

Міністерство освіти і науки України;
ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» (Україна);
Національна академія наук вищої освіти України;
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна);
Вінницький національний технічний університет (Україна);
Apeiron University in Banja Luka, (Bosnia and Herzegovina);
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod4 JJ Strossmayer University of
Osijek (Croatia);
University of Montenegro Faculty of Mechanical Engineering;
Zhejiang Normal University, College of Engineering,
Key Laboratory of Urban Rail Transit Intelligent Operation and Maintenance
Technology & Equipment of Zhejiang Province, Jinhua, (China);
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна);
Вінницький національний аграрний університет (Україна);
Академія дослідників штучного інтелекту (Україна);
Студентське наукове товариство з технологій машинобудування (Україна);
Мала академія наук з науково-промислового профілю (Україна).



МОЛОДА НАУКА - РОБОТИЗАЦІЯ І НАНО- ТЕХНОЛОГІЇ СУЧАСНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

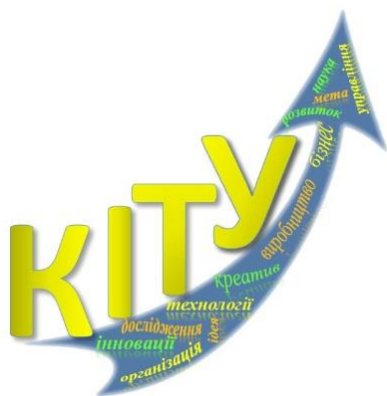
**Міжнародної молодіжної науково-технічної конференції
16-18 квітня 2025 р.**

За загальною редакцією
д-ра техн. наук, проф. С. В. Ковалевського
and Hon.D.Sc., Prof. Predrag Dašić

Краматорськ - Вінниця - Тернопіль, Україна,

2025

Ministry of Education and Science of Ukraine;
 Institute of Education Content Modernization (Ukraine);
 National Academy of Higher Education of Ukraine;
 Donbass State Engineering Academy (Ukraine);
 Vinnytsia National Technical University (Ukraine);
 Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade (Serbia);
 Apeiron University in Banja Luka, (Bosnia and Herzegovina);
 Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod, JJ Strossmayer University of Osijek
 (Croatia);
 University of Montenegro Faculty of Mechanical Engineering (Montenegro);
 Zhejiang Normal University, College of Engineering,
 Key Laboratory of Urban Rail Transit Intelligent Operation and Maintenance Technology &
 Equipment of Zhejiang Province, Jinhua, (China);
 Ternopil Ivan Puluj National Technical University (Ukraine);
 Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine);
 Academy of Artificial Intelligence Researchers (Ukraine);
 Student Scientific Society for Manufacturing Technologies (Ukraine);
 Junior Academy of Sciences of Scientific and Industrial Profile (Ukraine).



YOUNG SCIENCE - ROBOTICS AND NANO- TECHNOLOGY OF MODERN MECHANICAL ENGINEERING

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS
 International Youth Scientific and Technical Conference
 April 16-18, 2025

According to the general edition
 Doctor of Technical Sciences, Prof. Sergiy Kovalevskyy and
 Hon.D.Sc., Prof. Predrag Dašić

Kramatorsk - Vinnytsia - Ternopil, 2025

УДК 62:007:[681.5:621.7](075.8)

М 75

Рецензенти:

Колосов Д.Л. - докт. техн. наук, професор, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

Новіков Ф.В. - докт. техн. наук, професор, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця;

Затверджено на засіданні вченої ради ДДМА (протокол № 8 від 27.03.2025 р.)

М 75 Молода наука - роботизація і нано-технології сучасного машинобудування: збірник наукових праць Міжнародної молодіжної науково-технічної конференції, 16-18 квітня 2025 р.. / за заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук., проф., and Hon.D.Sc., Prof. Predrag Dašić – Краматорськ : ДДМА, 2025. – 349 с.

Young science - robotics and nano-technologies of modern mechanical engineering: a collection of scientific papers of the International Youth Scientific and Technical Conference, April 16-18, 2025 / for general. ed. S.V. Kovalevsky, Dr. Tech. Science, Prof., and Hon.D.Sc., Prof. Predrag Dašić - Kramatorsk: DSEA, 2025. - 349 p.

ISBN 978-617-7889-98-3

У збірнику опубліковано матеріали праць аспірантів, магістрантів, студентів і учнів – членів Малої академії наук з науково-промислового профілю. Пропонуються перспективні ідеї, аналіз конкретних проблемних питань автоматизації машинобудування, створення робочих функціональних поверхонь деталей машин; подано розробки, готові до впровадження. Призначений для використання в практичній діяльності здобувачів освіти ВНЗ і фахівців машинобудівних підприємств.

The collection contains materials of works of graduate students, undergraduates, students and pupils – members of the Small Academy of Sciences in science and industry. Perspective ideas, the analysis of concrete problematic questions of automation of mechanical engineering, creation of working functional surfaces of details of cars are offered; ready-to-implement developments are submitted. It is intended for use in practical activity of students, masters of high school and experts of the machine-building enterprises.

УДК 62:007:[681.5:621.7](075.8)

ISBN 978-617-7889-98-3

© ДДМА,
2025

Карявкіна Н.С., (ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНФЕСТПОЛІТЕХНІКА», м. Запоріжжя, Україна), **Цимбал Б.М.,** (Національний університет цивільного захисту України м. Черкаси, Україна)

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОМИСЛОВИМИ РОБОТАМИ ТА МАНІПУЛЯТОРАМИ

Анотація: У статті розглядається автоматизація та роботизація ливарного виробництва як ключові чинники підвищення ефективності, продуктивності та безпеки виробничих процесів. Проаналізовано сучасні технології промислових роботів і маніпуляторів, їх вплив на якість лиття та економічні показники підприємств. Особливу увагу приділено інтеграції цифрових технологій, таких як моделювання та 3D-друк, що сприяють оптимізації виробничих процесів.

Ключові слова: автоматизація, роботизація, ливарне виробництво, промислові роботи, маніпулятори, ефективність виробництва, продуктивність, безпека праці

Abstract: The article examines the automation and robotization of foundry production as key factors in improving the efficiency, productivity, and safety of manufacturing processes. Modern technologies of industrial robots and manipulators, as well as their impact on casting quality and the economic performance of enterprises, are analyzed. Special attention is given to the integration of digital technologies, such as modeling and 3D printing, which contribute to the optimization of production processes.

Keywords: automation, robotization, foundry production, industrial robots, manipulators, production efficiency, productivity, occupational safety

Ливарне виробництво є одним із прикладів ефективного використання ресурсів, адже виливки майже повністю придатні для повторної переробки. Після завершення свого «життєвого» циклу вони підлягають переплавленню для створення нових виробів, щороку використовуючи мільйони тонн металобрухту. Окрім цього, сучасні технології дають змогу відновлювати до 95% піщаної суміші для виготовлення різних ливарних форм, що позитивно впливає на екологію [5]. Тому ливарне виробництво відіграє важливу роль у сфері переробки. Багато ливарних підприємств інвестують у новітні технології, автоматизацію та енергоефективність, постійно зменшуючи споживання ресурсів. Ключову роль у цьому процесі відіграє цифровізація під час проєктування, моделювання та 3D-друку, що дає змогу не лише створювати складні виливки, а й усунути метод проб і помилок, підвищуючи конкурентоспроможність ливарних підприємств і сприяючи впровадженню сталих стратегій [11]. Одним із важливих напрямів автоматизації та покращення енергоефективності є впровадження роботизації [19].

Ливарна промисловість зазнає значних трансформацій завдяки появі автоматизації та роботизації. Ця революція не лише підвищує ефективність

та продуктивність, але й покращує безпеку та якість у секторі. Інтеграція автоматизації та робототехніки в ливарні процеси кардинально змінює ситуацію.

Традиційно ливарні процеси були є трудомісткими, включають високий рівень ручної роботи. Робітники повинні виконувати такі роботи, як формування та лиття, часто в суворих і небезпечних умовах. Однак запровадження автоматизації та роботизації змінює цей процес. Роботи беруть на себе завдання, які колись виконували люди, зменшуючи ризик нещасних випадків та травм, а також забезпечуючи безпечніше робоче середовище. Автоматизація в ливарній промисловості – це не лише заміна ручної праці, але й підвищення точності та узгодженості виробничого процесу. Роботи запрограмовані на виконання завдань із високим ступенем точності, зменшують помилки та відходи. Ця точність призводить до покращення якості продукту, що, у свою чергу, підвищує задоволеність клієнтів та покращує ефективність бізнесу. Однак перехід до автоматизації та роботизації має свої труднощі. Є занепокоєння щодо переміщення робочих місць, оскільки роботи беруть на себе завдання, які раніше виконували люди.

Запровадження автоматизації та роботизації в ливарній промисловості є чітким свідченням прихильності галузі до інновацій та прогресу. Це є свідченням стійкості та адаптивності галузі перед обличчям мінливої ринкової динаміки та технологічного прогресу [9].

Метою дослідження є дослідження модернізації ливарного виробництва шляхом інтеграції промислових роботів і маніпуляторів для підвищення ефективності, продуктивності та безпеки виробничих процесів.

Для досягнення поставленої мети треба вирішити наступні завдання:

1. Дослідити передумови автоматизації ливарного виробництва.
2. Проаналізувати сучасні технології роботизації в ливарних процесах.
3. Визначити основні переваги та виклики автоматизації ливарних виробництв.

Об'єктом дослідження є процеси ливарного виробництва та їх модернізація за допомогою промислових роботів і маніпуляторів.

Предмет дослідження є методи та засоби автоматизації та роботизації технологічних процесів у ливарному виробництві.

Ливарні виробництва, історично трудомісткі та небезпечні, розвивалися паралельно з технологічним прогресом. У перші дні робітники вручну обробляли високотемпературний розплавлений метал і виконували фізично важкі завдання. Це призвело до значної загрози безпеці та потенційної невідповідності якості лиття. Однак у міру розвитку промислової революції почали формуватися механізація та автоматизація.

Технологічні досягнення в автоматизації ливарного виробництва відбуваються з 1950-х років [7]. Ці ранні автоматизовані системи здебільшого передбачали механізоване оброблення, переміщення матеріалу

та операції формування, що зменшувало потребу в ручній праці та пом'якшувало деякі ризики безпеки. Останніми роками «Промисловість 4.0», яка головним чином характеризується інтеграцією кіберфізичних систем, інтернету речей та штучного інтелекту, привела до нової ери автоматизації ливарних виробництв. Сучасні системи розроблені для автономного виконання повторюваних завдань, таких як заливка, різання та подрібнення, з мінімальним втручанням людини [7].

Серед різних типів роботів найбільший попит мають автоматизовані промислові роботи. Роботизовані системи найближчого майбутнього дозволять замінити людину на більшості основних і допоміжних виробничих операцій, сприяючи автоматизації технологічних процесів у різних промислових галузях. Особливо це актуально для ливарно-металургійної промисловості, де існують небезпечні та шкідливі умови праці, зокрема в гарячих цехах [20].

Серед різновидів роботів найбільш затребуваними є маніпуляційні автоматизовані промислові системи. Маніпулятор компанії ABB розташований поруч із роторним барабаном і здійснює нанесення сухого компонента на модельні кластери, обертаючи модельні куці всередині барабана. Ліворуч від нього розташовані два конвеєри-сушила (верхній та нижній), куди робот підвішує куці для подальшого сушіння [15].

Технологія лиття за газифікованими моделями (ЛГМ) із застосуванням роботизованих систем [21] включає використання термічної печі з обертовим подом виробництва CAN-ENG Furnaces International Limited (США). Робот завантажує піч виливками в три ряди, що оптимізує термообробку алюмінієвих виробів при температурі 500-550 °C [18].

Залежно від методу лиття ливарні роботи класифікуються на чотири основні категорії: лиття в піщані форми, лиття під тиском, гравітаційне лиття та ЛГМ-процес. За галузевим застосуванням роботизовані системи можна поділити на п'ять основних сегментів: автомобільна промисловість, металургія, виробництво напівпровідників, телекомунікації, аерокосмічна та оборонна промисловість [12].

Існує роботизована системи перенесення пластин, яка відноситься до інноваційного обладнання для ливарного виробництва. Ця система містить роботизовану руку з 4 DOF для передачі пластин між касетою та камерами обробки. Вона має інтелектуальну автоматизацію для виготовлення пластин, у якій потрібно обробляти кілька пластин та камер одночасно. Враховується стан кожної пластини та камери для планування завершення виготовлення ефективним та гнучким способом. Роботизована система витрачає 9 хвилин на виконання поставленої місії переміщення 6 пластин між кількома камерами та 2 касетами та досягає 93,4% рівня виявлення дефектів [16].

Серед різних типів роботів найбільшим попитом користуються автоматизовані маніпуляційні системи, особливо промислові роботи, які нині є практично єдиним засобом автоматизації дрібносерійного

виробництва. Вони поєднують у єдиному циклі транспортні та основні технологічні операції, що сприяє створенню ефективних виробничих процесів на основі роботизованих систем [22].

Сучасні ливарні підприємства постійно шукають способи підвищення ефективності, гнучкості та безпеки робочого середовища, орієнтуючись на створення енергоефективних процесів із мінімальним впливом на довкілля. Використання роботизованих систем суттєво спрощує досягнення необхідної продуктивності у галузі та підтримує конкурентні переваги [4].

Збільшення корисного навантаження на роботизовані системи для ливарних операцій сприяє оптимізації виробничих циклів порівняно з традиційними методами лиття, що є основним фактором зростання ринку ливарної роботизації. Крім того, очікується, що автоматизація операцій, пов'язаних із високими температурами, газовиділенням та іншими шкідливими чинниками (наприклад, дегазація розплаву, видалення шлаку, заливка розплаву у форми, вибивка виливків), значно підвищить потребу в роботизованих системах у ливарних цехах у найближчі роки [23].

Значне зростання витрат на впровадження роботизованих систем у металургійному виробництві таких країн, як Китай, Японія та Індія, стимулює подальший розвиток ринку. Серед основних переваг використання роботів можна відзначити збільшення терміну їхньої експлуатації та високу якість виконуваних операцій. Крім того, інтеграція роботизованих технологій сприяє створенню екологічно безпечних ливарних процесів.

Розглянемо приклади новітніх технічних рішень, що демонструють взаємодію людей і коботів, як це реалізовано у випадку роботизованих систем Кука та АВВ [10]. У ливарному виробництві подібне впровадження найбільш доцільне для операцій точного, великосерійного та масового лиття.

Лиття в пісок застосовують для виготовлення таких елементів, як опори двигуна та корпуси диференціалів. Потім ці компоненти розрізають та подрібнюють за допомогою промислового робота типу IRB 6660 АВВ у виробничій камері виробництва Automations Robotic GmbH. У цьому процесі робітник затискає сировину деталі в позиціонері заготовки, який транспортує деталі в комірку робота для обробки. Після роботизованої обробки частина передається в наступну робочу станцію. IRB 6660 є найбільш жорстким з них є шарнірні роботи АВВ. Обробка алюмінієвих деталей включає високі робочі сили та утворює багато бруду та стружки». Датчик, розташований між зап'ястям робота та електроінструменту, є частиною пакета функцій Integrated Force Control, що забезпечує адаптивний рух у реальному часі. Force Control дозволяє роботу реагувати на навколишнє середовище та змінити запрограмований шлях або попередні налаштування швидкості на основі зворотного зв'язку з датчиком сили [1].

Зменшивши швидкість робота при високих силах, контролюючи сили зменшують ризик пошкодження або неправильно оброблені деталі та

дбайливо ставиться до інструментів. Це продовжує термін їх служби. Технологія контролю не тільки позитивно впливає на довговічність інструментів, а й життєвий цикл шпинделя та точність осей робота. Крім того, за допомогою цієї технології зменшується час циклу на 20 відсотків [1, 2].

Працівники, які займаються литтям у пісок, стикаються з суворими умовами, а безпека їх роботи є низькою. Існуючі заливні роботи мають недостатню стабільність та несучу здатність і не можуть виконувати інтелектуальну заливку відповідно до вимог процесу заливки. Існує гібридний розливний робот, який вирішує ці обмежень, а технологія апаратного керування на основі бачення (HIL) вирішує проблеми з керуванням в режимі реального часу моделюванням розливу та процесу розливу. На основі розливного механізму та потреби в русі ковша існує гібридний розливний робот із паралельним механізмом 2UPR-2RPU як основним корпусом [8].

Ливарні підприємства постійно шукають нові способи підвищення продуктивності, скорочення витрат підвищення якості. Високоєфективні технології роботів АББ дозволяють зменшити виробничі витрати та відсотки браку, збільшений час безвідмовної роботи та стабільна найвища якість є перевагою роботів АББ [3].

Промисловий роботизований процес виробництва литва передбачає формування, додаткову обробку та холодну обробку. За допомогою роботів спочатку на стадії формування здійснюється інтелектуальна обробка піщаного сердечника. Потім на етапі післяобробки реалізується інтелектуальне чорнове лиття. Етап холодної обробки реалізує інтелектуальне видалення задирок, зняття фаски, очищення та видування роботами. Багатий досвід успішне застосування свідчать про багатообіцяюче майбутнє для ливарної промисловості з повним поєднанням робототехніки, автоматизації та інформаційних технологій [17].

Існує робот, який допомагає виготовляти швидкі прототипи форм та зразків. Шестиосьовий робот KUKA RMC90 допомагає прискорити виробництво лиття з більш економічними та точними результатами. Роботизована фабрика для візерунків KUKA включає системи обробки цвілі та збору пилу, які сприяють безпечній та екологічній обробці. Ще одна економія часу за допомогою робота пов'язана з фрезеруванням блоків у формі піску. Робот може створювати більшість геометрій прес-форми, які зазвичай включають кілька сердечників або структурних деталей, і тому роботизовані піщані форми можуть виготовляти більш точні за розмірами виливки. Оскільки не потрібно витягувати візерунок з піщаної форми, нам не потрібно розглядати можливість додавання чернетки до деталі. Робот може рухатися по шести осях, тому такі елементи, як кишені та підрізи, які зазвичай вимагають серцевин, можна вирізати безпосередньо в піску. Результатом є точне за розмірами лиття за менший час [14].

Серія ливарних роботів KUKA була розроблена для конкретних вимог ливарного виробництва. Завдяки термостійким зап'ясткам роботів, виготовленим зі спеціальної сталі, вони функціонують при екстремальних температурах. Крім того, KUKA має додаткові компоненти для виробничої лінії: від преса для швидкого обрізки до охолоджувальної чаші та повністю розробленої концепції. Інтелектуальне ливарне виробництво можливе завдяки обміну даними через OPC UA. KUKA має хмарну програмну платформу KUKA Connect для збору цифрових даних у виробництві. Цикл робота та цикл натискання в комірці автоматично оптимізуються за часом як загальна операція. Таким чином, робот не завжди рухається з однаковою швидкістю, а діє відповідно до виробничого процесу. Це призводить до скорочення часу очікування, а також знос машини зменшується завдяки більш рівномірному потоку. Крім того, на заводі майбутнього параметри робота та преса обробляються одним контролером, що дозволяє здійснювати повний огляд даних системи [3].

Вибір роботів TIE Industrial для ливарного виробництва включає моделі, відомі своєю довговічністю та продуктивністю: Fanuc M- 2000 iA відомий своєю винятковою вантажопідйомністю та радіусом дії, що робить його ідеальним для роботи з великими виливками та виконання складних завдань; ABB IRB 7600 забезпечує надійну конструкцію та універсальну продуктивність, підходить для різноманітних ливарних застосувань, від лиття до обробки [6].

Висновки

Проведено аналіз передумов автоматизації ливарного виробництва та вивчено сучасні тенденції впровадження промислових роботів і маніпуляторів. Дослідження показало, що автоматизація ливарних процесів є необхідною умовою підвищення продуктивності, покращення якості лиття та забезпечення безпеки праці. Разом з тим, розглянуто виклики, пов'язані із впровадженням роботизованих технологій, такі як висока вартість обладнання, потреба у кваліфікованому персоналі та необхідність адаптації виробничих процесів до нових технологічних рішень.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. ABB Robotics magazine. International customer magazine from ABB Robotics. 2015. № 2. Publisher: ABB Robotics AB. URL: https://library.e.abb.com/public/1e526ce4610d469ebefc42938574d182/ABB_Robotics_magazine_2.15_low-res.pdf
2. ABB robots improve foundry productivity and quality. Industrial robot: an international journal. 2001. Vol. 28. № 2. URL: <https://doi.org/10.1108/ir.2001.04928baf.006>
3. Automation in foundry and forging industry | KUKA AG. KUKA AG. URL: <https://www.kuka.com/en-de/industries/metal-industry/foundry-and-forging-industry>
4. Cobot und kollaborative Roboter: Wissenswertes zur MRK. Automationspraxis. URL: <https://automationspraxis.industrie.de/cobot/cobot-symbiose-von-mensch-und-roboter/>
5. Doroshenko V., Yanchenko O. Improving the resource efficiency of foundry due to the assembly of conveyor and rotor-conveyor lines by robots. Modern Technology, Materials and Design in Construction. 2020. Vol. 27. № 2. P. 179–186. <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2019-2-179-186>
6. Enhancing foundry operations with robotic automation. Foundry Robots. URL: <https://www.robots.com/applications/foundry>

7. Foundry automation: the evolution and future. OFML | Foundry Machinery. URL: <https://www.ofml.net/news-media/omega-sinto-news/foundry-automation-the-evolution-and-future>
8. Foundry, LR // International customer magazine from ABB Robotics. – 2005. – № FO10002EN_R0. – Publisher: ABB. – Available at: <https://library.e.abb.com/public/69dabf67ec8bf933c125717800462b57/Foundry,LR.pdf>
9. How automation is transforming the foundry and forging processes with robotics. foundry-planet.com - The platform for the ENTIRE CASTING INDUSTRY. URL: <https://www.foundry-planet.com/d/how-automation-is-transforming-the-foundry-and-forging-processes-with-robotics/>
10. Kaliuzhnyi P., Doroshenko V., Neima O. Casting of combined polymer patterns that are gasified. Casting processes. 2023. Vol. 152. № 2. P. 49–55. URL: <https://doi.org/10.15407/plit2023.02.049>
11. Matthews K. 6 robotics trends taking over manufacturing. Home | American Machinist. URL: <https://www.americanmachinist.com/automation-and-robotics/media-gallery/21903020/6-robotics-trends-taking-over-manufacturing>
12. Metal casting robots market: Global industry analysis and forecast (2022-2029). Maximize market research. URL: <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-metal-casting-robots-market/109387/>
13. Optimising production time in die casting: reducing cycles and increasing productivity. foundry-planet.com - The platform for the ENTIRE CASTING INDUSTRY. URL: <https://www.foundry-planet.com/d/optimising-production-time-in-die-casting-reducing-cycles-and-increasing-productivity/>
14. Robot milling speeds pattern, mold production. Home | Foundry Management & Technology. URL: <https://www.foundrymag.com/molds-cores/article/21249200/robot-milling-speeds-pattern-mold-production-process-qesc-llc>
15. Shell-O-Matic automates Franklin Bronze foundry - Shell-O-Matic. (n.d.). Shell-O-Matic. URL: <https://www.shellomatic.com/automates-franklin-bronze-foundry/>
16. Song K.-T., Ou S.-Q., Yang C.-A., Sun Y.-X., Kang L.-R., Wang Z.-Y., Wang Y.-S., Lu P.-C., Ko C.-L., Chen Y. H.. Scheduling and control of a wafer transfer robot for foundry equipment innovation competition. IFAC-PapersOnLine. 2019. Vol. 52. № 15. P. 627–632. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.654>
17. Yang, Y., Zheng, Y., Xu, Y., Yang, M., Boyang, B., & Liu, F. Robotic applications of foundry industry in china. V Proceedings of the 72nd world foundry congress. 21-25th May 2016. Nagoya. URL: <https://www.senkyo.co.jp/shishido/wfc2016/pdf/O-153.pdf>
18. Дорошенко В. С. Концепція роторно-конвейєрного комплексу для літа по газифікованим моделям і термообробки відливок. Металл и литье Украины. 2019. № 1-2. С. 31-40. URL: <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0001001769>
19. Дорошенко В. С. Метод нейтралізації газів, що виділяються з ливарної форми при литві за газифікованими моделями. 2021. № 9. С. 8-14.
20. Дорошенко В.С. Комплектація роботами конвеєрних та роторно-конвеєрних ліній ливарного виробництва. Лиття України. 2019. № 6. С. 21-23.
21. Дорошенко, В.С. Лиття по газифікованих моделях з кристалізацією металу під тиском. Ливарне виробництво. 2016. № 1. С. 25-28.
22. Калюжний П. Б., Бродовий О. В., Дорошенко В. С., Нейма О. В. 3d-генерація пористих структур для друку ливарних моделей, що газифікуються в ливарній формі. Нові матеріали і технології в машинобудуванні (Праці Міжнародної науково-технічної конференції). 2024. № 5. URL: <https://doi.org/10.20535/2519-450x.5.2024.319032>
23. Калюжний П.Б., Шинський О.Й., Дорошенко В.С. Удосконалення ступінчастої ливникової системи для лиття за моделями, що газифікуються. Литво. Металургія. 2024 : Матеріали XX Ювіл. Міжнар. науково-практ. конф., м. Харків, 30 трав. 2024 р. Харків. 2024. С. 123–126. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79750>