

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТІВ-МАНІПУЛЯТОРІВ У ВИРОБНИЦТВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто особливості застосування роботів-маніпуляторів у сучасному виробництві. Проаналізовано їх конструкцію, основні складові та принцип дії. Визначено ключові сфери використання роботів-маніпуляторів у різних галузях промисловості. Розглянуто переваги їх застосування. Проаналізовано ефективність використання сучасних технологій, таких як штучний інтелект і машинний зір, у роботизованих системах.

Ключові слова: робот-маніпулятор, автоматизація, виробництво, робототехніка.

Abstract

The paper examines the features of the use of robot manipulators in modern production. Their design, main components and principle of operation are analyzed. The key areas of use of robot manipulators in various industries are identified. The advantages of their application are considered. The effectiveness of the use of modern technologies, such as artificial intelligence and machine vision, in robotic systems is analyzed.

Keywords: robot manipulator, automation, production, robotics.

Вступ

Роботи-маніпулятори відіграють важливу роль у сучасному виробництві, забезпечуючи автоматизацію багатьох технологічних процесів [1, 2, 3]. Вони широко застосовуються у машинобудуванні, електронній та автомобільній промисловості для виконання операцій зварювання, складання, пакування та обробки деталей [4, 5, 6]. Використання роботів-маніпуляторів дозволяє значно підвищити продуктивність праці та стабільність якості продукції. Завдяки високій точності та швидкості роботи зменшується кількість помилок і вплив людського фактора [7, 8, 9]. У результаті підприємства отримують ефективніші та більш конкурентоспроможні виробничі процеси [10, 11, 12].

Результати дослідження

Роботи-маніпулятори є ефективним інструментом автоматизації виробничих процесів, що забезпечує виконання складних технологічних операцій із високою точністю та стабільністю. Їх конструкція включає механічну руку, приводи, сенсорні системи та програмне керування (рисунком 1), що дозволяє адаптувати їх до різних умов виробництва. Завдяки цьому роботи-маніпулятори виконують широкий діапазон завдань без необхідності значних змін у виробничій системі.

Аналізуючи сучасну літературу встановлено, що роботи-маніпулятори найбільш ефективно застосовуються при виконанні повторюваних і точних операцій, таких як зварювання, складання, фарбування, обробка матеріалів та пакування продукції [13, 14]. Їх використання дозволяє значно скоротити час виробничого циклу та підвищити загальну продуктивність підприємства. Крім того, автоматизація процесів сприяє зменшенню витрат на робочу силу та підвищенню економічної ефективності виробництва.

Важливою перевагою роботів-маніпуляторів є забезпечення стабільної якості продукції [15, 16], оскільки вони виконують операції з високою точністю та повторюваністю. Це дозволяє мінімізувати кількість дефектів та знизити втрати матеріалів. Також зменшується вплив людського фактора, що позитивно впливає на надійність і безперервність виробничого процесу.

Сучасний етап розвитку робототехніки тісно пов'язаний з інтеграцією систем штучного інтелекту та комп'ютерного зору, які значно розширюють функціональні можливості роботів-маніпуляторів. Використання спеціалізованих камер та алгоритмів комп'ютерного зору дозволяє роботам-маніпуляторам розпізнавати деталі, точно визначати їх просторову орієнтацію та виявляти дефекти

продукції в режимі реального часу. Зі свого боку, технології штучного інтелекту забезпечують адаптивне керування, оптимізацію траєкторій руху та здатність систем до самонавчання на основі накопичених масивів даних. Завдяки такій синергії роботи-маніпулятори здатні ефективно функціонувати в динамічних умовах, самостійно коригуючи свої дії при зміні параметрів середовища або під час виконання нетипових складальних операцій.

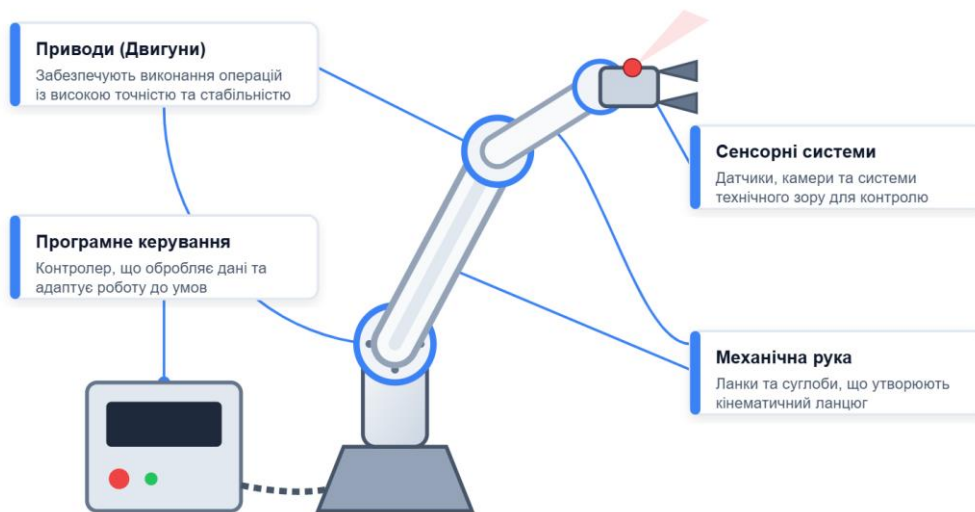


Рис. 1 – Базова конструкція промислового робота-маніпулятора

Окрім цього, роботи-маніпулятори можуть працювати в умовах, небезпечних для людини, зокрема при високих температурах, у середовищах із шкідливими речовинами або при виконанні важких фізичних операцій [17, 18]. Це значно підвищує рівень безпеки праці на підприємствах. Таким чином, впровадження роботів-маніпуляторів є доцільним напрямком розвитку сучасного виробництва, що забезпечує підвищення ефективності, якості та безпеки виробничих процесів [19, 20].

Висновок

В основу автоматизації сучасного виробництва покладено впровадження роботів-маніпуляторів. За рахунок високої швидкодії та точності роботів-маніпуляторів забезпечується підвищення продуктивності та ефективності технологічних процесів. До переваг впровадження роботів-маніпуляторів слід віднести забезпечення стабільної якості продукції та зменшення впливу людського фактора на виробничий процес. Використання штучного інтелекту та комп'ютерного зору в роботах-маніпуляторах забезпечує підвищує рівень автономності виробництва, роблячи його більш гнучким та ефективним. Роботи-маніпулятори підтримують необхідний рівень безпеки праці, виконуючи небезпечні або важкі завдання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Поліщук М.М., Ткач М.М. Робототехнічні системи та комплекси: мобільні роботи довільної орієнтації: підручник для студентів спеціальності «Інформаційні системи та технології». Електронні текстові дані (1 файл: 14,7 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 301 с.
2. Цвіркун Л.І., Грулер Г. Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / під заг. ред. Л.І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. 3-тє вид., переробл. і доповн. Дніпро : НГУ, 2017. 224 с.
3. Піонткевич О.В. Про лазерний технологічний комплекс на машинобудівному підприємстві / О. В. Піонткевич, С. І. Сухоруков, О. В. Сердюк, В. М. Домославський // Вісник машинобудування та транспорту, 2022. № 16(2). С. 96-100. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2022-16-2-96-100>
4. Міщук Є., Міщук Д. Системи промислової автоматизації на основі ІоТ. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. 2022. Вип. 96. С. 42–50. DOI: <https://doi.org/10.32347/gbdmm2020.96.0501>
5. Лозінський Д. О., Піонткевич О. В., Сиротін О. А., Кавецький О. І., Ян Л. Особливості застосування промислових роботів для виконання допоміжних операцій в машинобудуванні. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції "Перспективи розвитку машинобудування та транспорту-2025", 03-05 червень 2025 : Збірник тез доповідей. Вінниця: ВНТУ. 2025. С. 3. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2025/paper/view/25245>
6. Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. Кіровоград: КНТУ, 2010. 392с.

7. Голубєв Л. П. Дистанційне керування роботом-манипулятором [Електронний ресурс] / Л. П. Голубєв, Б. І. Чумак // Технології та дизайн. 2019. № 2 (31). 8 с. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2019_2_10.
8. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2009. № 4. С. 81-86.
9. Здолбіцька Н.В., Костючко С.М., Ковальчук П.Є., Пашук В.Ю. Система керування роботом-манипулятором. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво, 2020. Вип. 40, С. 37-43.
10. Сухоруков С.І. Сучасні перспективи розвитку систем автоматизованого проектування технологічної оснастки / С.І. Сухоруков, О.В. Петров, Д.С. Осіпов // Вісник Хмельницького національного університету, 2011. №6. С. 156-159.
11. Березюк О.В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів: автореф. дис. д-ра техн. наук. Хмельницький, 2021. 46 с.
12. Литвин О. В., Паньков С. Б. Роботизовані манипулятори особливого призначення. Технічні науки та технології, 2020. Вип. 1 (19), С. 81-88. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1\(19\)-81-88](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1(19)-81-88)
13. Guma T. N., Akporhualo J. O. The Basics and Significance of Industrial Robots in Manufacturing: A Review. Nigeria Journal of Engineering Science Research (NIJESR), 2021. No. 4(3), P. 38-54.
14. Urrea C., Kern J. Recent advances and challenges in industrial robotics: A systematic review of technological trends and emerging applications. Processes, 2025. No.13(3), 832. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr13030832>
15. Shah A. The Impact of Robotics on Manufacturing Efficiency and Productivity. Frontiers in Robotics and Automation, 2024. No. 1(1), P. 73-88.
16. Imoh I. E., Aniekan E. A Technical Survey on The Role of Robotics in Conventional Manufacturing Process: An Element of Industry 4.0. FUPRE Journal of Scientific & Industrial Research, 2024. No. 8(2). P. 172-192.
17. Chu C. H., Zhang Y. W., Zheng P., Ferrise F., Chang Q. Human-Robot Collaboration in Industry 5.0. Journal of Computing and Information Science in Engineering, 2025. No. 25(5), 050301. DOI: <https://doi.org/10.1115/1.4068118>
18. Bruzzone A. G., Massei M., Di Matteo R., Kutej L. Introducing intelligence and autonomy into industrial robots to address operations into dangerous area. In International Conference on Modelling and Simulation for Autonomous Systems, 2019. P. 433-444. Cham: Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14984-0_32
19. Kumar M., Rana E. D. S. Robotic Automation Integration in Smart Manufacturing Performance Benefits, Quality Assurance Enhancement, and System-Level Challenges. JOURNAL OF ADVANCE AND FUTURE RESEARCH, 2026. No. 4(2), P. 967-1004.
20. Andrusovich A., Omarov S., Starodubcev N., Nevliudova V. Study of the influence of the modern robotisation level on the challenges and risks of the economic security of an industrial enterprise. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості, 2022. Вип. 3 (21), С. 70-79. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2022.21.070>

Качурівський Дмитро Віталійович – студент групи ІПМ–246, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dvkachurivski@gmail.com.

Шевчук Богдан Романович – студент групи ІПМ–246, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kvshops2624@gmail.com.

Науковий керівник:

Піонткевич Олег Володимирович – к-т техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua.

Kachurivski Dmytro V. – student of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dvkachurivski@gmail.com.

Shevchuk Bohdan R. – student of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kvshops2624@gmail.com.

Scientific supervisor:

Piontkevych Oleh V. – Candidate of Technical Sciences, Associate professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: piontkevych@vntu.edu.ua