcheniye rezultatov issledovaniya kernovykh prob polya shakhty Lyubelskaya № 1-2 s tselyu opredeleniya tekhnologicheskoy tsennosti ugley etoy shakhty, kak syrya dlya koksovaniya* [Analysis and Generalization of the Results of Core Sample Research of the Lyubelska Mine Field No. 1-2 to Determine the Technological Value of the Coals of this Mine as Raw Materials for Coking]. Kharkiv: GP «UKhIN».

Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy. *Vohnetryvkykh materialiv promyslovist* [Refractory Materials Industry]. https://esu.com.ua/article-35277

GMKCenter. (2024). *Vnesok HMK v ekonomiku Ukrainy* [Contribution of the MMC to the Economy of Ukraine]. https://gmk.center/wp-content/uploads/2025/04/ukr_2025_Econ_Steel-impact.pdf

GMKCenter. (2024). *Balans rynku vuhillia dlia koksuvannia v Ukraini* [Balance of the Coking Coal Market in Ukraine]. https://gmk.center/wp-content/uploads/2024/12/Ukr_coking-coal-market.pdf

GMKCenter. *Tsentr ekspertyzy pro promyslovist ta HMK* [Expertise Center for Industry and MMC]. https://gmk.center/ua/

Hlushchenko A. (2025, January 29). Vnaslidok viiny Ukraina vtratyla 74% vydobutku koksivnoho vuhillia [As a Result of the War Ukraine Lost 74% of Coking Coal Production]. *GMKCenter*. https://gmk.center/ua/infographic/vnaslidok-vijni-ukraina-vtratila-74-vidobutku-koksivnogo-vugillya/

Kravchenko S. O., Starovoit A. H., Turkina O. V. & Chaplianko S. V. (2022). Analiz pichnoho fondu koksokhimichnykh vyrobnytstv Ukrainy stanom na 01.01.2021 [Analysis of the Oven Stock of Coke-Chemical Production of Ukraine as of 01.01.2021]. *Vuhlekhimichnyi zhurnal, 3*, 23–28. https://doi.org/10.31081/1681-309X-2022-0-3-23-28

Kravchenko S. O., Starovoit A. H., Turkina O. V. & Chaplianko S. V. (2022). Analiz obsiahu vyrobnytstva ta yakosti koksu u 2020 rotsi ukrainskykh koksokhimichnykh pidpryiemstv [Analysis of the Production Volume and Quality of Coke in 2020 of Ukrainian Coke-Chemical Enterprises]. *Vuhlekhimichnyi zhurnal, 4*, 16–21. https://doi.org/10.31081/1681-309X-2022-0-4-16-21

Kyrychenko O. H. & Pruttskov D. V. (2023). *Vohnetryvy metalurhiinoho vyrobnytstva*: navchalno-metodychnyi posibnyk [Refractories of Metallurgical Production. Educational and Methodological Manual]. Zaporizhzhia. https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi85/0064837.pdf

Nyakudya Ncube R. Y. & Ayomoh M. (2025). Optimisation strategies and technological advancements for sustainable direct reduction iron production – A systematic review. *Sustainability, 5*(17). Art. 2266. https://doi.org/10.3390/su17052266

Ofitsiinyi sait PrAT «Dniprovskyi metalurhiinyi zavod» [Official Website of PJSC Dniprovsky Metallurgical Plant]. https://www.dmz-petrovka.dp.ua/index.php?page=news&id=157

Ofitsiinyi sait PrAT «Sukha balka» [Official Website of PJSC Sukha Balka]. https://sukhabalka.com/ua/

Ofitsiinyi sait TOV «METINVESTKhOLDYNH». *Metalurhiia* [Metallurgy]. https://metinvestholding.com/ua/about/steel

Portal danykh vydobuvnoi haluzi Ukrainy. (2022). *Rudy zaliza* [Iron Ores]. https://eiti.gov.ua/resursi-rozvidka-ta-vidobuvannya/rudi-zaliza_2022//

Portal danykh vydobuvnoi haluzi Ukrainy. (2022). *Kamiane vuhillia* [Hard Coal]. https://eiti.gov.ua/resursi-rozvidka-ta-vidobuvannya/kamyane-vugillya_2022/

Prohrama diialnosti derzhavnykh vuhledobuvnykh pidpryiemstv na period do 2030 roku: skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy № 1454-r [Activity Program for State Coal Mining Enterprises for the Period up to 2030: Approved by the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 1454-r] (2025, November 26). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1454-2025-r#Text

Savchuk V. S. (2003). Sklad ta yakist vuhillia okremykh marok Lvivsko-Volynskoho baseinu [Composition and Quality of Coal of Certain Grades of the Lviv-Volyn Basin]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu. Seriia «Heolohiia, heohrafiia», 5*, 3–11.

Shulha I.V., Kyzym M.O., Khaustova V.Ye. & Kotliarov Ye. I. (2024). *Patent Ukrainy na korysnu model № 156530. Sposib otrymannia syntetychnykh motornykh palyv z vuhillia* [Ukraine Utility Model Patent No. 156530. Method for Obtaining Synthetic Motor Fuels from Coal]. Biuleten DP UKRNOVI № 27.

TOV «Buk-Druk» (2019). *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2018 rik* [Statistical Yearbook of Ukraine for 2018]. Zhytomyr: TOV «Buk-Druk». https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/11/zb_yearbook_2018.pdf

Ukrainskaya Assotsiatsiya Staleplavilshchikov. *Flyusy domennoy plavki. Izvestnyak. Mestorozhdeniya izvestnyaka* [Blast Furnace Fluxes. Limestone. Limestone Deposits]. https://uas.su/allmet/1ore/fluxes/001.php

United Coal (UCC). United Coal (UCC) is a producer of coking coal located in the Central Appalachian region of the United States. *MetinvestGroup*. https://ucc.metinvestholding.com/en-us/

UNPA «Ukrkoks» (2017). *Itogi raboty predpriyatiy UNPA «UKRKOKS»* [Results of Operations of UNPA UKRCOKE Enterprises]. Dnipro: UNPA «Ukrkoks».

Verner Ye. (2023). *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2022 rik* [Statistical Yearbook of Ukraine for 2022]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy.

World Steel Association. (2024). *Steel Statistical Yearbook 2024*. https://worldsteel.org/media/publications/ssy_subscription-2024/

World Steel in Figures 2025. (2024). *Crude steel production by process 2024*. https://worldsteel.org/data/world-steel-in-figures/world-steel-in-figures-2025/#crude-steel-production-by-process-2024

Zakon Ukrainy «Pro zatverdzhennia Zahalnoderzhavnoi prohramy rozvytku mineralno-syrovynnoi bazy Ukrainy na period do 2010 roku» № 3458-IV [Law of Ukraine 'On Approval of the National Program for the Development of the Mineral Resource Base of Ukraine for the Period up to 2010' No. 3458-IV] (2006, February 22). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3458-15/ed20060222#n16

Zatverdzheno nakazom Heneralnoho dyrektora UNPA «Ukrkoks» № 6 (2014). *Instruktsiia z rozrakhunku vyrobnychykh potuzhnostei koksokhimichnykh pidpryiemstv i koksokhimichnykh vyrobnytstv* [Instructions for Calculating the Production Capacities of Coke-Chemical Enterprises and Coke-Chemical Production]. Zatverdzheno nakazom Heneralnoho dyrektora UNPA «Ukrkoks» № 6.

Zvit pro upravlinnia AT «Pivdennyi hirnycho-zbahachuvalnyi kombinat» za 2022 r. [Management Report of JSC Southern Mining and Processing Plant for 2022] (2022). https://drive.google.com/file/d/1i3fSS3EhdL804ryT96MAn9ujmcLeeAvz/view?usp=sharing

Стаття надійшла до редакції / Received: 29.01.2026
Статтю прийнято до публікації / Accepted: 12.02.2026
Оприлюднено / Published: 31.03.2026