1. OI Ponomarenko, SD Yevtushenko, NS Yevtushenko, TV Berlizieva, MM Vorobiov. Robust methods for controlling casting processes and the quality of castings. /4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF-2023) 22/05/2023 - 26/05/2023 Kryvyi Rih, Ukraine, 2023 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1254 012007. DOI 10.1088/1755-1315/1254/1/012007.

2. Євтушенко С. Д. Методика вибору технології виготовлення виливків / С. Д. Євтушенко, О. І. Пономаренко, Н. С. Євтушенко // IX міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» /– Краматорськ : ДДМА, 2023. – С. 49-51.

3. Євтушенко Н. С. Використання 3D-технологій для вдосконалення процесу лиття / Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І., Масалітіна О. В. // Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 26-27 листопада 2024р. / відп. ред. В. Г. Іванов ; Нац. ун-т "Запорізька політехніка". – Запоріжжя, 2025. – С. 122-124.

4.O.Ponomarenko; N.Yevtushenko; O.Khoroshylov; S.Yevtushenko; T.Berlizeva; M. Vorobyov; I. Lukianov. Using an Object-Oriented Approach in Foundry Production. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2023. ICoRSE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 762. Springer, Cham.

5. Olga Ponomarenko, Nataliia Yevtushenko, Tatiana Lysenko, Vitalii Voronets, Stepan Yevtushenko, Pavlo Shelepko & Mikhailo Vorobyov. Operation Control of Melting Furnaces in Foundry Workshops Using Simulation Models. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2024. ICoRSE 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1129. Springer, Cham. (Scopus)

УДК 621.74/338.4

В. А. Гнатуш, м. Київ,
e-mail: vgnatush@gmail.com

РИНОК МЕТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ 2021-2024

Світова ливарна промисловість є важливим компонентом глобальної економіки. Литі вироби з чорних і кольорових сплавів використовуються в багатьох галузях від автомобілебудування до оборонної промисловості. Її інноваційний розвиток в тренді Industry 4.0 буде сприяти подальшій трансформації машинобудівного комплексу. Тому актуальним є аналіз розвитку світового ринку металевих виливків, виявлення його трендів в розрізі країн і сплавів.

Світовий ринок металевих виливків. Попереднє узагальнення статистичних даних стосовно виробництва виливків країнами світу за 2023р., які оприлюднені ливарними асоціаціями, дозволяють виявити певні тренди глобального ливарного ринку. Загалом у підсумку 2023р. використана статистика 35 країн світу, з них 15 країн або 42,9% представлені статистикою за попередні роки. В той час як у 2021р. серед 34 країн таких було тільки шість або 17,6%. Тим не менш попередні дані свідчать, що у 2023р. в світі було вироблено 110,9 млн т виливків проти 112,0 млн т у 2021р., що характеризується середньорічним темпом (CAGR) -0,3%.

Оброблена інформація свідчать, що країни топ-5 глобального ливарного ринку (Китай, Індія, США, Японія та Німеччина) за попередніми даними демонструють в 2021-2023рр. різнонаправлені тренди виробництва виливків (від -8,7 до 5,1% в форматі середньорічного темпу, CAGR). При цьому обсяг виробництва виливків в світі, та зокрема ливарною промисловістю США, визначено розрахунково, так як журнал Modern Casting (США) [1] призупинив публікувати глобальну ливарну статистику.

В той же час автомобілебудування, яке є найбільшим споживачем металевих виливків, впродовж 2021-2023рр. загалом, як свідчать дані Міжнародної організації виробників автомобілів (International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, OICA) [2], характеризується позитивним трендом (CAGR 5,4%). При цьому країни топ-5 глобального ливарного ринку (Китай, Індія, США, Японія та Німеччина) збільшили виробництво автомобілів з середньорічним темпом від 4,7% до 10,0%. Таким чином, вочевидь, статистичні дані стосовно виробництва виливків в глобальному вимірі є недостатньо коректними і потребують оновлення.

Ливарний ринок Китаю. Ливарна промисловість Китаю за обсягом виробництва виливків є лідером глобального ливарного ринку. Тому актуальною є інформація стосовно трендів розвитку галузі в цій країні. Опублікована інформація від китайської ливарної компанії Dawang Metals свідчить про те, що у липні 2024 року відбулась 20-та щорічна зустріч Китайської ливарної асоціації (20th China Foundry Association Annual Meeting) [3]. Під час проведення заходу пан Донгшен Ван (Mr. Dongsheng Wang), виконавчий віце-президент і генеральний секретар Китайської ливарної асоціації (China Foundry Association, CFA), оприлюднив статистичні дані стосовно ливарної промисловості Китаю (“2023 China Foundry Industry Data”). Таким чином за період з 2001 по 2023р. виробництво виливків в країні збільшилось з 14,89 до 51,90 млн т тобто зростало з середньорічним темпом (CAGR) 5,6%. Проте пандемія COVID-19, війна між Росією та Україною, а також гальмування глобальної економіки (зменшення реального ВВП з 6,3% у 2021р. до 2,6% у 2023р.) та економіки Китаю (зменшення реального ВВП

з 8,4% у 2021р. до 5,2% у 2023р. [4]) призвели в 2021-2023рр. до зменшення виробництва металевих виливків країною з 54,05 до 51,90 млн т або з CAGR -1,3%.

Світовий банк (World Bank) [4] прогнозує, що за підсумком 2024р. показник реального ВВП Китаю сягне 4,8% проти 5,2% у 2023р., а в подальші роки гальмування економіки країни продовжиться і в 2026р. ВВП країни сягне 4,0%. Вочевидь і попит на металеві виливки в країні дещо сповільниться. Розрахунки показують, що впродовж 2021-2023рр. обсяг ринку металевих виливків Китаю зменшився з 49,07 до 47,24 млн т [3], тобто з CAGR -1,3%.

У звіті відзначається [3], що впродовж січня-травня 2024р. експорт виливків з Китаю сягнув 2,35 млн т що на 11,4% перевищує показник за аналогічний період 2023р. Одночасно у вартісному вимірі експорт збільшився на 4,6%. При цьому середня ціна за 1 кг литва зменшилась на 6,3%, що свідчить про підвищення ефективності ливарної промисловості Китаю [3].

Ливарний ринок Індії. Ливарна галузь Індії займає друге місце в глобальному рейтингу виробників металевих виливків. За період з 2001 по 2022р. виробництво виливків в країні, відповідно до даних Modern Casting [1], зросло з 3,16 до 14,16 млн т тобто з середньорічним темпом (CAGR) 7,1%. Відзначається, що в період з 2020-2021 ф. р. по 2022-2023 ф. р. (або з 2020 по 2022р. згідно Modern Casting [1]) виробництво виливків в країні збільшилось з 11,31 до 14,16 млн т або з CAGR 7,8%.

В цей період найбільше зростання виробництва продемонстрували виливки з сталі (CAGR 10,9%), з чавуну з кульковим графітом (9,9%) і з сірого чавуну (7,5%). Загалом впродовж звітного періоду вартість індійського експорту виливків зростала з CAGR 11,2% [5].

Вочевидь такий підвищувальний тренд індійської ливарної промисловості обумовлений комплексом позитивних факторів, серед яких збільшення попиту на виливки на внутрішньому та зовнішньому ринках, а також конкурентоздатністю індійських виливків за рахунок впровадження ефективних ливарних технологій.

Крім того, уряд Індії виходячи з важливості ливарної галузі проводить політику спрямовану на стимулювання місцевого виробництва, зменшення залежності від імпорту та збільшення експорту продукції. Це реалізується через такі ініціативи, як «Зробити в Індії» («Make in India») та схеми заохочення, пов’язаного з виробництвом (Production Linked Incentive, PLI). Наразі у 2024р. уряд запровадив додаткові податкові пільги та субсидії для ливарних підприємств, які впроваджують енергоефективні технології та цифровізацію. Тим самим стимулюється модернізація ливарного виробництва Індії та підвищення його конкурентоздатності на світовому ринку [6] .

Ливарний ринок країн Європейської ливарної асоціації. Виробництво металевих виливків країнами Європейської ливарної асоціації (The European Foundry Association, CAEF) впродовж 2018-2023рр., як свідчать звіти CAEF [7], зменшилось з 16,56 до 14,42 млн т тобто з середньорічним темпом (CAGR) -2,3%. Наразі впродовж 2021-2023рр. виробництво виливків в країнах асоціації певною мірою стабілізувалось, хоча і скоротився з середньорічним темпом -0,6%. Очікується, що за підсумком 2024р. буде вироблено 14,28 млн т виливків, що на -1,0% менше проти показника 2023р.

Загалом у 2023р. ливарні підприємства країн CAEF виготовили 10,6 млн т **виливків з сплавів чорних металів** (чавун сірий, чавун з кулястим графітом, чавун ковкий та сталь), що порівняно з 2021р. характеризується середньорічним темпом (CAGR) -1,1%. Наразі у 2023р. експорт вказаних виливків склав 4,6 млн т або 43,3% від обсягу їх виробництва. При цьому у порівнянні з 2021р. обсяг експорту збільшився з середньорічним темпом 2,2%. Найбільшими виробниками виливків з сплавів чорних металів серед країн CAEF є Німеччина, Туреччина та Франція, які загалом у 2023р. виробили 6,6 млн т виливків або 62,2% загального виробництва країнами CAEF [7].

В звіті CAEF [7] констатується, що в країнах асоціації в 2023р. виробництво **виливок з сплавів кольорових металів** збільшилось на 2,8% проти 2022р. і сягнуло 3869,6 тис. т. При цьому в інтервалі 2021-2023рр. середньорічний темп зростання склав 0,5%. Лідерами європейського ринку виливків з кольорових металів є Італія, Німеччина та Туреччина, загальна частка яких у виробництві за підсумком 2023р. склала 62,0%. При цьому серед лідерів найбільший середньорічний темп зростання виробництва вказаних виливків продовж 2021-2023рр. продемонструвала Туреччина в розмірі 3,9%. Загалом у 2023р. виробництво виливків з сплавів алюмінію та магнію в країнах CAEF збільшилось на 0,5% проти 2022р.

Ливарний ринок України. Україна в 2024р. перейшла межу в 1000 днів повномасштабної війни, яку розпочала Росія в лютому 2022р. За цей час економіка України значною мірою перебудувалась відповідно до умов війни. Повідомляється [8], що в 2023р. ливарна галузь України виробила приблизно 300 тис. т металевих виливків, тобто на рівні показника 2022р. Прогнозується [8], що за підсумком 2024р. виробництво виливків сягне 380…400 тис. т.

Слід відзначити, що відповідно даним Держстату України [9] в результаті війни активізувалось виробництво виливків з сталі та чавуну, відповідно з CAGR 7,9 і 5,9% (2021-2023рр.), незважаючи на зменшення кількості активних підприємств, відповідно, з CAGR -1,4 та -8,2%. Суттєво, відповідно на -28,2% та -30,4% CAGR, зменшилось

виробництво в вартісному вимірі лиття інших кольорових металів і лиття легких кольорових металів. Одним з негативних факторів цього процесу є відповідне зменшення кількість активних підприємств під час війни з CAGR -15,7%.

І той же час українські ливарники налаштовані на позитивні перспективи своєї роботи. Як свідчить опитування ливарних компаній України, яке провели співробітники ТОВ «Укрфаворит», вітчизняні ливарники налаштовані завершити 2024р. з зростанням виробництва в розмірі 10…15% проти показника 2023р. Це буде досягнуто за рахунок збільшення попиту на виливки від автомобілебудування, будівництва та військово-промислового комплексу. Головним фактором ефективної роботи під час війни 39% опитаних вважають наявність попередніх замовлень на продукцію та планування. При цьому 56% опитаних планують розширити виробництво виливків, а 44% опитаних компаній працюють над експортом продукції до країн ЄС [10].

В той же час актуальним є підготовка та забезпечення ливарної галузі України інженерними та технічними кадрами, а також впровадження прогресивних ливарних технологій та обладнання, сучасних сплавів і ливарних матеріалів. Все це є сенс сформувати в форматі програми розвиту ливарної промисловості України на період до 2030р.

Висновки.

Узагальнені результати роботи ливарної промисловості світу в 2023р. не оприлюднені за станом на кінець березня 2025р. Проведено оціночний розрахунок виробництва виливків в світі виходячи з інформації від ливарних асоціацій. Визначено, що впродовж 2021-2023рр. топ -5 країн світових виробників виливків мають різнонаправлені тренди виробництва.

Список літератури

1. Modern Casting. URL: https://www.moderncasting.com/.
2. International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. URL: https://www.oica.net/category/production-statistics/.
3. Dongsheng Wang. 2023 China Foundry Industry Data Released. The China Foundry Association. Dawang Metals. August 12, 2024. URL: https://dawangmetals.com/industry/2023-china-foundry-industry-data-released/.
4. Global Economic Prospects. World Bank Group. June 2024. 220p. URL: https://openknowledge.worldbank.org/.
5. Profile of Indian Foundry Industry.IIF-Foundry Informatics Centre. New Delhi. 2024. URL: https://foundryinfo-india.org/profile_of_indian.aspx/.

6. India:The Second-Largest Foundry Producer with 12 Million Tons of Castings in 2024. Foundry Channel. September, 15.2024. URL: https://foundrychannel.com/india-the-second-largest-foundry-producer-with-12-million-tons-of-castings-in-2024/.

7. November 2024. 118p. The European Foundry Industry 2023.The European Foundry Association. Düsseldorf,

8. Клименко Степан. Ливарна галузь планує збільшити обсяги виробництва за підсумками 2024 року. 26 Серпня 2024. URL:https://gmk.center/ua/opinion/lyvarna-haluz-planuie-zbilshyty-obsiahy-vyrobnytstva-za-pidsumkamy-2024-roku/.

9. Держстат України. URL: https://ukrstat.gov.ua/.

10. Чи є майбутнє у ливарних підприємств України. ТОВ «Укрфаворит». 2024. URL: https://ukrfavorit.com.ua/chy-ye-majbutnye-u-lyvarnyh-pidpryyemstv-ukrayiny-2/.

УДК 621.74/004.8

В. А. Гнатуш, м. Київ,
e-mail: vgnatush@gmail.com

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА В XXI СТОЛІТТІ

Ливарна промисловість є важливим компонентом глобальної економіки. Литі вироби з чорних і кольорових сплавів використовуються в багатьох галузях від автомобілебудування до оборонної промисловості. Її інноваційний розвиток в тренді Industry 4.0 буде сприяти подальшій трансформації машинобудівного комплексу, підвищення його конкурентоздатності та ефективності виробничих процесів.

В першій чверті XXI століття нові технологічні досягнення в сегменті інформаційних технологій змінюють формат ливарного виробництва. В результаті ливарне виробництво розвивається в напрямку інтелектуального лиття (Intelligent casting). Останнє передбачає автоматизацію з використанням робототехніки, екологізацію та інтелектуалізацію. До базових технологій інтелектуального процесу лиття відносять: технології 3D-друку, технології інтелектуальних прес-форм і інтелектуальні технології управління виробничими процесами. Реалізація цих проєктів дозволить оптимізували технології ливарного виробництва, запровадити повномасштабний контроль якості продукції та підвищити її конкурентоздатність особливо в умовах поточної нестабільної економічної ситуації в світі [1].