

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ**



# **ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

**МАТЕРІАЛИ**

**XXII** МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ



**КРАМАТОРСЬК-ТЕРНОПІЛЬ 2024**

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Краматорський завод важкого машинобудування  
Перечинський механічний завод  
Донецький національний технічний університет  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України  
Луцький національний технічний університет  
Національний університет «Одеська політехніка»  
Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Національний університет «Чернігівська політехніка»  
Сумський державний університет

# **ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

**МАТЕРІАЛИ**  
XXII Міжнародної  
науково-технічної конференції

Краматорськ-Тернопіль 2024

## **УДК 621.9**

Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали XXII Міжнародної науково-технічної конференції 28 – 30 травня 2024 року / за заг. ред. В. Д. Ковальова. — Краматорськ-Тернопіль: ДДМА, 2024. — 224 с.

**ISBN 978-617-7889-70-9**

В збірнику наведені матеріали до вирішення актуальних проблем важкого машинобудування, конструювання, виготовлення та експлуатації машин, верстатів, інструментів, розробки та впровадження прогресивних енергозберігаючих технологій та ін.

### **ОСНОВНА ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ**

1. Сучасні проблеми машинобудування, металообробки, якості технологічних систем.
2. Нові напрямки розвитку процесів металообробки, металорізальних верстатів та інструментів.
3. Прогресивна техніка і технології для важкого машинобудування.
4. Нові інформаційні технології в управлінні виробництвом.
5. Проблеми інженерної освіти та підготовки кадрів вищої кваліфікації.
6. Автоматизація технологічних і виробничих процесів.
7. Обчислювальні мережі і системи, елементи і пристрої обчислювальної техніки та систем керування.
8. Застосування математичного моделювання в техніці та економіці.
9. Менеджмент та маркетинг.

Робочі мови конференції – українська, англійська, німецька.

## ПОРІВНЯННЯ АГЛОДОМЕННОГО ПЕРЕДІЛУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРЯМОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗА MIDREX H2 У КОНТЕКСТІ ПЕРЕХОДУ ДО ЗЕЛЕНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

Кухар В.В., Тимошенко Д.О.

(ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка», м. Запоріжжя, Україна)

В умовах сучасної металургії перехід на екологічно чисті технології стає все більш актуальним, що дає вектор розвитку підприємствам-виробникам металургійного устаткування на проектування та виготовлення обладнання для зеленої металургії. Однією з ключових задач металургії є зниження викидів парникових газів та зменшення споживання енергії. У цьому контексті важливо порівняти традиційну технологію аглодоменного виробництва з перспективною «зеленою» технологією прямого відновлення заліза Midrex H2.

Аглодоменний переділ – це традиційний метод виробництва чавуну, який включає два основних етапи:

I. Підготовка шихти полягає у агломерації залізорудної сировини для покращення її фізико-хімічних властивостей.

II. Виплавка чавуну це процес, що проходить у доменній печі:

1) при температурі понад 2000 °С, з використанням коксу як відновника.

2) основними екологічними проблемами аглодоменного переділу є:

а) високі викиди CO<sub>2</sub> – значна частина парникових газів утворюється в процесі спалювання коксу.

б) забруднення повітря – викиди пилу, оксидів сірки та інших шкідливих речовин.

в) високе енергоспоживання – процес потребує великої кількості енергії для підтримки високих температур [1].

Чорна металургія є значимим промисловим джерелом викидів газу CO<sub>2</sub> у атмосферу через енергоємність металургійного виробництва, залежність його від вуглецевого та вуглеводного палива і відновників, а також великих обсягів виробництва [2]. При цьому, доменна піч разом з повітрянагрівачами є найбільшим джерелом викидів вуглекислого газу з-поміж усіх агрегатів металургійного заводу [2, 3]. При виробництві 1 т рідкого чавуну утворюється 1–1,5 т CO<sub>2</sub>, при цьому менше половини цієї кількості утворюється безпосередньо в доменній печі і виходить з неї у складі колошникового газу (містить 17–25 % CO<sub>2</sub> і 20–30 % CO). Решта утворюється при спалюванні колошникового газу у повітрянагрівачах [2]. Однак, існують певні резерви для зниження викидів CO<sub>2</sub> доменними печами і повітрянагрівачами шляхом поліпшення якості сировини, технології та обладнання, що зменшує витрати палива на одиницю продукції [2].

Окрім власне доменної печі і допоміжних об'єктів доменного цеху забруднювачами навколишнього середовища є також інші підприємства, що є

ланками доменного виробництва — фабрики грудкування і коксохімічні заводи, причому з-поміж них аглофабрики за забрудненням посідають перше місце [3].

Ці викиди спричиняють кислотні дощі, погіршують якість повітря, негативно впливають на здоров'я людей і екосистеми.

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця викидів

Викиди при використанні аглодеменного виробництва + Мартен	Викиди при застосуванні технології Midrex H2 + ДСП
2430 кг/т	613 кг/т

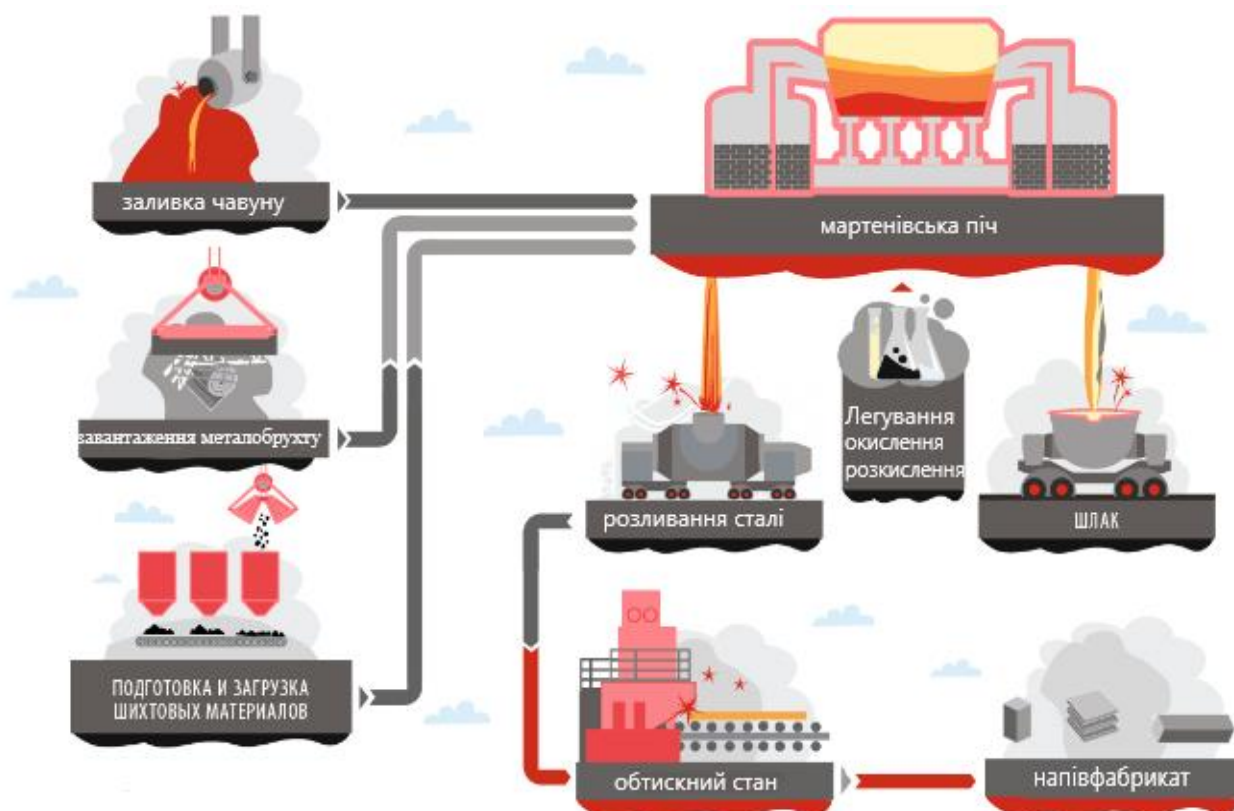


Рис. 1. Схема мартенівського виробництва сталі [5]

Технологія Midrex H2 є однією з найсучасніших у сфері зеленої металургії. Вона заснована на прямому відновленні заліза з використанням водню як відновника замість коксу. Основні етапи технології Midrex H2 [4]:

- підготовка залізорудної сировини: збагачення та гранулювання руди.
- пряме відновлення заліза: відновлення руди у спеціальних реакторах при температурах 800-1000 °С з використанням водню.

Переваги технології Midrex H2:

а) низькі викиди CO<sub>2</sub>: використання водню замість коксу значно знижує викиди парникових газів [3].

б) чистіший процес: відсутність викидів оксидів сірки та зниження забруднення повітря.

в) енергоефективність: нижчі температури процесу та використання відновлюваних джерел енергії для виробництва водню.

г) поліпшення якості металу: водень забезпечує кращу якість металу завдяки зменшенню домішок і покращенню властивостей готового продукту.

д) стабільність процесу: використання водню дозволяє досягти більш чіткої умови виробництва, що сприяє підвищенню продуктивності.

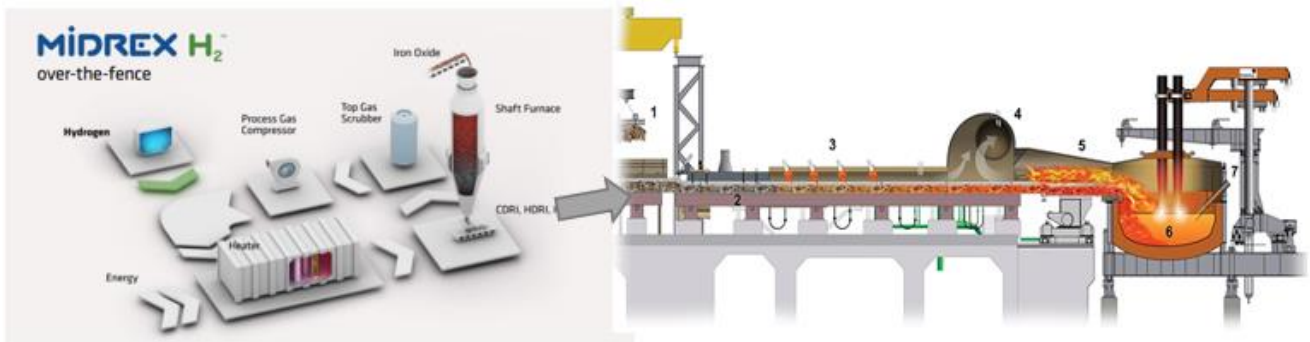


Рис. 2. Процес Midrex H2 [4] + ДСП [6]

**Висновок.** Порівняння аглодоменного переділу та технології Midrex H2 показує явні переваги останньої в контексті переходу металургії на зелені технології з низьким вуглецевим слідом. Використання водню як відновника дозволяє значно знизити екологічний вплив виробництва, що відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки та сталого розвитку.

Впровадження технології Midrex H2 потребує значних інвестицій у модернізацію виробничих потужностей та розвиток інфраструктури для виробництва та транспортування водню. Проте, ці інвестиції є виправданими, враховуючи довгострокові екологічні та економічні вигоди.

Таким чином, перехід від традиційного аглодоменного переділу до технології прямого відновлення заліза Midrex H2 є ключовим кроком на шляху до зеленої металургії. Це дозволить знизити викиди парникових газів, покращити якість повітря та підвищити енергоефективність виробництва, забезпечуючи відповідність сучасним екологічним стандартам та вимогам сталого розвитку.

**Література:** 1. Доменна Піч. *Вікіпедія*. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Доменна\\_піч](https://uk.wikipedia.org/wiki/Доменна_піч) (дата звернення: 14.05.2024). 2. Carpenter A. CO2 abatement in the iron and steel industry. USA : IEA CLEAN COAL CENTRE, 2012. 119 с. URL: [https://usea.org/sites/default/files/012012\\_CO2%20abatement%20in%20the%20iron%20and%20steel%20industry\\_ccc193.pdf](https://usea.org/sites/default/files/012012_CO2%20abatement%20in%20the%20iron%20and%20steel%20industry_ccc193.pdf) (дата звернення: 18.05.2024). 3. The industrial ecology of steel / T. J. Considine etc. Office of Scientific and Technical Information (OSTI), 2001. URL: <https://doi.org/10.2172/810269> (дата звернення: 21.05.2024). 4. Midrex H2™. The MIDREX® plant is extremely flexible and can accommodate the initial transitions from a carbon to a hydrogen economy. *midrex.com*. URL: <https://www.midrex.com/technology/midrex-process/midrex-h2/> (дата звернення: 18.05.2024). 5. Metinvest.Media. "КАК ЗАКАЛЯЕТСЯ СТАЛЬ". ПРОИЗВОДСТВО. СТАЛИ. МАРТЕН. *metinvest.media*. URL: <https://metinvest.media/ru/page/proizvodstvo-stali-marten>. 6. ISUNSTEEL. EAF steelmaking electric arc furnace 50 tons continuous charging. *isunsteel.com*. URL: <https://www.isunsteel.com/sale-27230688-eaf-steelmaking-electric-arc-furnace-50-tons-continuous-charging.html> (дата звернення: 21.05.2024).

<b>Ковальов В.Д., Коваленко А.В., Кметь І.А.</b> Методи підвищення ефективності важких токарних і глибокорозточувальних верстатів з ЧПК ...	99
<b>Кондратенко О.О., Аненко Н.В.</b> Роль соціальної психології в публічному управлінні.....	101
<b>Копей В. Б., Букатка Ю. С</b> Створення FEA-систем різьбових з'єднань на основі Python, Gmsh та CalculiX .....	103
<b>Корендій В.М., Паращин О.Я., Предко Р.Я.</b> Реалізація замкнених багатокутних траєкторій руху робочих органів вібраційних технологічних машин за допомогою вібробудників планетарного типу .....	105
<b>Королюк Р.І., Булич І.В., Микитишин А.А.</b> Система управління асинхронними двигунами на базі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi.....	108
<b>Королюк Р.І., Булич І.В., Смолій О.В.</b> Використання одноплатного комп'ютера Raspberry Pi в системі управління кроковим двигуном .....	109
<b>Косарєв В.С., Фоменко А.В., Олійник Д.С.</b> Моделювання процесу радіального видавлювання фланців порожнистих виробів .....	110
<b>Крупа В.В., Захарій А.В.</b> Спосіб формування мікрорельєфів на бічних поверхнях архімедових черв'яків .....	111
<b>Кузнєцов Ю.М.</b> Сучасні методи відновлення великогабаритних деталей .....	113
<b>Кухар В.В., Тимошенко Д.О.</b> Порівняння аглодоменного переділу та технології прямого відновлення заліза MIDREX H2 у контексті переходу до зеленої металургії.....	114
<b>Лампіцький О.С.</b> Сучасні дослідження в галузі зміцнення композитних конструкцій з урахуванням концентраторів напружень .....	117
<b>Латинін І.В., Люта А.В.</b> Особливості модернізації гайконарізного автомата .....	119
<b>Левченко В.М., Алієва Л.І., Тітов А.В., Марков О.Є., Абхарі П.</b> Використання кінематичних модулів трикутної форми для моделювання процесів штампування .....	121
<b>Лещенко О. І.</b> Розрахунок деформації деталей від сил різання при їх нелінійній зміні шляхом 3D моделювання .....	123

Наукове видання

# **ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

**МАТЕРІАЛИ**  
**XXII Міжнародної**  
**науково-технічної конференції**

Рекомендовано до друку вченою радою ДДМА,  
протокол № 10 від 30.05.2024

Відповідальний за випуск: Віктор КОВАЛЬОВ  
Комп'ютерне верстання: Максим ШАПОВАЛОВ

Підп. до друку 30.05.2024  
Ум. друк. арк. 5,81.  
Тираж 100 пр.

Формат 60×84<sup>1/16</sup>.  
Обл.-вид. арк. 5,42.  
Зам. № 4

---

Видавець і виготівник  
Донбаська державна машинобудівна академія  
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
ДК №1633 від 24.12.2003