

IV МЕХАНІЗАЦІЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА РОБОТИЗАЦІЯ

УДК. 681.865.8

Канд. техн. наук Л. М. Мартовицький, канд. техн. наук А. І. Сочава,
канд. техн. наук В. І. Глушко, канд. фіз.-мат. наук З. М. Шаніна,
Г. В. Клименко, Р. О. Фролов

Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Функціональні можливості наявних та нових промислових роботів можна розширити за рахунок заміни старої системи керування із «жорсткою» логікою – сучасною, на базі мікроконтролерів, а також додаванням до маніпуляційної системи інших технологічних можливостей: виміру ваги та температури об'єкта маніпулювання, підвищення точності позиціонування та жорсткості маніпуляційної системи конструкційними методами, розширення рухомості за принципом «безопорності» робота.

Ключові слова: промисловий робот, функціональність, мікроконтролерне керування, тензодатчики, термодара, безопорний маніпулятор.

Сучасні автоматизовані виробництва вимагають високого рівня функціональності від виконавчих та обслуговувальних органів, машин та пристосувань якщо не на рівні, то близько до функціональності людини. Ці вимоги стосуються як високої рушійної функціональності так і інтелектуальної розвиненості машин. Особливо все це актуально щодо допоміжних виробничих операцій, таких як: транспортні, завантажувально-розвантажувальні, тарно-пакувальні, складські та ін. Ці операції, на відміну від основних технологічних операцій, є малоавтоматизованими та високозатратними.

Одним із засобів автоматизації виробництва є роботизація, тобто автоматизація процесів за допомогою промислових роботів (ПР). Функціонально розвинені роботи із штучним інтелектом та з елементами чутливості добре відповідають умовам високоавтоматизованого сучасного виробництва, але вони є висококоштовними виробами. В умовах економічної кризи, навіть у високорозвинених країнах, основним економічним напрямом є економія ресурсів та затрат, що відповідає тотальній концепції отримання максимальної користі при мінімальних капітальних вкладеннях. Тобто роботизація мінімальними та простими засобами, за допомогою наявних дешевих та простих промислових роботів, якими є роботи типу МП-9С, з певним рівнем реконструкції, є одним з найбільш виправданим напрямом автоматизації виробництва.

В ковальській справі є потреба в безпечному для людини вивантажуванні простими засобами з нагрівальної печі заготовок, розігрітих до певної температури для здійснення подальших технологічних операцій. Для цього потрібно контролювати гарантоване захоплення заготовки схоплювачем ПР та здійснювати досить точний контроль температури заготовки. Таким простим та де-

шевим засобом з високим рівнем автоматизації є промисловий робот МП-9С.

Простота конструкції цього маніпулятора та його висока експлуатаційна надійність визначили його широке використання у виробництві. Але з роками поруч із надійною та простою в обслуговуванні механічною частиною маніпулятора морально застарів електронно-цифровий програмний пристрій ЕЦПП-6030, що побудований на базі мікросхем із «жорсткою» логікою та призначений для керування тільки рухами ланок маніпуляційної системи (МС), тому перш за все слід реконструювати стару систему керування за допомогою програмованих мікроконтролерів МП-9С з мікроконтролерним керуванням AVRATmega R20 (рис. 1).

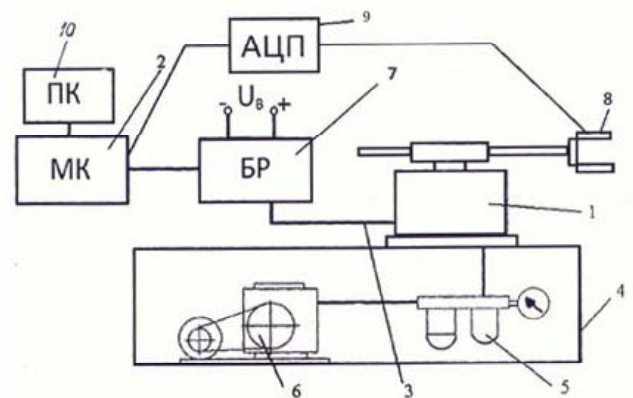


Рис. 1. Принципова схема робота МП-9С з мікроконтролером:

1 – маніпулятор; 2 – мікроконтролер; 3 – з'єднувальний кабель; 4 – станина; 5 – повітряний фільтр; 6 – компресор; 7 – блок реле; 8 – схоплювач з тензодатчиками та термопарою; 9 – аналого-цифровий перетворювач (НХ711 та МАХ6675); 10 – ПК – персональний комп'ютер

Робот складається із маніпулятора з пневмоприводами та електронно-цифровим програмувальним пристроєм ЕЦПІ-6030 з цикловою системою керування. Робот функціонує в циліндричній системі координат, має три ступені рухомості та привід відкривання схоплювача. Максимальна похибка позиціонування складає $\pm 0,1$ мм. Максимальна ємність програм дорівнює 30 крокам, які виконуються послідовно.

Маніпулятор приводиться в рух за допомогою семи електропневматичних клапанів. Кожний рух здійснює відповідний пневмоциліндр, окрім замикання схоплювача. Замикання схоплювача маніпулятора відбувається за допомогою пружини. Для перемикання електроклапанів використовується постійний струм напругою 24 В, а живлення мікроконтролера – 5 В. Тому для управління електроклапанами було використано блок із 7 електромагнітних реле низької напруги. Керівні сигнали від мікроконтролера по черзі вмикають відповідні електромагнітні реле, що замикають ланцюг живлення від зовнішнього джерела на 24 В.

Як мікроконтролер була використана готова плата Arduino Nano на базі ATmega328 через ряд переваг:

- компактність, розміри плати дозволяють розмістити її в середині корпусу маніпулятора;
- наявність досить великого числа цифрових виходів, що дає можливість під'єднати велику кількість датчиків та реле;
- вбудований завантажувач програм;
- проста та розповсюджена мова програмування C++.

Для програмування мікроконтролера використовується середовище розробки Arduino, після чого циклова програма завантажується з комп'ютера на мікроконтролер. Оскільки всі елементи керування під'єднані паралельно, а живлення електропневматичних клапанів береться із зовнішнього джерела, залишається можливим керувати маніпулятором як від ЄЦПУ – 6030, так і від мікроконтролера.

Для створення функцій чутливості в пальцях (губках) схоплювача змонтовано тензодатчики, що допомагає визначити наявність об'єкта маніпулювання в схоплювачі та визначити його вагу. Крім того, тут же змонтовано гарячий спай стандартної хромель-алюмінієвої термопари, що дозволяє при контакті з розжареною заготовкою в схоплювачі визначити її температуру (рис. 2).

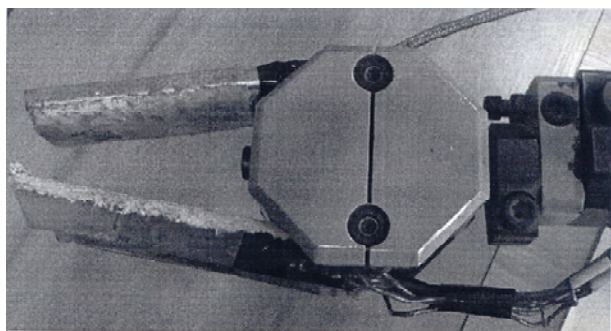


Рис. 2. Схоплювач з тензодатчиками та термопарою

Пропонується маніпулятор ПР, в якому функціональними перевагами є та підвищена жорсткість та точність позиціонування. Маніпулятор (рис. 3) включає в себе основу 1, функціональні ланки, виконані у вигляді ексцентричних платформ 2–4. Двигуни 5–7 та зубчасті передачі 8–13 слугують для забезпечення обертання платформ. Платформи з'єднанні між собою та з основою круговими рухомими опорами кочення 14–16. Схоплювач 17 прикріплений до внутрішньої платформи з можливістю ротації від двигуна 18 через зубчасту передачу 19–20 та поздовжнього переміщення від двигуна 21 через конічну 22–23 та рейкову 24–25 зубчасті передачі.

Поздовжнє переміщення схоплювача, тобто позиціонування його в перпендикулярному до платформ напрямку, здійснюється від двигуна 21 через конічну 22–23 та рейкову 24–25 зубчасті передачі.

Маніпулятор працює таким чином. При подачі сигналу на обробку ексцентрикові платформи 2, 3, 4 отримують обертальний рух від відповідних двигунів через зубчасті пари 8–9, 10–11, 12–13. Платформи обертаються відносно основи 1 і одна відносно одної. Оскільки платформи 2 та 3 мають ексцентриситети e_1 та e_2 , а схоплювач прикріплений до платформи 4 із своїм ексцентриситетом e_3 , то обертання платформ призводить до переміщення (позиціонування) схоплювача 17 по площині.

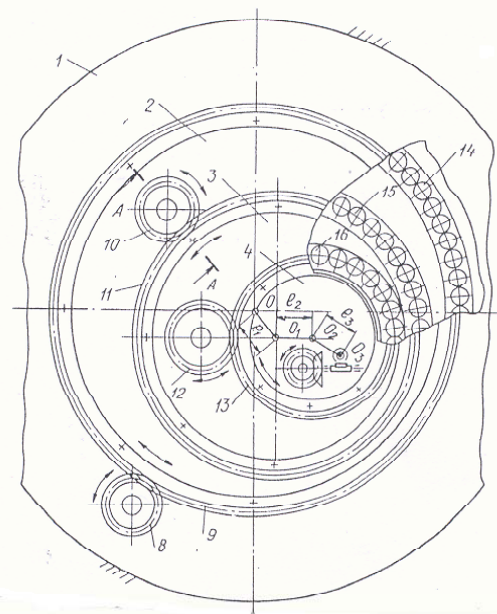


Рис. 3. Маніпулятор з ексцентричними взаємно-рухомими платформами

Застосування функціональних ланок у вигляді ексцентричних повноповоротних платформ дозволяє підвищити технологічні можливості, точність позиціонування маніпулятора, за рахунок повної робочої зони та зменшення дискрет позиціонування по відношенню до дискрет обертання платформ, тобто похибок позиціонування схоплювача. Крім того, з'єднання ланок круговими рухомими опорами забезпечує статичну жорсткість на схоплювачі, що додатково збільшує точність позиціонування.

У широковідомого шарнірно-ланкового маніпулятора можливо збільшити точність позиціонування за рахунок підвищення жорсткості в динамічних режимах. Реконструйований маніпулятор у витягнутому та складеному положенні зображено на рис. 4. Маніпулятор включає основу 1 та виконавчі ланки 2–4, які зв'язані між собою обергальними парами 5–7. Кожна ланка має основні автономні приводи 8–10 їх відносного обертання, а також забезпечені схоплювачами 11–13 відповідно.

Схоплювачі виконані з можливістю ротації від приводів 14–16 та додаткових поступальних переміщень від приводів 17–19 перпендикулярно осі попередньої ланки. На основі 1 маніпулятора може бути встановлено висувні або інші тимчасові опори 20 для можливої фіксації на них схоплювачів 11–13.

Маніпулятор працює таким чином. Виконавчі ланки 2–4 повертаються на основі 1 та відносно одне одного, від приводів 8–10 та поступально переміщуються від додаткових приводів 17–19. Схоплювачі 11–13, які встановлені на кожній ланці, мають можливість ротації від приводів 14–16. Будь-який із схоплювачів може взяти та перемістити об'єкт 21 або зафіксуватися на висувній тимчасовій опорі 20.

Завдячуючи останньому, жорсткість маніпулятора зростає та підвищується точність позиціонування. Застосування одночасно декількох схоплювачів також піднімає продуктивність промислового робота.

Подальше розширення технологічної функціональності промислових роботів може рухатися в напрямку відмови від традиційних нерухомих опор – стійок в бік безопорних маніпуляторів (рис. 5). Схоплювачі 11–15 утримуються на тимчасових опорах, як на стійках. Схоплювачі 13, 16 здійснюють переміщення об'єктів-вантажів 29, 30. Тимчасові опори можуть бути змінними, переносними, стаціонарними або висувними. Переносні опори служать «ногами» при пересуванні маніпулятора. Маніпулятор може також пересуватися спираючись на систему нерухомих опор, конфігурація розміщення яких визначить траєкторію руху маніпулятора.

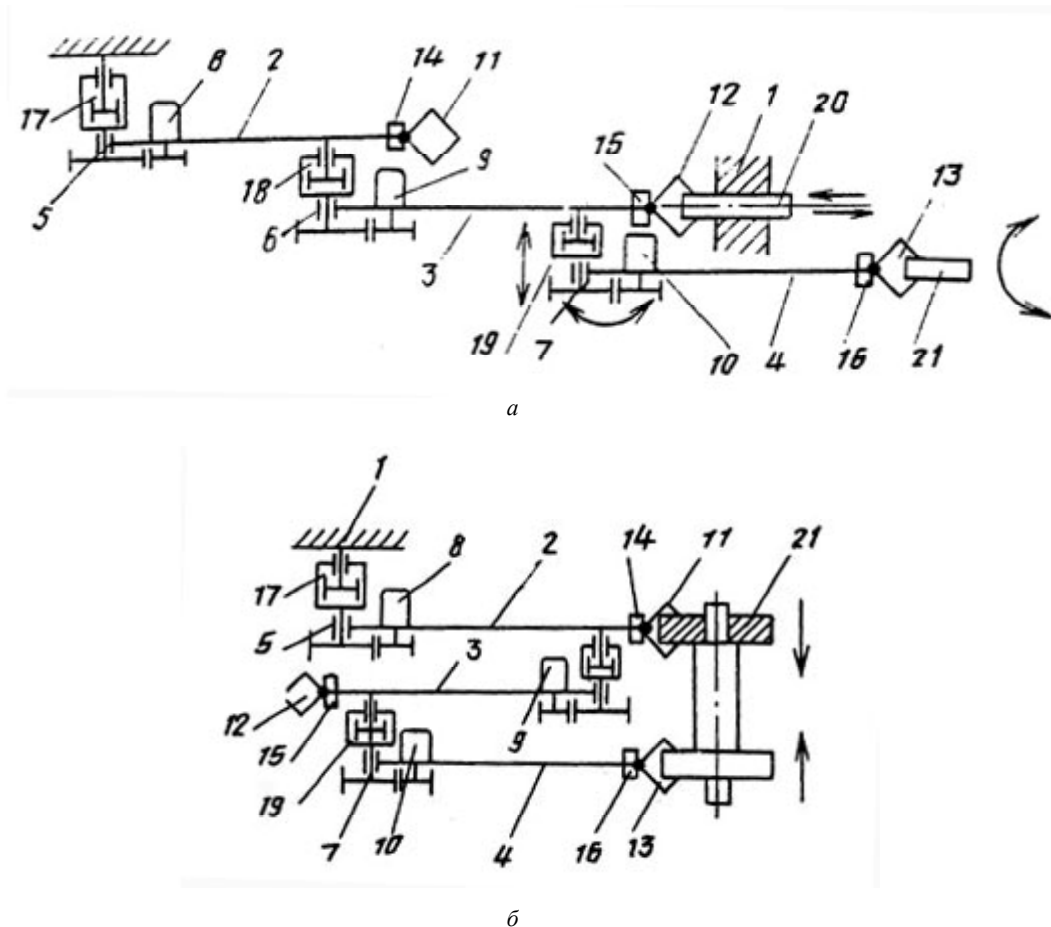


Рис. 4. Реконструйований шарнірно-ланковий маніпулятор у витягнутому а) та складеному б) положеннях

Список літератури

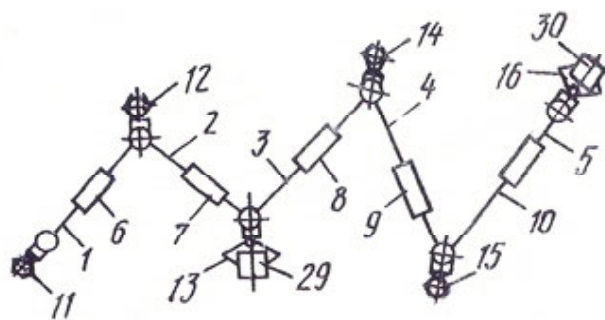


Рис. 5. Схема безопорного манипулятора

Висновок

Відповідний рівень функціональності промислових роботів може бути досягнуто не тільки розробкою та виготовленням нових промислових роботів вищих рівнів, що є висококоштовним та високозатратним заходом, а й шляхом реконструкції та оснащення додатковими пристроями наявних роботів і заміною старих систем керування із «жорстким» програмуванням сучасними мікроконтролерами.

Мартовицкий Л.М., Сочава А.И., Глушко В.И., Шанина З.М., Клименко А.В., Фролов Р.А. Расширение функциональности промышленных роботов

Функциональные возможности существующих и новых промышленных роботов можно расширить за счет замены старой системы управления с «жесткой» логикой – современной, на базе микроконтроллеров, а также добавлением в манипуляционную систему других технологических возможностей: измерения веса и температуры объекта манипулирования, повышение точности позиционирования и жесткости манипуляционной системы конструктивными методами, расширение подвижности по принципу «безопорности» робота.

Ключевые слова: промышленный робот, функциональность, микроконтроллерное управление, тензодатчики, термодатчик, безопорный манипулятор.

Martovitskiy L., Sochava A., Glushko V., Shanina Z., Klimenko A., Frolov R. Expansion of the functionality of industrial robots

The functionality of existing and new industrial robots can be expanded by replacing the old control system with «hard» logic-modern, based on microcontrollers, and adding to the manipulation system other technological capabilities: measuring the weight and temperature of the manipulation object, increasing the accuracy of positioning and rigidity of manipulation systems by constructive methods, expansion of mobility by the principle of «robustness» of the robot.

Key words: industrial robot, functionality, microcontroller control, strain gauges, thermocouple, unsupported manipulator.