

## СТАН ТА ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ КИСНЕВИХ КОНВЕРТЕРІВ НА МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ СУЧАСНОЇ УКРАЇНИ

**Анотація.** Металургія є однією з провідних галузей економіки України і до 2022 року становила другу за обсягом та прибутком статтю українського експорту. Сталеплавильне виробництво є другою ланкою в загальному виробничому циклі чорної металургії. Загалом Україна є одним із лідерів держав-виробників сталі у світі. У 2021 році Україна займала 14 місце в глобальному рейтингу світових виробників сталі за даними World Steel Association (WSA). За 2021 рік в Україні було вироблено 21366 тис. т сталі. У сучасній металургійній галузі України основними способами виплавки сталі є киснево-конвертерний, мартенівський і електросталеплавильний процес. Співвідношення у загальному виробництві сталі між цими видами технологічних процесів змінюється кожного року. Станом на 2017 рік в Україні доля конвертерної сталі складала 71,7 % від загального виробництва. За киснево-конвертерним способом переважно одержують марки сталі масового призначення. На сьогодні в Україні функціонують три великі металургійних підприємства: ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ», ПрАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ПрАТ «Дніпровський металургійний завод» з киснево-конвертерними цехами в структурі яких запроєктовані і можуть працювати сукупно 11 конвертерів, садкою від 60 до 250 т, що одбладнані та адаптовані переважно під технологію LD-процесу з застосуванням багатосоплових фурм. Киснево-конвертерне виробництво сталі має потенціал для подальшого розвитку в нашій суверенній державі та збільшення виробництва. За даними аналітичних досліджень, на сьогодні конвертерна сталь є найвигіднішою за собівартістю порівняно з іншими основними способами виробництва сталі в Україні. Наприклад електросталь, що одержується за процесом виплавки в дугових сталеплавильних печах (ДСП), марок аналогічних до сортаменту марок конвертерної сталі, може бути дорожча у межах від 7,8 % до 95,6 %. Мартенівська сталь дорожча за конвертерну від 24,5 % до 102,9 %. Такі данні свідчать за доцільність переважного використання для марок сталі масового сортаменту саме киснево-конвертерного способу.

**Ключові слова:** кисневий конвертер, одноярусна багатосоплова фурма, верхня продувка, комбінована продувка, конвертерна сталь, металургійна галузь.

**Посилання для цитування:** Юшкевич П. О. Стан та досвід використання кисневих конвертерів на металургійних підприємствах сучасної України. *Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії*. 2023. Вип. 37. С. 304-315. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2023-37-304-315>

**Актуальність роботи та стан питання.** Металургія є однією з провідних галузей економіки України [1-4], до 2022 року становила другу за обсягом та прибутком статтю українського експорту [2]. Сталеплавильне виробництво є другою ланкою в загальному виробничому циклі чорної металургії [3]. Загалом Україна є одним із лідерів держав-виробників сталі у світі [1, 3]. У 2021 році Україна займала 14 [1] місце в глобальному рейтингу світових виробників сталі за даними World Steel Association (WSA) [1]. За 2021 рік в Україні було вироблено 21366 тис. тонн сталі [1].

У сучасній металургійній галузі України основними способами виплавки сталі є киснево-конвертерний, мартенівський і електросталеплавильний процес [3]. Співвідношення у загальному виробництві сталі між цими видами технологічних процесів змінюється кожного року [3]. Треба відзначити, що одержання сталі за киснево-конвертерним технологічним процесом є найбільш поширеним у світі і Україні. Вже у 2011 році, доля сталі отриманої в кисневих конвертерах складала приблизно 70% від інших способів виробництва сталі у світі [5]. Станом на 2017 рік в Україні доля конвертерної сталі складала 71,7% [6] від загального виробництва [5, 6].

**Мета роботи.** Охарактеризувати стан та досвід використання кисневих конвертерів на металургійних підприємствах України за останні роки. Обґрунтувати необхідність подальшого розвитку киснево-конвертерного виробництва сталі в сучасних умовах роботи металургійної галузі України.

**Методика проведення дослідження.** Представлені дослідження проводились за рахунок пошуку наукових літературних джерел, що відповідають меті роботи та подальшої їх аналітичної обробки. За рахунок чого визначено необхідну інформацію та данні, що дали охарактеризувати стан та досвід використання кисневих конвертерів на металургійних підприємствах України за останні роки. Навести аргументи та обґрунтувати необхідність подальшого розвитку киснево-конвертерного виробництва сталі в Україні.

**Основні матеріали дослідження.** У світі ємність, промислових кисневих конвертерів складала від 3 до 450 т [7, 8, 11-13]. В Україні на металургійних підприємствах свого часу працювали конвертери від 60 до 350 т [13]. За свідченнями [7-9, 11, 12, 14] на початку становлення металургійного комплексу незалежної України з 24 серпня 1991 року [16], на вітчизняних металургійних підприємствах першочергово працювало 25 конвертерів переважно за технологією верхньої продувки, за свідченнями [17] працювало 23 конвертера.

Відповідно до даних робіт [9, 10, 12, 14] у 2000-х роках на металургійних підприємствах України працювало 19 конвертерів. За

даними робіт [13-15, 18-21] станом до 2014 року в Україні працював 21 конвертер на наступних металургійних підприємствах: «АрселорМіттал Кривий Ріг» – ПрАТ «АМКР»; «Дніпровському металургійному комбінаті» – ПрАТ «ДМК»; «Єнакіївського металургійного заводу» – ПрАТ «ЄМЗ»; «Дніпровський металургійний завод – ПрАТ «ДМЗ»; «Маріупольський металургійний комбінат» – ПрАТ «ММК»; «Алчевський металургійний комбінат» – ПрАТ «АМК»; «Металургійний комбінат Азовсталь» – ПрАТ «МК Азовсталь». З них за технологією верхньої продувки конвертерної ванни працювало 17 конвертерних агрегатів, а за технологією комбінованої продувки киснем і нейтральним газом могли працювати 4 конвертерних агрегати на підприємствах ПрАТ «АМК» та ПрАТ «ДМК».

З квітня 2014 року, власники від корпорації "Індустріальний союз Донбасу" заявили про фактичну втрату контролю над «Алчевським металургійним комбінатом» [20], а вже станом на весну 2015 року ПрАТ «АМК» припинив свою діяльність [20], у липні 2021 року був визнаний судом як банкрут. Подібна ситуація відбувалася і з ПрАТ «Єнакіївський металургійний завод» [21], за даними [22, 25] 15 березня 2017 року група «Метінвест» заявила, що втратила контроль над активами й майном ПрАТ «ЄМЗ» [22].

В умовах повномасштабної війни, яка розпочалась 24 лютого 2022 року, безпосередньо ворогом було зруйновано два потужних металургійних підприємства у Маріуполі, що відносились до групи «Метінвест» [25], а саме ПрАТ «Металургійний комбінат Азовсталь» – ПрАТ «МК Азовсталь» та ПрАТ «Маріупольський металургійний комбінат» – ПрАТ «ММК» [23].

Після такого перерозподілення потужностей підприємств, важливу роль в існуванні економіки України та металургійної галузі стали у цілому відігравати наступні великі металургійні підприємства, що використовують для виробництва сталі кисневі конвертери (табл.1) та мартенівські печі [24, 25]:

1. ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» може використовувати для виробництва сталі два кисневі конвертери садкою 250-т з верхньою продувкою. У 2021 році виробництво сталі становило до 3200 тис. т/рік;

2. ПрАТ «Запоріжсталь» може використовувати для виробництва сталі дві двованні сталеплавильні мартенівські печі (ДСА) садкою 250-т (агрегати віддзеркального типу). У 2021 році виробництво сталі становило до 4000 тис. т/рік;

3. ПрАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» може використовувати для виробництва сталі шість кисневих конвертерів садкою 160-т з

верхньою продувкою та два агрегати віддзеркального типу. У 2021 році виробництво сталі у конвертерах становило до 5400 тис. т/рік, у агрегатах віддзеркального типу до 2000 тис. т/рік;

4. ПрАТ «Дніпровський металургійний завод» може використовувати для виробництва сталі три кисневих конвертера садкою 60-т з верхньою продувкою. У 2018 році виробництво сталі становило 919 тис. т/рік [18, 19].

Таблиця 1 – Характеристика конвертерів та верхніх фурм, що використовуються у сучасних киснево-конвертерних цехах України.

№ з/п	Показники	Конвертерні цехи України, ПрАТ		
		«КАМЕТ-СТАЛЬ»	«ДМЗ»	«АМКР»
1	Кількість та ємність конвертерів, од. /т	2/250	3/60	6/160
2	Технологія процесу продувки	LD	LD	LD
3	Діаметр зовнішньої труби стовбура фурми перед наконечником, мм	426×8	219×10	219×7
4	Тип наконечника	Зварений	Литий	Литий
5	Розташування сопел у наконечнику	5/-	4/8	5/-
6	витрата кисню, м <sup>3</sup> /хв	800-1050	195-240	380-410
7	Витрата води, м <sup>3</sup> /годин	320-340	105-150	80-100

Як слідує з вище наведених свідчень та матеріалів джерела [13], за якими створена (табл. 1), загальна кількість конвертерних агрегатів на цих металургійних підприємствах становить 11 конвертерів, і тільки в умовах роботи ПрАТ «Запоріжсталь» відсутнє їх використання. Також треба відзначити, що до початку повномасштабної війни для ПрАТ «Запоріжсталь» планувалося будівництво конвертерних цехів, що повинно було забезпечити виведення з експлуатації двованних сталеплавильних мартенівських печей (агрегати віддзеркального типу) [7]. Відповідне будівництво було заплановано і для умов виробничого комплексу [7] ПрАТ «Дніпровський металургійний комбінат», назва якого була змінена на ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» у 2022 році [15].

Приклад цих металургійних гігантів, також підкреслює суттєву значимість, використання киснево-конвертерних агрегатів та ступінь впровадження киснево-конвертерних технологій у галузі чорної металургії України. З 11 конвертерів садкою від 60 до 250 тонн, 9 одиниць садкою від 60 до 160 т адаптовані та призначені для виплавки сталі саме за технологією верхньої продувки LD-процесом [13]. Інші 2 конвертера садкою 250-т, хоча зараз і працюють за

технологією верхньої продувки, відповідно до LD-процесу, можуть бути переобладнані та адаптовані під технологією комбінованої продувки за LBE-процесом [13, 15, 20]. На (рис. 1) наведено схематичне зображення кисневих конвертерів, що працюють за LD- та LBE-процесом.

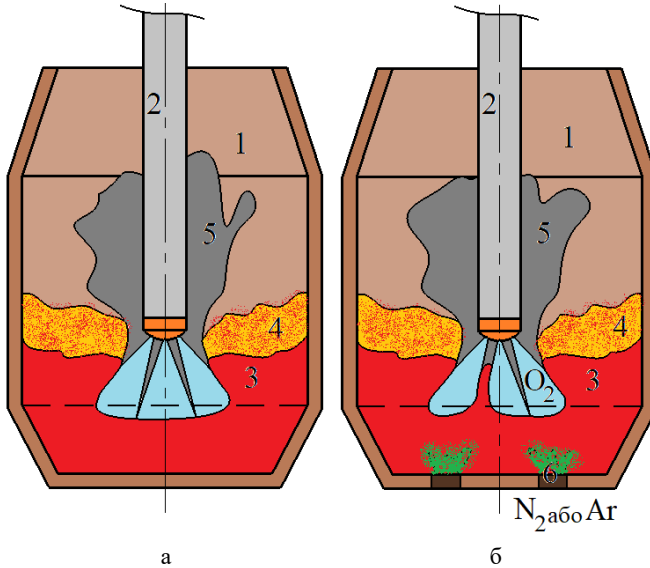


Рисунок 1 – Схематичне зображення кисневих конвертерів, що працюють за технологією (а) LD- та (б) LBE-процесу: 1 – кисневий конвертер; 2 – верхня фурма; 3 – розплав металу; 4 – розплав шлаку; 5 – вихідні гази; 6 – донні фурми.

Технологія верхньої продувки за LD-процесом, що переважно використовується у киснево-конвертерних цехах України, передбачає конвертування шихти та розплаву чавуна у робочому просторі глухдонного конвертера тільки з використанням для продувки розплаву технологічно чистого  $\{O_2\}$  – кисню, що подається до поверхні розплаву переважно у вигляді надзвукових кисневих струменів (рис. 1, а), що витікають зазвичай з багатосоплового наконечника верхньої водоохолоджуваної фурми [12-14]. Верхня продувка за LD-процесом передбачає конвертування розплаву, що складається з трьох основних технологічних періодів: перший початковий – період шлакоутворення та «запалювання» плавки; другий основний – період інтенсивного окислення вуглецю; третій заключний – період доведення за хімічним складом та температурою [11-14].

Відзначена технологія комбінованої продувки за LBE-процесом (рис. 1, б), що також була свого часу реалізована у киснево-конвертерних цехах металургійних підприємств України ПрАТ «АМК» та ПрАТ «ДМК», є більш сучасною у порівнянні з усталеною технологією верхньої продувки за LD-процесом. Головною відмінністю технології комбінованої продувки за LBE-процесом, є те, що одночасно з продувкою розплаву надзвуковими струменями технологічно чистого  $\{O_2\}$  – кисню зверху через звичайну багатосоплову водоохолоджувану фурму, відбувається продувка розплаву знизу (рис. 1, б), зазвичай дозвуковими струменями технологічно чистого нейтрального газу, переважно  $\{N_2\}$  – азотом або за необхідності  $\{Ar\}$  – аргонем, через спеціальні продувні донні фурми (блоки) різної конструкції (пористі блоки, блоки з щілиними та трубчатими металевими каналами та ін.). Донні фурми зазвичай рівновіддалено розміщені колами за певними радіусами у межах днища конвертера. Кількість донних фурм (блоків) може змінюватися від 4 до 20 в залежності від ємності конвертеру [12-14, 17].

Комбінована продувка за LBE-процесом, як і верхня продувка за LD-процесом, складається з трьох аналогічних технологічних періодів. Треба відзначити, що не дивлячись на появу таких саме основних фізико-хімічних, гідрогазодинамічних та тепломасообмінних процесів під час цих періодів конвертування розплаву, за рахунок використання з продувкою через верхню фурму  $\{O_2\}$  – киснем, додатковою одночасної продувки нейтральним газом  $\{N_2\}$  – азотом або  $\{Ar\}$  – аргонем через донні продувні блоки, відбуваються певні зміни у їх розвитку та перебігу, що сприятливо позначаються певним чином на загальному характері продувки. Так у роботах [7, 11-14, 17] відзначається, що подання нейтрального газу ( $\{N_2\}$  – азоту) через донні фурми в умовах LBE-процесу сприяє досягненню контрольованого та спокійного перебігу продувки, більш повному перемішуванню та розвитку процесів вирівнювання усього об'єму розплаву за температураю та гомогенізації за хімічним складом елементів, протягом переважного часу продувки.

У сучасній металургійній галузі основними способами виплавки сталі окрім киснево-конвертерного, ще є мартенівський і електросталеплавильний процес [7]. Співвідношення у загальному виробництві сталі між цими видами технологічних процесів змінюється кожного року [7]. Однак виробництво сталі саме за киснево-конвертерним технологічним процесом є найбільш поширеним у світі і Україні. Вже у 2011 році, доля сталі отриманої в кисневих конвертерах склала приблизно 70% від інших способів виробництва сталі у світі [5, 9]. На початок 2000-х років в Україні частка киснево-конвертерного

виробництва складала понад 50 % [12]. У 2005 році доля конвертерної сталі становила приблизно від 45 до 50 % від інших способів виробництва сталі [9, 7]. Станом на 2017 рік в Україні доля конвертерної сталі складала вже 71,7 % [6] від загального виробництва [6, 13]. Виробництво сталі киснево-конверторним способом з кожним роком у світі зростає [7, 10]. За киснево-конвертерним способом одержують переважно марки сталі масового призначення.

Киснево-конвертерне виробництво сталі має потенціал для подальшого розвитку в нашій суверенній державі та збільшення виробництва, так як за даними [4, 11], на сьогодні конвертерна сталь є найвигіднішою за собівартістю порівняно з іншими основними способами виробництва сталі в Україні, (табл. 2) – створена за рахунок даних наведених у джерелі [4].

Таблиця 2 – Орієнтовна собівартість сталі в Україні за трьома основними способами виробництва станом на період з 2005 до 2017 років.

Показники	Рік			
	2005	2007	2013	2017
Конвертерна сталь, долл. США/т	170,7	214,7	340,8	321,2
Мартенівська сталь, долл. США/т	296,6	435,6	516,7	399,9
Електросталь, долл. США/т	252,1	420,0	482,3	346,2
Середня експортна ціна на металопродукцію, долл. США/т	514,6	686,0	711,4	459,2
Вартість мартенівської сталі порівняно з киснево конвертерною сталю дорожче, %	73,7	102,9	51,6	24,5
Вартість електросталі порівняно з киснево конвертерною сталю дорожче, %	47,7	95,6	41,5	7,8

Сталь або як її ще називають електросталь, що одержується за найсучаснішим способом масового виробництва якісних сталей за процесом виплавки в дугових сталеплавильних печах (ДСП), марок аналогічних до сортаменту марок конвертерної сталі, може бути дорожча у межах від 7,8 % до 95,6 % [4]. Мартенівська сталь дорожча за конвертерну від 24,5 % до 102,9 % [4]. Наведене свідчить за доцільність переважного використання ДСП саме для отримання високоякісних, високолегованих та спеціалізованих марок сталі, а для марок сталі масового сортаменту краще використовувати кисневі конвертери.

Вище наведені свідчення та те, що киснево-конвертерне виробництво сталі в Україні єдине не потребує паливних ресурсів (природного газу, коксу) для одержання сталі, є важливими аргументами для концентрації на його подальшому розвитку і послідуєчій домінації у чорній металургії нашої суверенної держави для виробництва сталей масового сортаменту. Конвертерна сталь за

основними механічними та фізичними характеристиками: міцністю, пластичністю, твердістю, ударною в'язкістю та іншими властивостями рівноцінна аналогічній електросталі та мартенівській сталі, а може і перевищувати їх за прогресивним технологічним процесом.

### **Висновки**

Україна є одним із лідерів держав-виробників сталі у світі. У 2021 році Україна займала 14 місце в глобальному рейтингу світових виробників сталі за даними World Steel Association (WSA) [1]. За 2021 рік в Україні було вироблено 21366 тис. тонн сталі. У сучасній металургійній галузі України основними способами виплавки сталі є киснево-конвертерний, мартенівський і електросталеплавильний процес. Станом на 2017 рік в Україні доля конвертерної сталі складала 71,7 % від загального виробництва. За киснево-конвертерним способом переважно одержують марки сталі масового призначення.

На сьогодні в Україні функціонують три великі металургійних підприємства: ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ», ПрАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ПрАТ «Дніпровський металургійний завод» з киснево-конвертерними цехами в структурі яких запроєктовано і може працювати сукупно 11 конвертерів, садкою від 60 до 250 тонн, що обладнані та адаптовані під технологію LD-процесу з застосуванням багатосоплових фурм.

Киснево-конвертерне виробництво сталі має потенціал для подальшого розвитку в нашій суверенній державі та збільшення виробництва. За результатами проведених аналітичних досліджень, на сьогодні конвертерна сталь є найвигіднішою за собівартістю порівняно з іншими основними способами виробництва сталі в Україні. Наприклад, електросталь, що одержується за процесом виплавки в дугових сталеплавильних печах (ДСП) марок аналогічних до сортаменту марок конвертерної сталі, може бути дорожча у межах від 7,8 % до 95,6 %. Мартенівська сталь дорожча за конвертерну від 24,5 % до 102,9 %. Такі данні свідчать за доцільність переважного використання для марок сталі масового сортаменту саме киснево-конвертерного способу виробництва.

### **Перелік посилань**

1. World Steel Association. Total production of crude steel: World total 2021: веб-сайт. URL: [https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/annual-production-steel-data/?ind=P1\\_crude\\_steel\\_total\\_pub/CHN/IND/UKR](https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/annual-production-steel-data/?ind=P1_crude_steel_total_pub/CHN/IND/UKR) (дата звернення 20.11.2023).

2. Стратегія – пройти зиму. Як промислові підприємства виживають без електроенергії. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/12/19/695149/> (дата звернення 29.11.2023).

3. Чернецький О. Ю. Моделювання процесу створення центрів кристалізації в зливку з метою створення сприятливого впливу на покращення



фізичних властивостей металу. URL: <http://ipt.kpi.ua/modelyuvannya-protsestvorennya-tsentriv-kristalizatsiyi-v-zlivku-z-metoyu-stvorennya-spriyatlivogo-vplyvu-na-pokrashennya-fizichnih-vlastivostej-metalu> (дата звернення 26.10.2023).

4. Хаустов В., Венгер В. Будівництво електрометалургійних заводів є перспективним напрямом розвитку металургійної галузі загалом. URL: [https://zn.ua/ukr/macrolevel/metallurgiya-ukrayini-kudi-ydemo-307033\\_.html](https://zn.ua/ukr/macrolevel/metallurgiya-ukrayini-kudi-ydemo-307033_.html) (дата звернення 27.11.2023).

5. Троцан А. І., Турков А. В. Конвертерне виробництво в Україні і в світі. URL: [http://www.confcontact.com/20110531/tn10\\_trocan.htm](http://www.confcontact.com/20110531/tn10_trocan.htm) (дата звернення 27.10.2023).

6. Основним способом виплавки сталі в Україні залишається киснево-конвертерний: більше 70% виробництва: веб-сайт. URL: [https://ukrudprom.com/news/Osnovnim\\_sposobom\\_viplavki\\_stali\\_v\\_Ukraine\\_osta\\_etsya\\_kislorodnok.html](https://ukrudprom.com/news/Osnovnim_sposobom_viplavki_stali_v_Ukraine_osta_etsya_kislorodnok.html) (дата звернення 27.11.2023).

7. Конверторний спосіб виплавки сталі: веб-сайт. URL: <http://referat-ok.com.ua/work/konvertornij-sposib-viplavki-stali/> (дата звернення 24.11.2023)

8. Киснево-конвертерний спосіб отримання сталі: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/9745173/page:2/> (дата звернення 24.11.2023)

9. Киснево-конверторний спосіб одержання сталі: веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Киснево-конверторний\\_спосіб\\_одержання\\_сталі](https://uk.wikipedia.org/wiki/Киснево-конверторний_спосіб_одержання_сталі) (дата звернення 24.11.2023)

10. Курпас В. І. Металургія чорних металів: веб-сайт. URL: <https://esu.com.ua/article-66684> (дата звернення 22.11.2023)

11. Виробництво сталі в кисневих конвертерах: веб-сайт. URL: <http://um.co.ua/3/3-10/3-105243.html> (дата звернення 24.11.2023)

12. Полетаєв В. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія виплавки сталі». – Д: ДДТУ. – 2012. – 104 с.

13. Стан і подальше вдосконалення конструкцій кисневих фурм в конвертерних цехах України / А. Д. Зражевський, А. Г. Чернятевич, А. В. Сущенко, А. С. Гриценко // *Металургійна і горнорудна промисловість*. 2014. № 6. С. 20-30.

14. Плюс конвертеризація всієї держави: веб-сайт. URL: <https://readmetal.com/?p=1717> (дата звернення 25.11.2023)

15. Камет-сталь: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/KAMET-СТАЛЬ> (дата звернення 20.11.2023)

16. День Незалежності України: веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/День\\_Незалежності\\_України](https://uk.wikipedia.org/wiki/День_Незалежності_України) (дата звернення 19.11.2023)

17. Верховлюк А. М., Нарівський А. В., Могилатенко В. Г. *Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва*. К.: Видавничий дім "Вініченко". – 2016. – 224 с.

18. Дніпровський МЗ - Інформація, показники, виробництво - GMK Center: веб-сайт. URL: <https://gmk.center/ua/manufacture/dniprovskij-mz/> (дата звернення 19.11.2023)

19. Дніпровський металургійний завод: веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Дніпровський\\_металургійний\\_завод](https://uk.wikipedia.org/wiki/Дніпровський_металургійний_завод) (дата звернення 19.11.2023)

20. Алчевський металургійний комбінат: веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Алчевський\\_металургійний\\_комбінат](https://uk.wikipedia.org/wiki/Алчевський_металургійний_комбінат) (дата звернення 20.11.2023)

21. Єнакієвський металургійний завод: веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Єнакієвський\\_металургійний\\_завод](https://uk.wikipedia.org/wiki/Єнакієвський_металургійний_завод) (дата звернення 23.11.2023)

22. Група Метінвест заявляє про втрату контролю над діяльністю своїх підприємств на тимчасово неконтрольованій території України: веб-сайт. URL: <https://emz.metinvestholding.com/ua> (дата звернення 23.11.2023)

23. Зануда А. Як українська економіка пережила 2022 рік: веб-сайт. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-64008306> (дата звернення 18.11.2023)

24. Юшкевич П. О. Загальний концепт типізації будови та конструктивних особливостей склепінь печей віддзеркального типу. *Фундаментальні і прикладні проблеми чорної металургії*. 2022. Вип. 36. С. 182-193.

25. Агапова В. Що лишилось від української металургії: веб-сайт. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/03/29/698540/> (дата звернення 17.11.2023)

### References

1. Anonim. (2021). World Steel Association. Total production of crude steel: World total 2021. Retrieved from: [https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/annual-production-steel-data/?ind=P1\\_crude\\_steel\\_total\\_pub/CHN/IND/UKR](https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/annual-production-steel-data/?ind=P1_crude_steel_total_pub/CHN/IND/UKR)

2. Hordiychuk, D., & Pylypiv, I. (2022). Stratehiya – proyty zymu. Yak promyslovi pidpryyemstva vyzhyvayut' bez elektroenerhiyi. Retrieved from: <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/12/19/695149/>

3. Chernets'kyu O. Yu. (2020). Modelyuvannya protsesu stvorennya tsestriv krystalizatsiyi v zlyvku z metoyu stvorennya spryiatlyvoho vplyvu na pokrashchennya fizychnykh vlastyvostey metalu. Retrieved from: <http://ipt.kpi.ua/modelyuvannya-protsesu-stvorennya-tsestriv-krystalizatsiyi-v-zlivku-z-metoyu-stvorennya-spriyatlyvogo-vplyvu-na-pokrashchennya-fizichnih-vlastivostey-metalu>

4. Haustov, V., & Wenger, V. (2019). Budivnytstvo elektrometalurhiynykh zavodiv ye perspektyvnym napryamom rozvytku metalurhiynoyi haluzi zahalom. Retrieved from: [https://zn.ua/ukr/macrolevel/metalurgiya-ukrayini-kudi-ydemo-307033\\_.html](https://zn.ua/ukr/macrolevel/metalurgiya-ukrayini-kudi-ydemo-307033_.html)

5. Trotsan, A. I., & Turkov, A. V. (2011). Konverterne vyrobnytstvo v Ukrayini i v sviti. Retrieved from: [http://www.confcontact.com/20110531/tn10\\_trocan.htm](http://www.confcontact.com/20110531/tn10_trocan.htm)

6. Osnovnym sposobom vyplavky stali v Ukrayini zalyshayet'sya kysnevo-konvertorny: bil'she 70% vyrobnytstva. (2017). Retrieved from: [https://ukrudprom.com/news/Osnovnim\\_sposobom\\_viplavki\\_stali\\_v\\_Ukraine\\_osta\\_etsya\\_kislorodnok.html](https://ukrudprom.com/news/Osnovnim_sposobom_viplavki_stali_v_Ukraine_osta_etsya_kislorodnok.html)

7. Konvertornyy sposib vyplavky stali. (2021). Retrieved from: <http://referat-ok.com.ua/work/konvertornij-sposib-viplavki-stali/>

8. Kysnevo-konvertorny sposib otrymannya stali. (2019). Retrieved from: <https://studfile.net/preview/9745173/page:2/>

9. Kysnevo-konvertornyy sposib oderzhannya stali. (2023). Retrieved from: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Киснево-конверторний\\_спосіб\\_одержання\\_стали](https://uk.wikipedia.org/wiki/Киснево-конверторний_спосіб_одержання_стали)

10. Kurpas, V. I. (2018). Metalurhiya chornykh metaliv. Retrieved from: <https://esu.com.ua/article-66684>
11. Vyrobnystvo stali v kysnevnykh konverterakh. (2022). Retrieved from: <http://um.co.ua/3/3-10/3-105243.html> [In Ukrainian].
12. Polyetayev, V. V. (2022). *Konspekt lektsiy z dystsypliny "Tekhnolohiya vyplavky stali"*. DDTU
13. Zrazhevskyy, A. D., Chernyatevych, A. H., Sushchenko, A. V., & Hrytsenko, A. S. (2014). Stan i podal'she vdoskonalennya konstruktsiy kysnevnykh furn v konvertornykh tsekhakh Ukrainy. *Metalurhiyna i hornorudna promyslovist'*, 6, 20-30
14. Plyus konverteryzatsiya vsiyeyi derzhavy. (2008). Retrieved from: <https://readmetal.com/?p=1717>
15. Kamet-stal'. (2023). Retrieved from: <http://surl.li/poacx>
16. Den' Nezalezhnosti Ukrainy. (2023). Retrieved from: <http://surl.li/duieq>
17. Verkhovlyuk, A. M., Narivs'kyy, A. V., & Mohylatenko, V. H. (2016). Tekhnolohiyi oderzhannya metaliv ta splaviv dlya lyvarnoho vyrobnystva. Vydavnychyy dim "Vinichenko"
18. Dniprovs'kyy MZ - Informatsiya, pokaznyky, vyrobnystvo - GMK Center. (2020). Retrieved from: <https://gmk.center.ua/manufacturer/dniprovskij-mz/>
19. Dniprovs'kyy metalurhiynny zavod. (2023). Retrieved from: <http://surl.li/poadd>
20. Alchevs'kyy metalurhiynny kombinat. (2023). Retrieved <http://surl.li/poadj>
21. Yenakiyevs'kyy metalurhiynny zavod. (2023). Retrieved from: <http://surl.li/poadk>
22. Hrupa Metinvest zayavlyaye pro vtratu kontrolyu nad diyal'nistyu svoiykh pidpryemstv na tymchasovo nekontrol'ovaniy terytoriyi Ukrainy. (2017). Retrieved from: <https://emz.metinvestholding.com/ua>
23. Zanuda, A. (2022) Yak ukrayins'ka ekonomika perezhyla 2022 rik. Retrieved from: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-64008306>
24. Yushkevych, P. O. (2022). Zahal'nyy kontsept typizatsiyi budovy ta konstruktyvnykh osoblyvostey sklepin' pechey viddzeral'noho typu. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*, 36, 182-193
25. Ahapova, V. (2023). Shcho lyshylos' vid ukrayins'koyi metalurhiyi Retrieved from: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/03/29/698540/>

**P. O. Yushkevych**<sup>1</sup>, Ph. D. (Tech.), Senior Researcher, ORCID 0000-0002-2675-0737

<sup>1</sup> *Iron and Steel Institute of Z. I. Nekrasov National Academy of Sciences of Ukraine*

### **THE CONDITION AND EXPERIENCE OF USING OXYGEN CONVERTERS AT METALLURGICAL ENTERPRISES OF MODERN UKRAINE**

**Abstract.** Metallurgy is one of the leading sectors of the economy of Ukraine, by 2022 it was be the second largest and profit article of Ukrainian exports. Steelmaking production is the second stage in the total production cycle of ferrous metallurgy. In general, Ukraine is one of the leaders of the steel producers in the world. In 2021, Ukraine took 14 place in the global rating of world manufacturers of

steel according to World Steel Association (WSA) data. During 2021 year in Ukraine was produced 21366 thousand tons of steel. In the modern metallurgical industry of Ukraine, the main methods of steel making is the oxygen converter process, Marten process and electrometallurgical process. The ratio in the overall production of steel between these of technological processes changes every year. As of 2017, in Ukraine, the fate of steel produced in converter was 71.7% from total steel produced. Converter process is predominantly using for obtained the common steel marks. Today, there are three large metallurgical enterprises in Ukraine with oxygen converter department in the structure: PrAT "KAMET-STAL", PrAT "ArselorMyttal Kryvvy Rih", PrAT "Dniprovs'kyy metalurhiynyy zavod". In the structure of which is has 11 converters, a from 60 to 250 tons, adapted to the technology of LD process with the use of multinozzel top tuyere. Steel production with converter process has the potential for further development in the country and increasing it is production. According to the data, produced steel with converter process is the most favorable in cost compared to other basic ways of the steel producing in Ukraine. For example, an electric steel, which is obtained by the process of smelting in arc steelmaking furnaces. The marks of electric steels similar to the converter steel assortment can be more expensive in the range from 7.8% to 95.6%. The marten steel is more expensive than converter steel from 24.5 % to 102.9%. Such data indicate the expediency of predominant use for the common marks of steels the converter process.

**Key words:** oxygen converter, top multinozzel tuyere, top blowing, combine blowing, steel of the converter, metallurgical industry.

**For citation:** Yushkevych, P. O. (2023). The condition and experience of using oxygen converters at metallurgical enterprises of modern Ukraine. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*, 37, 304-315. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2023-37-304-315>

*Стаття надійшла до редакції збірника 25.10.2023 р.  
Рекомендовано до друку редколегією збірника (Протокол № 9 від 19.12.2023 р.)*