

УДК 621.74/339.13.021

**В. А. Гнатуш**, канд, техн. наук, незалежний аналітик,

e-mail: vgnatush@gmail.com

**В. С. Дорошенко\***, д-р техн. наук, ст. наук. співр.,

e-mail: doro55v@gmail.com

\*Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

### ОГЛЯД ВИПУСКУ ЛИВАРНИХ МАШИН У СВІТІ ТА ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТІВ У ЛИВАРНИХ ПРОЦЕСАХ

Невід'ємним елементом глобальної металургійно-ливарної промисловості є ринок ливарних машин. Завдяки інженерно-науковій думці та підприємливості створено унікальне обладнання, що дозволяє забезпечити високі експлуатаційні характеристики металевих виробів. Представлено аналіз світового ринку ливарних машин у 2001–2017 рр., включаючи тенденції в торгівлі, та топ-10 країн – світових експортерів та імпортерів. Впродовж 2001–2008 рр. обсяг надходжень від експорту ливарних машин в світі збільшився з 572,3 до 1195,3 млн USD, тобто в 2,1 рази. Світова економічна криза 2009 р. суттєво зменшила продажі і вони відновились у 2011 р. (1351,9 млн USD). У 2017 р. рівень продаж ливарних машин зменшився на 35,2 % проти показника 2011 р., хоча за період з 2011 по 2017 рр. виробництво виливків у світі збільшилось з 98,6 до 109,9 млн т, або на 11,5 %. Це пов'язано з ростом продуктивності таких машин, збільшенням завантаження ливарних потужностей та зменшенням кількості ливарних цехів на 6,3 %. Світовий ринок ливарних машин віддзеркалює технологічні та бізнесові процеси, які мають місце в ливарній промисловості. Трійку основних експортерів ливарних машин у 2017 р. формують Японія (23,5 %), Італія (20,0 %) та Китай (13,7 %). При цьому серед імпортерів-лідерів є Китай (20,9 %), Мексика (9,3 %) та США (8,4 %). Одним з напрямів автоматизації ливарного обладнання є застосування роботів, що особливо актуально для дрібносерійного і «гарячого» виробництва, де, наприклад, конвеєрні способи не цілком виправдані. Роботи недалекого майбутнього дозволять замінити людину на більшості основних і допоміжних операцій виробничого циклу, що сприятиме завершенню комплексної автоматизації технологічних процесів у різних галузях промисловості, зокрема, в ливарно-металургійній з притаманною їй низкою небезпечних та шкідливих умов праці в гарячих цехах.

**Ключові слова:** ливарні машини, робот, ливарні процеси, експорт ливарних машин, імпорт ливарних машин, автоматизація, ливарно-металургійна галузь.

**Актуальність статті.** Одним з наріжних каменів глобальної економіки людської цивілізації є металургійно-ливарна промисловість. Її продукція знаходить застосування у всіх галузях і сферах діяльності людей. Невід'ємним елементом глобальної металургійно-ливарної промисловості є ринок ливарних машин, що почав формуватись ще за часів першої промислової революції. Завдяки інженерно-науковій думці та підприємливості створено унікальне обладнання, що дозволяє забезпечити як високі експлуатаційні характеристики металевих виробів, так і

## Производство

їх економічну конкурентоздатність. На жаль, аналізу ринку ливарних машин не приділяється достатньої уваги.

*Мета статті.* Дослідити стан світового ринку ливарних машин на початку XXI ст. та його основні тренди.

*Виклад основного матеріалу.* Слід відзначити, що об'єктом аналізу є світова торгівля ливарними машинами, що використовуються в металургії та ливарному виробництві. Ці товари, відповідно до УКТ ЗЕД, класифікуються кодом 845430, і до них відносяться ливарні формувальні лінії, машини для лиття під тиском, відцентрового лиття, безперервного лиття та інші ливарні машини.

У першому двадцятилітті XXI ст. ринок ливарних машин відзначається нестабільним характером під впливом як економічних процесів глобального масштабу, так і кон'юнктури галузевих ринків. Впродовж 2001–2008 рр. експорт ливарних машин в світі збільшився з 572,3 до 1195,3 млн USD, тобто в 2,1 рази. Світова економічна криза 2009 р. суттєво зменшила продажі і вони відновились у 2011 р. (1351,9 млн USD). Проте в подальшому експорт характеризується понижувальним трендом. В 2017 р. рівень продажів ливарних машин зменшився на 35,2 % проти показника 2011 р. (рис. 1). Хоча за період з 2011 по 2017 рр. виробництво виливків у світі (за даними журналу «Modern Casting») збільшилось з 98,6 до 109,9 млн т, або на 11,5 %.

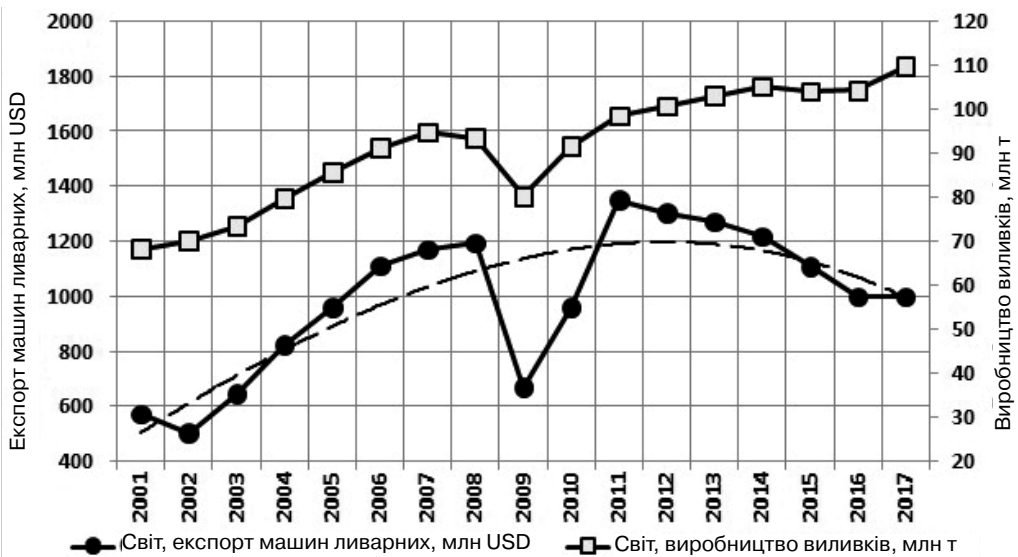


Рис. 1. Динаміка експорту в світі машин ливарних (код УКТ ЗЕД 8454 30) і виробництва виливків [1, 2]

Вважаємо, що така ситуація на глобальному ринку ливарних машин зумовлена певними бізнес-процесами, які в останні роки мають місце в ливарній промисловості. Співставлення імпорту ливарних машин та кількості ливарних підприємств в світі (рис. 2) свідчить про певний зв'язок між цими показниками: коефіцієнт кореляції становить 0,90. Водночас, в середньому по ливарній промисловості світу розрахункове виробництво на одному підприємстві в 2016 р. становило 2,254 проти 1,996 тис. т в 2011р., тобто збільшилось на 12,9 % при зменшенні кількості підприємств з 49,4 до 46,3 тис. (- 6,3 %).

Аналогічна ситуація має місце і в топ-10 країн – виробників виливків. Використовуючи дані журналу «Modern Casting», визначено, що в 2011 р. виробництво виливків на одному підприємстві становило 1,974 тис. т, а в 2016 р. – 2,314 тис. т, тобто збільшилось на 17,2 %. Вочевидь, це свідчить про світову тенденцію збільшення завантаження ливарних потужностей і зменшення інвестицій в оновлення діючих та будівництво нових ливарних підприємств. В результаті зменшились обсяги закупівлі

## Производство

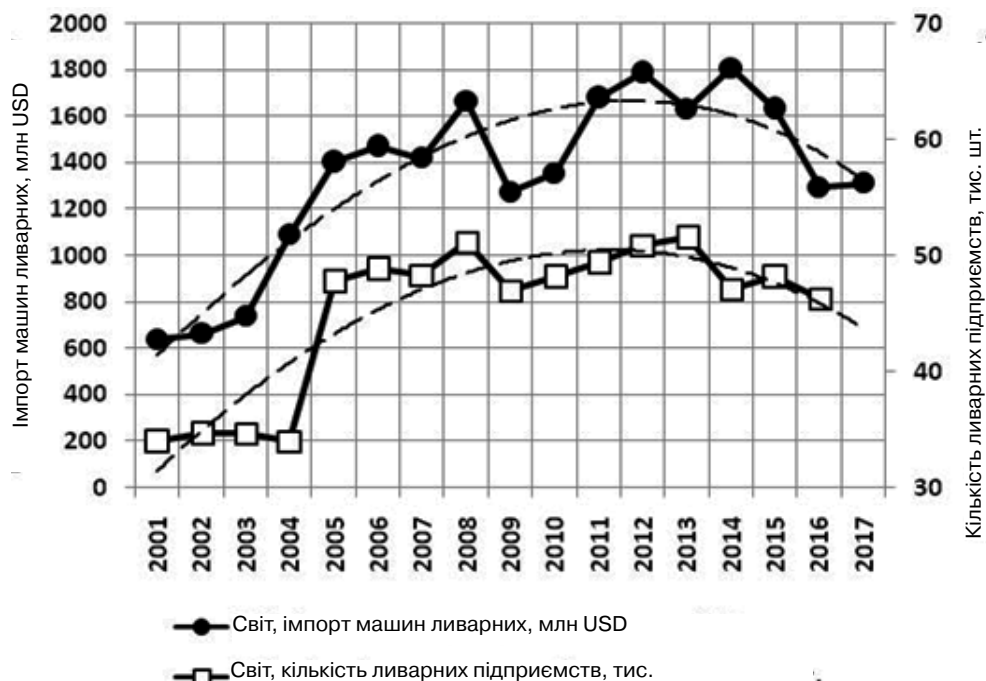


Рис. 2. Динаміка імпорту в світі машин ливарних (код УКТ ЗЕД 8454 30) і кількості ливарних підприємств у світі [1, 2]

ливарних машин країнами-імпортерами: в 2011 р. вони становили 12,8, а в 2016 р. – 9,6 млн. USD/країна (– 25 %).

Відносно країн експортерів ливарних машин слід констатувати наступне. Впродовж 2011–2017 рр. позиції трьох основних продавців (Японія, Італія, Китай) залишались незмінними (табл. 1). Решта країн-лідерів мінялись місцями, але в цілому частка чільної десятки залишилась незмінною – 89,6%.

**Японія.** В 2018 р. компанії країни експортували ливарні машини до 34 країн світу на суму 233,5 млн USD, що майже відповідає показнику 2017 р. (235,4 млн USD). Слід відзначити, що 58,1 % японського експорту припадає на Китай (90,0 млн USD), Індію (26,4 млн USD) і Республіку Корея (19,3 млн USD) [2]. Типовим представником ливарного машинобудування є японський концерн Sintokogio Ltd., що відрახовує час свого функціонування з 1934 р. В наш час до нього входять 43 компанії з 12 країн світу і він є найбільшим у світі виробником ливарного обладнання.

Sintokogio Ltd. – виробник автоматичних формувальних ліній з використанням прогресивних технологій опочного та безопочного формування. У наш час до нього входять 43 компанії з 12 країн світу і він є найбільшим у світі виробником ливарного обладнання, а саме автоматичних формувальних ліній з використанням прогресивних технологій опочного та безопочного формування. Щорічний оборот концерна складає понад 1 млрд USD, а покупцями його продукції є компанії багатьох галузей (рис. 3). З них найбільше (45,6 %) припадає на сегмент автомобілебудування, що є лідером промислового виробництва в глобальному ринку [3, 4].

**Італія.** У 2018 р. країна експортувала ливарні машини в 54 країни світу на суму 238,2 млн USD, що на 19,2 % перевищує показник 2017 р., але на 11,6 % поступається досягнутому в 2011 р. П'ятірку найбільших імпортерів італійського обладнання з сумарною часткою 52,1 % формують Китай (45,5 млн USD), Німеччина (23,1 млн USD), Угорщина (20,2 млн USD), Індія (19,0 млн USD) і Португалія (16,2 млн USD). Слід відзначити, що в 2018 р. Україна не закуповувала італійське ливарне обладнання, хоча в 2011 р. зайняла друге місце в рейтингу з обсягом 30,7 млн USD [2]. Згідно

Рейтинг світових експортерів ливарних машин (код УКТ ЗЕД 8454 30) в 2011 і 2017 рр. [2]

| Топ 2011 | Країна            | 2011              |           | Топ 2017 | Країна          | 2017              |           | 2017 до 2011, % |
|----------|-------------------|-------------------|-----------|----------|-----------------|-------------------|-----------|-----------------|
|          |                   | Вартість, млн USD | Частка, % |          |                 | Вартість, млн USD | Частка, % |                 |
| 1        | Японія            | 380,8             | 28,29     | 1        | Японія          | 235,4             | 23,53     | 61,8            |
| 2        | Італія            | 269,6             | 20,03     | 2        | Італія          | 199,9             | 19,98     | 74,1            |
| 3        | Китай             | 149,9             | 11,13     | 3        | Китай           | 136,6             | 13,66     | 91,1            |
| 4        | Німеччина         | 121,9             | 9,06      | 4        | Швейцарія       | 109,4             | 10,94     | 138,8           |
| 5        | Швейцарія         | 78,8              | 5,85      | 5        | Німеччина       | 89,6              | 8,96      | 73,5            |
| 6        | Велика Британія   | 73,8              | 5,48      | 6        | США             | 40,6              | 4,06      | 81,4            |
| 7        | США               | 49,9              | 3,70      | 7        | Тайвань, Китай  | 23,6              | 2,36      | 70,2            |
| 8        | Тайвань, Китай    | 33,6              | 2,49      | 8        | Велика Британія | 23,1              | 2,31      | 31,3            |
| 9        | Канада            | 27,1              | 2,02      | 9        | Австрія         | 21,1              | 2,11      | 314,9           |
| 10       | Корея, Республіка | 20,5              | 1,53      | 10       | Фінляндія       | 16,9              | 1,69      | 119,0           |
|          | Разом             | 1205,8            | 89,59     |          | Разом           | 896,1             | 89,59     | 74,3            |
|          | Решта 55 країн    | 140,2             | 10,41     |          | Решта 58 країн  | 104,1             | 10,41     | 74,3            |
|          | Всього            | 1346,0            | 100,00    |          | Всього          | 1000,2            | 100,00    | 74,3            |

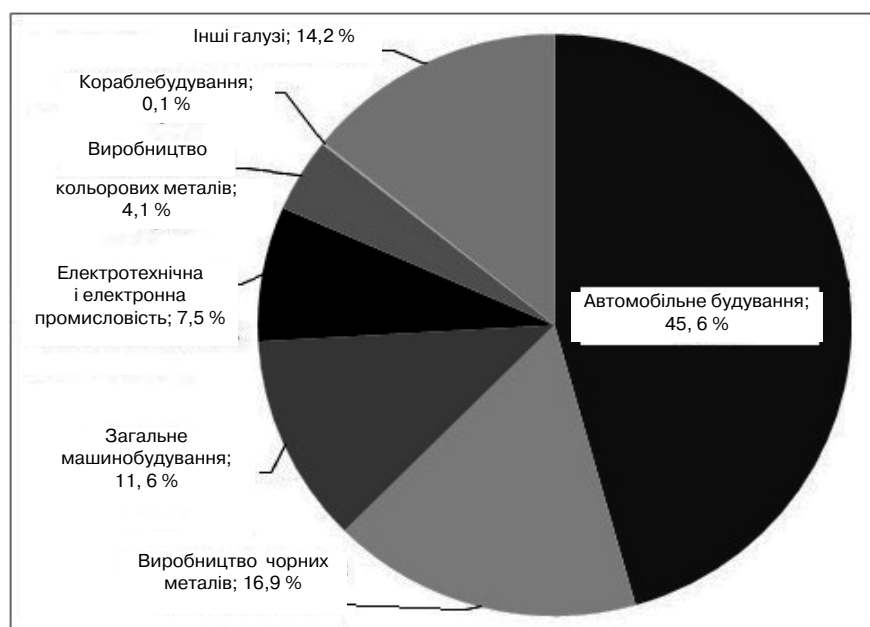


Рис. 3. Галузева структура продажів концерну Sinto Group (Японія) в III кварталі 2018 р. [3]

## Производство

інформації Італійської асоціації виробників ливарних машин (Italian Association of the Foundry Supplies, AMOFOND), до неї входять 140 компаній, на яких працюють 7,5 тис. співробітників [5].

*Китай.* У 2018 р. країна експортувала ливарних машин у 85 країн світу на суму 132,5 млн USD, що на 3,0 % менше, ніж 2017 р. П'ятірку країн-імпортерів китайського обладнання з загальною часткою 54,2 % склали Індія (26,8 млн USD), Індонезія (15,8 млн USD), В'єтнам (13,1 млн USD), США (10,1 млн USD) і Мексика (5,9 млн USD). Україна теж закупила китайське ливарне обладнання на суму 1,5 млн USD (20-е місце в рейтингу) [2].

Статистика світового імпорту ливарних машин за 2011–17 рр. свідчить про глобальність цього ринку. Так, у 2011 р. покупцями ливарних машин було 120 країн світу, а в 2017 р. – 127 країн (табл. 2). Причому членами ООН є 193 країни, а ведуть статистичний облік 250 країн і територій. Звичайно, серед лідируючої десятки країн-імпортерів (частка 68,4 % в 2017 р.) є як країни зі столітнім досвідом розвитку металургійно-ливарних технологій, так і країни, що в історичному вимірі зовсім недавно почали інтенсифікувати цей сегмент ринку.

Серед останніх чільне друге місце в Топ-2017 займає *Мексика*, підприємства якої за 2011–17 рр. збільшили виробництво виливків з 1,7 до 2,9 млн т і, відповідно, наростили обсяг закупівель ливарних машин з 40,0 до 121,7 млн USD, тобто, збільшили в 3 рази.

Певною мірою цікава ситуація склалася з *Австрією*. З одного боку, ця країна імпортувала у 2017 р. ливарних машин на суму 43,2 млн USD проти 9,0 млн USD у 2011 р.,

**Таблиця 2**  
**Рейтинг світових імпортерів ливарних машин (код УКТ ЗЕД 8454 30)**  
**в 2011 і 2017 рр. [2]**

| Топ 2011 | Країна            | 2011              |           | Топ 2017 | Країна            | 2017              |           | 2017 до 2011, % |
|----------|-------------------|-------------------|-----------|----------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------|
|          |                   | Вартість, млн USD | Частка, % |          |                   | Вартість, млн USD | Частка, % |                 |
| 1        | Китай             | 327,8             | 19,63     | 1        | Китай             | 274,1             | 20,88     | 83,6            |
| 2        | Індія             | 157,0             | 9,40      | 2        | Мексика           | 121,7             | 9,27      | 304,3           |
| 3        | Іран              | 122,8             | 7,35      | 3        | США               | 109,9             | 8,37      | 136,5           |
| 4        | Росія             | 119,3             | 7,15      | 4        | Іран              | 89,7              | 6,83      | 73,0            |
| 5        | Корея, Республіка | 101,8             | 6,09      | 5        | Індія             | 84,6              | 6,45      | 53,9            |
| 6        | США               | 80,5              | 4,82      | 6        | Німеччина         | 48,9              | 3,73      | 75,9            |
| 7        | Туреччина         | 73,2              | 4,38      | 7        | В'єтнам           | 45,4              | 3,46      | 69,3            |
| 8        | В'єтнам           | 65,5              | 3,92      | 8        | Корея, Республіка | 43,6              | 3,32      | 42,8            |
| 9        | Німеччина         | 64,4              | 3,86      | 9        | Австрія           | 43,2              | 3,30      | 481,6           |
| 10       | Таїланд           | 48,8              | 2,92      | 10       | Індонезія         | 36,8              | 2,81      | 82,1            |
|          | Разом             | 1161,1            | 69,53     |          | Разом             | 898,0             | 68,42     | 77,3            |
|          | Інші 120 країн    | 508,9             | 30,47     |          | Інші 127 країн    | 414,6             | 31,58     | 81,5            |
|          | Всього            | 1670,0            | 100,00    |          | Всього            | 1312,5            | 100,00    | 78,6            |
| 12       | Україна           | 42,0              | 0,03      | 15       | Україна           | 19,3              | 0,01      | 46,0            |

Порівняльні рейтинги країн, світових виробників сталі та виливків,  
а також експортерів і імпортерів машин ливарних  
за кодом УКТ ЗЕД 845430 у 2017 р.\*

| Топ<br>- 10 | Виробництво сталі |           | Виробництво виливків |           | Експорт машин ливарних |           | Імпорт машин ливарних |           |
|-------------|-------------------|-----------|----------------------|-----------|------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
|             | Виробник          | Частка, % | Виробник             | Частка, % | Експортер              | Частка, % | Імпортер              | Частка, % |
| 1           | Китай             | 50,86     | Китай                | 44,96     | Японія                 | 23,53     | Китай                 | 20,88     |
| 2           | Японія            | 6,11      | Індія                | 10,97     | Італія                 | 19,98     | Мексика               | 9,27      |
| 3           | Індія             | 5,93      | США                  | 8,80      | Китай                  | 13,66     | США                   | 8,37      |
| 4           | США               | 4,76      | Німеччина            | 4,99      | Швейцарія              | 10,94     | Іран                  | 6,83      |
| 5           | Росія             | 4,18      | Японія               | 4,96      | Німеччина              | 8,96      | Індія                 | 6,45      |
| 6           | Корея, Республіка | 4,15      | Росія, 2016          | 3,85      | США                    | 4,06      | Німеччина             | 3,73      |
| 7           | Німеччина         | 2,56      | Мексика              | 2,65      | Тайвань, Китай         | 2,36      | В'єтнам               | 3,46      |
| 8           | Туреччина         | 2,19      | Корея, Республіка    | 2,31      | Велика Британія        | 2,31      | Корея, Республіка     | 3,32      |
| 9           | Бразилія          | 2,01      | Італія               | 2,04      | Австрія                | 2,11      | Австрія               | 3,30      |
| 10          | Італія            | 1,41      | Бразилія             | 2,02      | Фінляндія              | 1,69      | Індонезія             | 2,81      |
|             | Разом             | 84,15     | Разом                | 87,55     | Разом                  | 89,59     | Разом                 | 68,42     |
|             | Решта 54 країни   | 15,85     | Решта 28 країн       | 12,45     | Решта 58 країн         | 10,41     | Інші 127 країн        | 31,58     |
|             | Всього            | 100,00    | Всього               | 100,00    | Всього                 | 100,00    | Всього                | 100,00    |

\*Примітка: вихідні дані з журналу «Modern Casting» [1], International Trade Centre [2] і World Steel Association [10]

хоча виробництво виливків за цей період майже не змінилось: 305–310 тис. т. З іншого боку, у 2017 р. вартість експорту ливарних машин Австрією склала 21,1 млн USD, а в 2011 р. – 6,7 млн USD. Вочевидь, компанії країни не тільки модернізують свої ливарні цехи, а й торгують ливарними машинами з іншими країнами.

Найбільшим імпортером ливарних машин в світі є *Китай*, частка якого в 2017 р. становила 20,9 %. Однак, слід відзначити, що у 2017 р. проти 2011 р. вартість закупівель країною зменшилась на 16,4 % (див. табл. 2). Вочевидь, це зумовлено як певною насиченістю китайського ливарної промисловості новітнім ливарним обладнанням, так і реалізацією політики поступового зменшення в країні кількості ливарних підприємств. Відомо [6], що з діючих в країні близько 15 тисяч підприємств тільки 30 % виробляють 80 % річного обсягу виливків у Китаї. Крім того, згідно 13-го п'ятилітнього плану в ливарній промисловості Китаю передбачено до 2020 р. впроваджувати процеси високоточного лиття та інтелектуальне ливарне обладнання; 3D друк ливарних форм і стрижнів; цифрові технології проектування, аналізу та виробництва; створювати інтелектуальні ливарні цехи (workshop) [6].

*Україна*. Слід зазначити, що впродовж 2001–17 рр. динаміка українського експорту і імпорту ливарних машин мала «карколомний» і дуже нестабільний характер. За звітний період Україна експортувала машин ливарних всього на суму 51,8 млн USD. При цьому з України найбільше їх було поставлено у 2007 р. на суму 25,6 млн USD (49,8 %), а зовсім не було продажів у 2014 р., що, вочевидь, зумовлено російською агресією. У звітний період Україна імпортувала машин ливарних всього на

суму 340,0 млн USD: найбільше у 2007 р. (83,2 млн USD, 24,5 %), а найменше у 2001 р. (0,167 млн USD) [2, 7]. У рейтингах імпортерів за 2011 і 2017 рр. Україна посідала, відповідно, 12 та 15 місця (див. табл. 2). Вважаємо, що така нестабільна ситуація на українському ринку ливарних машин зумовлена відсутністю в уряді та бізнесі чіткої програми розвитку металургійно-ливарної промисловості країни, а також програми розвитку металоспоживаючих галузей.

У 2018 р. провідними постачальниками ливарних машин в Україну були Китай (29,2 млн USD, частка 68,2 %), Італія (7,0 млн USD, 16,3 %) та Швейцарія (2,8 млн USD, 6,6 %) [7]. Повідомлялось [8, 9], що у 2018 р. українська компанія Науково-виробниче підприємство «Фероліт» (м. Горішні плавні) закупила першими в Європі найновіший комплекс вертикального безопакового формування DISAMATIC C3-B-250 від компанії DISA (Данія). Перша установка DISAMATIC C3 була введена в дію в китайській компанії в серпні 2016 р., а вже впродовж 2017 р. в країнах азіатського регіону функціонувало 22 таких формувальних комплексів. Серія DISAMATIC C3-250 побудована в м. Бангалорі компанією DISA India. Ця формувальна система виробляє до 250 форм/год і має розміри прес-форм 535x650x120–340 мм. За підсумком 2018р. Індія займає 7 місце в Топ-10 експортерів ливарних машин в Україну з часткою 0,4 %.

*Порівняльний аналіз* виробників сталі, металевих виливків, експортерів і імпортерів ливарних машин дозволяє виявити певні закономірності (табл. 3). Серед виробників сталі, виливків та експортерів ливарних машин переважають країни з розвинутою промисловістю та традиційно заохочувальним підходом до інновацій. Беззаперечним лідером світового ринку металів є Китай, який не тільки їх виробляє, а й активно імпортує та експортує передові металургійно-ливарні технології та обладнання.

Зростаюче металовиробництво демонструє Індія, яка займає 2–3 місця у виробництві сталі та виливків і доволі активно імпортує ливарні машини, тим самим створюючи базу для подальшого зовоювання нових сегментів ринку продукції з металів та підвищення конкурентоздатності країни.

Японія займає не лише провідні позиції у виробництві сталі та виливків, а й посідає перше місце серед світових експортерів ливарних машин. Вочевидь, це свідчить про добре продуману промислову політику, яку проводить уряд та бізнесові кола Японії.

У зв'язку з тенденцією розширення застосування роботів і робото-конвеєрних ліній [11] у ливарному виробництві розглянемо низку прикладів застосування такого прогресивного обладнання як ливарних автоматів. Робот являє собою автоматичну машину для відтворення рухових та інтелектуальних функцій людини. Існують різні класи роботів, серед яких найбільш затребуваними є автоматичні маніпуляційні роботи, зокрема, промислові. На сьогоднішній день промислові роботи і подібне їм обладнання є практично єдиним засобом автоматизації дрібносерійного виробництва з поєднанням в єдиному циклі як транспортних, так і основних технологічних операцій, що дозволяє створити на базі універсального обладнання гнучкі автоматизовані виробництва.

Маніпуляційного робота призначено для виконання робіт універсального характеру, виконавчими пристроями якого служать маніпулятори (механічні руки). Кінематичну схему робота в кутовій системі координат [12] показано на рис. 4, а блок-схему управління роботом фірми Кука – на рис. 5. Роботизовану дільницю нанесення прошарків рідких і сипких компонентів при виготовленні піщаної оболонки за моделями, що виплавляються, компанії Vulcan Engineering Co. показано на рис. 6 [13].

Приклади застосування роботів на ливарних дільницях показано на рис. 7, ілюстрації взято з відкритих джерел Інтернету. На рис. 7, а на дільниці лиття за моделями, що витоплюються (lost wax / investment casting process), на задньому плані за маніпу-

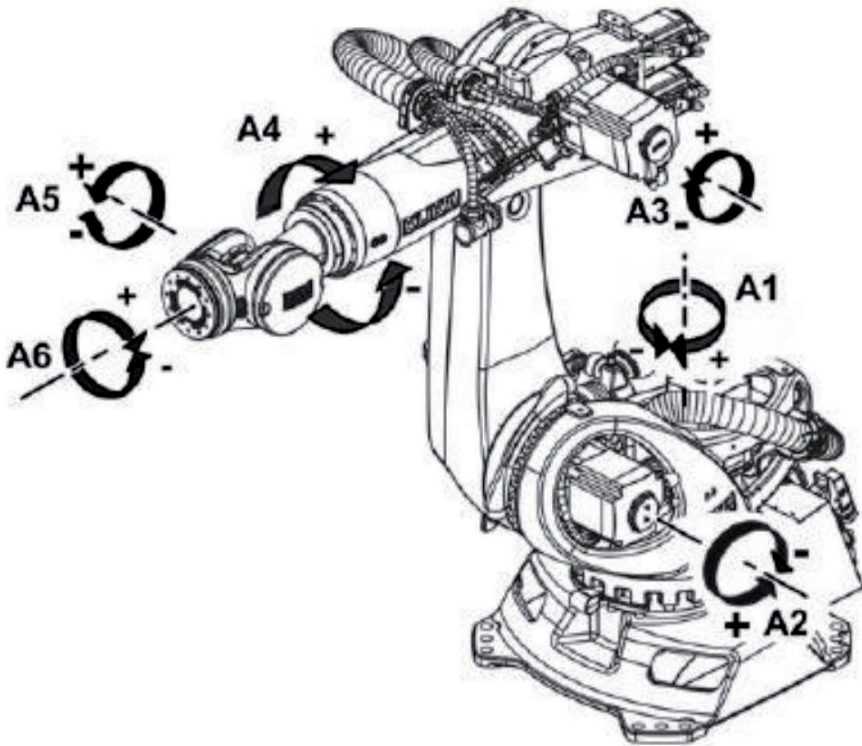


Рис. 4. Кінематична схема робота в кутовій системі координат

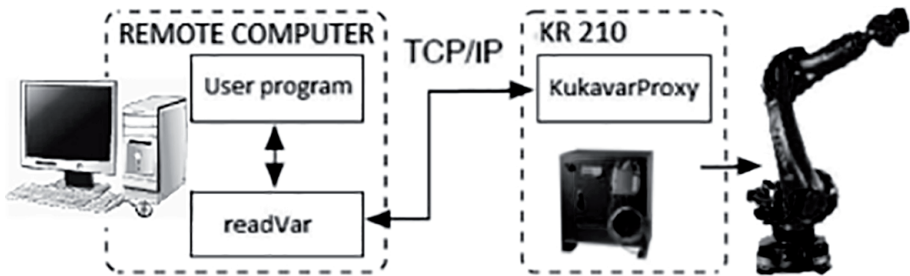


Рис. 5. Блок-схема управління роботом

лятором фірми АВВ видно поворотний барабан для нанесення сухого компоненту на модельні куці (кластери) шляхом обертання роботом модельних куців в порожнині барабана, а зліва видно нижній і верхній конвеєри сушила, на які робот підвішує куці для сушки [14]. Технологія лиття способом ЛГМ з використанням робота (рис. 7, г) докладніше описана в роботі [15].

На думку фахівців в галузі робототехніки, спрямування наукових досліджень і інженерних розробок повинно бути націлене на створення інтелектуальних роботів, що забезпечує розширення їх функціональних можливостей. Роботи недалекого майбутнього дозволять замінити людину на більшості основних і допоміжних операцій виробничого циклу, що сприятиме завершенню комплексної автоматизації технологічних процесів у різних галузях промисловості [12], зокрема в ливарно-металургійній галузі з притаманними їй низкою небезпечних та шкідливих виробничих умов праці в гарячих цехах.





Рис. 6. Роботизована дільниця виготовлення піщаних оболонок за моделями, що виплавляються

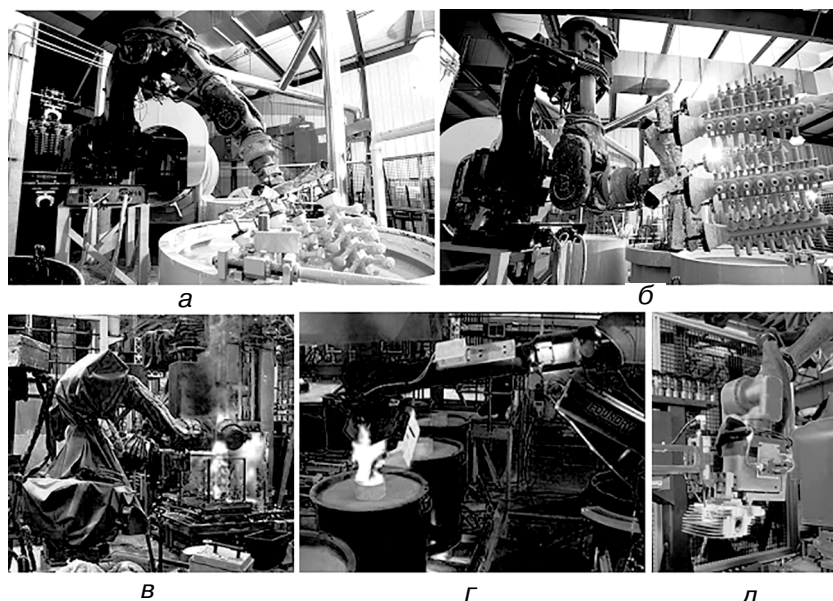


Рис. 7. Приклади застосування роботів на ливарних дільницях: а – нанесення рідкого покриття на разові моделі; б – обертання модельних кушків для уникнення патьоків; в – заливання металом керамічних оболонок форм; г – заливання форм за моделями, що газифікуються (ЛГМ-процес); д – видалення задилок на виливках

### Висновки

Світовий ринок ливарних машин віддзеркалює технологічні та бізнесові процеси, які мають місце в ливарній промисловості. Починаючи з 2001 р. і по 2017 р. світовий експорт ливарних машин зменшився на 35,2 % на фоні збільшення виробництва виливків (+11,5 %) і зменшення кількості ливарних цехів (-6,3 %). Трійку основних експортерів ливарних машин у 2017 р. формують Японія (23,5 %), Італія (20,0 %) та Китай (13,7 %). При цьому серед імпортерів-лідерів є Китай (20,9 %), Мексика (9,3 %) та США (8,4 %). Одним з напрямів автоматизації ливарного обладнання є застосування роботів, що особливо актуально для дрібносерійного і «гарячого» виробництва, де, наприклад, конвеєрні способи не цілком виправдані.

### Список літератури

1. Modern Casting, December 2002. – December 2018.
2. International Trade Centre. – URL: <http://www.intracen.org>.
3. Sinto Group. 2018 Annual Report. – P. 40. – URL: <http://www.sinto.co.jp>.
4. Мельников И. А. 80 лет фирме HWS-Sinto, Германия – лидеру мирового литейного машиностроения // Литейщик России. – 2017. – № 12. – С. 33–40.
5. AMOFOND / Presentazione. – 2013. – P. 22. – URL: <https://www.foundry-planet.com>.
6. Wei Gao. The 13<sup>th</sup> Five-year Strategic Plan of Chinese Foundry Industry. – 2017. – P. 23. – URL: <https://www.foundry-planet.com>.
7. Державна служба статистики України. – URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Установка Disamatic C3 выпускается в трех вариантах. Агенство Литье ++. 20.02.2018. – URL: <https://on-v.com.ua/novosti/biznes/ustanovka-disamatic-c3-vypuskaetsya-v-trex-variantax>.
9. Ukrainian manufacturer makes the clever choice: The first DISAMATIC C3-B-250 in Europe. 19 September 2018. – URL: <https://www.foundry-planet.com/equipment/detail-view/ukrainian-manufacturer-makes-the-clever-choice-the-first-disamatic-c3-b-250-in-europe/?cHash=08ffaf-5913c206fdc153fc1c0f801941>.
10. World Steel Association. – URL: <https://www.worldsteel.org>.
11. Беляева С. Роторно- и робото-конвейерные линии. Опорный конспект лекций. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. Информрегистр, 2013. –36 с. – URL: <https://pandia.ru/text/78/539/90284.php>.
12. Иванов А. А. Основы робототехники: учеб. пособие. – Нижний Новгород, НГТУ им. П. Е. Алексеева, 2011. – 200 с.
13. Investment casting systems & equipment. Vulcan Engineering Co. – URL: <http://www.vulcangroup.com/products-2/foundry-engineering-system>.
14. Shell-O-Matic automates Franklin bronze foundry. – URL: <https://www.shellomatic.com/automates-franklin-bronze-foundry>.
15. Дорошенко В.С. Литье по газифицируемым моделям с кристаллизацией металла под давлением // Литейное производство. – 2016. – № 1. – С. 25–28.

Поступила 29.04.2019

### References

1. Modern Casting, December 2002. December 2018.
2. International Trade Centre. URL: <http://www.intracen.org>.
3. Sinto Group. 2018 Annual Report. P. 40. URL: <http://www.sinto.co.jp>.
4. Melnikov, I. A., (2017) 80 years old, HWS-Sinto, Germany, the leader of the world foundry machine-building industry. Litejshik Rossii, no. 12. pp. 33–40 [in Russian].
5. AMOFOND / Presentazione. 2013. P. 22. URL: <https://www.foundry-planet.com>
6. Wei Gao (2017) The 13<sup>th</sup> Five-Year Strategic Plan of the Chinese Foundry Industry. P. 23. URL: <https://www.foundry-planet.com>.
7. Sovereign statistics service of Ukraine (Derzhavna sluzhba statistiki Ukrayini). URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Installation Disamatic C3 is available in three versions. Агенство Lite++. 02.20.2018. URL: <https://on-v.com.ua/novosti/biznes/ustanovka-disamatic-c3-vypuskaetsya-v-trex-variantax>.
9. Ukrainian manufacturer makes the clever choice: The first DISAMATIC C3-B-250 in Europe. 19 September 2018. URL: <https://www.foundry-planet.com/equipment/detail-view/ukrainian>

manufacturer-makes-the-clever-choice-the-first-disamatic-c3-b-250-in -europe /? cHash = 08ffaf5913c206fdc153fc1c0f801941.

10. World Steel Association. URL: <https://www.worldsteel.org>.
11. Belyaeva, S. (2013) Rotor - and robot-conveyor lines. Reference lecture notes. M.: MGТУ im. N. E. Bauman. Informregistr, 36 s. URL: <https://pandia.ru/text/78/539/90284.php>.
12. Ivanov, A.A. (2011) Basics of Robotics: studies allowance. Nizhny Novgorod: NGТУ im. R. E. Alekseeva, 200 s. [in Russian].
13. Investment casting systems & equipment. Vulcan Engineering Co. URL: <http://www.vulcangroup.com/products-2/foundry-engineering-systems>.
14. Shell-O-Matic automates Franklin bronze foundry. URL: <https://www.shellomatic.com/automates-franklin-bronze-foundry>.
15. Doroshenko, V.S. (2016) Casting on gasified models with crystallization of metal under pressure. Litejnoe proizvodstvo, no. 1, pp. 25–28 [in Russian].

Received 29.04.2019

**В. А. Гнатуш**, канд. техн. наук, независимый аналитик,  
e-mail: [vgnatush@gmail.com](mailto:vgnatush@gmail.com)

**В. С. Дорошенко\***, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., e-mail: [doro55v@gmail.com](mailto:doro55v@gmail.com)

\*Физико-технологический институт металлов та сплавов НАН Украины, Киев

### ОБЗОР ВЫПУСКА ЛИТЕЙНЫХ МАШИН В МИРЕ И ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОВ В ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССАХ

Неотъемлемым элементом глобальной металлургическо-литейной промышленности является рынок литейных машин. Благодаря инженерно-научной мысли и предприимчивости создано уникальное оборудование, позволяющее обеспечить высокие эксплуатационные характеристики металлических изделий. Представлен анализ мирового рынка литейных машин в 2001–2017 гг., включая тенденции в торговле, и топ-10 стран – мировых экспортеров и импортеров. В течение 2001–2008 гг. объем поступлений от экспорта литейных машин в мире увеличился с 572,3 до 1195,3 млн USD, то есть в 2,1 раза. Мировой экономический кризис 2009 г. существенно уменьшил продажи и они возобновились в 2011 г. (1351,9 млн USD). В 2017 г. уровень продаж литейных машин уменьшился на 35,2 % против показателя 2011 г., хотя за период с 2011 по 2017 гг. производство отливок в мире увеличилось с 98,6 до 109,9 млн т, или на 11,5 %. Это связано с ростом производительности таких машин, увеличением загрузки литейных мощностей и уменьшением количества литейных цехов на 6,3 %. Мировой рынок литейных машин отражает технологические и бизнес-процессы, которые имеют место в литейной промышленности. Тройку основных экспортеров литейных машин в 2017 г. формируют Япония (23,5 %), Италия (20,0 %) и Китай (13,7 %). При этом импортерами-лидерами являются Китай (20,9 %), Мексика (9,3 %) и США (8,4 %). Одним из направлений автоматизации литейного оборудования является применение роботов, что особенно актуально для мелкосерийного и «горячего» производства, где, например, конвейерные методы не вполне оправданы. Роботы недалекого будущего позволят заменить человека в большинстве основных и вспомогательных операциях производственного цикла, что будет способствовать завершению комплексной автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности, в частности, в литейно-металлургической отрасли с присущим ей рядом опасных и вредных условий труда в горячих цехах.

**Ключевые слова:** литейные машины, робот, литейные процессы, экспорт литейных машин, импорт литейных машин, автоматизация, литейно-металлургическая отрасль.

**V. A. Gnatush**, Candidate of Engineering Sciences, Independent Analyst,  
e-mail: [vgnatush@gmail.com](mailto:vgnatush@gmail.com)

**V. S. Doroshenko\***, Doctor of Engineering Sciences, Senior Researcher,  
e-mail: [doro55v@gmail.com](mailto:doro55v@gmail.com)

\*Phisico-Tehnological Institute of Metals and Alloys of the NAS of Ukraine, Kyiv

---

## OVERVIEW OF THE PRODUCTION OF CASTING MACHINES IN THE WORLD AND EXAMPLES OF THE USE OF ROBOTS IN CASTING PROCESSES

*An integral part of the global metallurgical and foundry industry is the market for casting machines. Due to of engineering and scientific though enterprises have created a unique equipment that allows to provide high performance characteristics of metal products. The analysis of the world market of casting machines in 2001–2017, including trends in trade, and the top 10 countries, world exporters and importers is presented. During 2001–2008 years the export of casting machines in the world increased from 572.3 to 1195.3 million USD, i. e. in 2.1 times. The global economic crisis of 2009 significantly reduced sales and they resumed in 2011 (USD 1351.9 million). In 2017, the level of sales of casting machines decreased by 35.2 % against the 2011 figure, although for the period from 2011 to 2017 casting production in the world increased from 98.6 to 109.9 million tons, or 11.5 %. This is due to the increased productivity of such machines, increased casting capacity and a decrease in the number of foundries by 6.3 %. The global market for foundry machines reflects the technological and business processes that take place in the foundry industry. The top three exporters of casting machines in 2017 are formed by Japan (23.5 %), Italy (20.0 %) and China (13.7 %). At the same time, among the leading importers are China (20.9 %), Mexico (9.3 %) and the USA (8.4 %). One of the areas of automation of casting equipment is the use of robots, which is especially important for small-scale and «hot» production, where, for example, conveyor methods are not fully justified. The work of the near future will allow replacing people in most of the main and auxiliary operations of the production cycle, which will contribute to the completion of complex automation of technological processes in various industries, in particular in the foundry-metallurgical industry with a number of hazardous and harmful production conditions in hot shops.*

**Keywords:** foundry machines, robot, foundry processes, export of foundry machines, import of foundry machines, automation, foundry and metallurgical industry.