

Л. Ю. Федік, Ю. Л. Гунько

Луцький національний технічний університет

АНАЛІЗ НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИХ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ СВІТОВИХ ЛІДЕРІВ EPSON, YAMAHA І PANASONIC

У статті викладені особливості застосування промислових роботів як робочих машин контрольно-управляючих інформаційних систем, що забезпечують автоматизацію технологічних процесів і операцій, зв'язують їх у системи виробничих комплексів, працюють автоматично з гнучкою технологією. А також щорічні світові темпи випуску промислових роботів, проведений аналіз існуючих моделей цих автоматичних пристроїв світових лідерів EPSON, YAMAHA і PANASONIC. Зокрема, промислові роботи EPSON отримали широке застосування роботів-маніпуляторів і SCARA-роботів через забезпечення ефективного застосування виробничих приміщень, виконання рухів не по прямій, а в обхід перешкод або в обмеженому просторі з корисним навантаженням до 20 кг для механічного чи електричного збирання, вибору і розміщення, комплектації і дозування невеликої ваги. На відміну від промислових роботів EPSON роботи YAMAHA задають тон у продажах роботів SCARA вантажопідйомністю до 50 кг, які забезпечують переміщення і збирання великих компонентів, універсальності, відсутності практично всіх вібрацій, що виникають у результаті уповільнення моменту руху руки. Широке застосування отримали оригінальні зварювальні роботи PANASONIC для дугового та віддаленого лазерного зварювання і універсальні маніпулятори, що оптимально доповнюють зварювальні роботи цього виробника.

Ключові слова: промисловий робот, маніпулятор, лідер, EPSON, YAMAHA, PANASONIC.

L. Fedik, Y. Hunko

ANALYSIS OF THE MOST COMMON INDUSTRIAL WORKS OF WORLD LEADERS EPSON, YAMAHA AND PANASONIC

The article outlines the features of the use of industrial robots as working machines of control and management information systems that provide automation of technological processes and operations, connecting them into systems of production complexes that work automatically with flexible technology. As well as the annual global rate of production of industrial robots, an analysis of the existing models of these automatic devices from the world leaders EPSON, YAMAHA and PANASONIC was carried out. In particular, EPSON industrial work has seen widespread use of robotic manipulators and SCARA work by ensuring the efficient use of industrial premises, performing movements not in a straight line, but around obstacles or in confined spaces with a payload of up to 20 kg for mechanical or electrical cleaning, selection and placement, configuration and dosage of light weight.

In contrast to EPSON industrial robots, YAMAHA's work sets the tone for sales of SCARA robots with a lifting capacity of up to 50 kg, which provide the movement and collection of large components, versatility, and the absence of almost all vibrations that arise as a result of slowing down the moment of arm movement. Original PANASONIC welding works for arc and remote laser welding and universal manipulators that optimally complement the welding works of this manufacturer are widely used.

Key words: industrial robot, manipulator, leader, EPSON, YAMAHA, PANASONIC.

Постановка проблеми. Промисловість, як сектор економічного зростання держави, є галуззю національної економіки і підвищення її ефективності визначається прискоренням науково-технічного прогресу та впровадженням автоматизації.

Перехід до автоматизації виробництва здійснюється завдяки використанню промислових роботів, які є робочими машинами контрольно-управляючих інформаційних систем, забезпечують автоматизацію технологічних процесів і операцій, зв'язують їх у системи виробничих комплексів, працюють автоматично з гнучкою технологією.

Застосування роботів забезпечує зниження витрат на виробничий процес, підвищення продуктивності праці та якості продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними Міжнародної федерації робототехніки (International Federation of Robotics, IFR), у 2022 році в світі діяло більше 3,9 млн промислових роботів. При цьому, їх щільність (кількість роботів у розрахунку на кожні 10 тис. працюючих) у всьому світі досягла середньої відмітки 151 одиницю, за останні шість років показник зріс більше ніж у два рази. Очікується, що до 2028 року щорічні темпи зростання доходів від різних роботів становитимуть від 15 до 20% [1-3].

Вирішення невирішених раніше частин. Дослідження випускаючих промислових роботів EPSON, YAMAHA і PANASONIC.

Формулювання цілей статті аналіз існуючих моделей промислових роботів світових лідерів у випуску цих пристроїв компаній EPSON, YAMAHA і PANASONIC для проектування систем автоматизації.

Викладення основного матеріалу. Компанія EPSON пропонує широкий вибір унікальних високошвидкісних, високоточних промислових роботів. Рушійним критерієм при цьому є гарантована надійність компонентів, які дозволяють автоматизувати виробництво.

Роботи EPSON призначені для навантаження і розвантаження деталей (вкладання вантажів на піддони), встановлення, переміщення, обробки деталей (пиляння, подрібнення, свердління, шліфування), збирання. Їх особливістю є сенсорні технології QMEMS (Quartz MEMS) із спеціальним гіро-сенсорами, що дозволяють суттєво знизити залишкові вібрації, прискорити продуктивність, не втрачаючи точності слідування траєкторії руху маніпулятора, а також застосовуючі пристосування серії Spider, які відкривають широкі можливості цим автоматичним пристосуванням. Крім цього притаманна унікальна конструкція, що забезпечує компактність і надзвичайно високу швидкість.

Внаслідок цих винятковостей вдалося випустити перші і єдині робототехнічні системи SCARA з абсолютно циліндричною системою обхвату, дозволяючі працювати в будь-яких положеннях у робочій зоні та скорочувати тривалість циклів.

Компанію EPSON сьогодні вважають лідером із виробництва SCARA-роботів (Selective Compliance Articulated Robot Arm), то б то роботизованої «руки», основою якої є важільна система, забезпечуюча переміщення кінцевої ланки в площині за рахунок обертового приводу важилів механізму. Інакше кажучи - це система осей, обертання яких дозволяє переміщувати «кисть» робота вздовж потрібної траєкторії, попередньо запрограмованої інженером. У результаті шестиосьова складна «робо-рука» має більш ефективне застосування виробничих приміщень, саме у випадках, коли потрібно виконувати рух не по прямій, а в обхід перешкод або в обмеженому просторі.

Нині EPSON випускає більше 300 моделей SCARA-роботів різних розмірів із охоптом від 175 до 1000 мм, корисним навантаженням до 20 кг, і з можливістю вбудованого промивання. Серед яких належне місце зайняли моделі для чищення кімнат і призначені для виконання стерильних дій.

До прикладу, шестиосьовий робот компанії працює на заводі з виробництва/збирання контейнерів із чорнилами для офісних принтерів Epson WorkForce Pro RIPS [4-5].

Слід зазначити, що високошвидкісні шестиосьові роботи EPSON ProSix мають високу точність переміщення, за стандартної тривалості циклу не вище 0,37 секунди з повторюваністю $\pm 0,02$ мм, що гарантує їх високу пропускну спроможність і рентабельність, а роботи EPSON LS3 SCARA - інтелектуальну технологію керування рухом, яка дозволяє швидко виконувати операції на високій швидкості, рівні вібрації, а відповідно високій продуктивності і мають конкурентоспроможну ціну. Завдяки цим винятковостям промислові роботи застосовують для механічного чи електричного збирання, вибору і розміщення, комплектації і дозування.

У той же час EPSON LS3 SCARA з чотирма руками 400 мм із високими циклами, максимують продуктивність завдяки швидкості 6000 мм/с із точним переміщенням деталей, які сконфігуровані згідно ISO 4, що сприяє чистоті та високій якості продукції.

Марка робота EPSON RC90 заслуговує на увагу через наявність потужного, економічного і простого драйвера, високого і економічного керування рухом, простого настроювання через USB, більш високого профіля руху і керування траєкторією, наявності сервосистеми PowerDrive, що надає покращене сервокерування для прискорення розгону/тормозіння з пуском/зупинкою, швидкі цикли і час виконання програми, а також велику гнучкість під час виконання в якості автономного ведомого пристрою чи з ПК, що може застосовуватися до серій EPSON G/RS SCARAS, модулів EZ, шестиосьового C3/PS/S.

Серія роботів G3 користується популярністю в споживачів через оптимальні цикли, швидкість, точність. Ця серія являє собою компактну, швидку і потужну конструкцію з прямим або закругленим важілем довжиною від 250 до 350 мм, із маленькими ручками, що може обробляти вантажі вагою до 3 кг.

На відміну від попереднього пристрою марки роботів G3 SCARA Robots 250 мм вважають ідеальними, під час вибору пристрою високої продуктивності і низької вартості. Більше того він забезпечує велику ефективність відбитків і унікальну вигнуту конструкцію рукоятки, за час циклу 0,41 секунди. У відповідності до ISO Clean і ESD для напівпровідників і статико-чутливих доповнень досягається максимальна швидкість майже 4400 мм/сек, що забезпечує швидке і точне переміщення деталей. Робот обладнаний потужним, простим і високопродуктивним контролером RC700A, який вважають прогресивним у сфері керування роботами на базі ПК.

Роботи SCARA T6 All-in-One і Synthis T3 і T використовують для збору і розміщення, збирання, обробки деталей і пакування як у автомобільній, машинобудівній галузі, так і в інших

галузях через автоматизацію промислових площадок без втрати часу на дорогі комплексні рішення. Роботи цієї марки обладнані вбудованим високопродуктивним контролером RC700A, новою технологічною функцією зниження вимог до простору і спрощене налаштування.

Внаслідок вказаних особливостей роботи EPSON застосовують для автоматизації лабораторних процесів. Серед яких серії моделей C3 із шістьма осями, G і RS. Роботи цих серій застосовують для пакування піпеток, закупорювання пробірок, обробки пробірок під час діагностування, аналізів крові, точного розподілу рідини для аналізу ДНК, тестування лікарських препаратів, контролю пробірок. Зокрема, для обробки карт крові робот EL653S SCARA, дозування рідини в чашки Петрі - E2L653S SCARA, та автоматизовані лабораторії RS3 SCARA, C3-A601SR, C3 і G1.

Крім цих моделей роботів компанії EPSON користується популярністю робот Flexion N2 із шістьма осями та складним кронштейном, який має високі вимоги до ефективного переміщення і точного розміщення для сумісної роботи з людьми. Він досконалий під час застосування у виробництві, де є потреба у невеликих роботах на робочих місцях. Таке ж застосування має робот EPSON WorkSense W-01 («Берті»), який є першим дворукиком роботом на колесах для дрібносерійного виробництва і автоматизації складних завдань у невеликих приміщеннях. Функції роботів EPSON WorkSense W-01 подані в таблиці 1 [5].

Табл. 1.

Функції роботів EPSON WorkSense W-01

Функція	Особливість
Зір	Наявність чотирьох «головних» камер, а також двох камер, встановлених у руки. Це забезпечує можливість з точністю визначити положення об'єктів, з якими працює, в тому числі під час зміни їх положення
Сенсорика	Руки робота мають у наявності високочутливі і високоточні датчики Epson. Робот-Берті здатен виконувати делікатне збирання, транспортування і інші завдання, які потребують контролю зусилля щоб уникнути пошкодження об'єктів. Універсальні руки, можуть захоплювати, затискати об'єкти різних форм і розмірів, входять у комплект поставки. Вони можуть маніпулювати інструментами і пристосуваннями, розробленими для людей
Логіка	Може точно визначити положення і орієнтацію об'єктів в тривимірному просторі, тому навіть якщо робот переміщений, він може відразу почати роботу без потреби зміни програмування. То б то Берті може гнучко адаптуватися до раптових змін виробництва. Робот самостійно визначає траєкторію руху своїх семи осьових рук
Виконання завдань	Два семиосьових маніпулятора робота рухаються як людські руки. Подвійні важелі переміщуються незалежно один від одного, що дозволяє роботу виконувати завдання, які одорукий робот не може виконати

Серед роботів, які випускає японська транснаціональна компанія YAMAHA роботи типу SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm), які дозволяють дуже швидко, повторювано і точно рухатися в горизонтальній площині. Їх конструкція заснована на двокомпонентному плечі, рух якого забезпечується поворотними шарнірами з вертикальною віссю обертання, і головці, оснащений призматичним шарніром, що забезпечує вертикальне переміщення. Всього 4 осі обертання.

Компанія YAMAHA займає світове лідерство у випуску промислових роботів з довжиною руки від 120 до 600 мм і діапазоном від 240 до 1200 мм. Серед яких SCARA Orbit, які завдяки центральній установці осі обертання останнього сегмента руки отримують доступ до будь-якої точки робочого поля. Ця технологія робить їх надзвичайно ефективними з точки зору необхідного виробничого простору. Залежно від моделі та довжини руки роботи SCARA випускають вантажопідйомністю до 50 кг, що дозволяє переміщувати і збирати великі компоненти.

Однак найважливішою особливістю роботів YAMAHA SCARA є їх універсальність. Це означає, що вони є рухомою основою, на якій користувач розміщує потрібні йому інструменти. Роботи SCARA широко застосовуються для точного свердління та загвинчування.

Найпростішим і ефективним рішенням використання у виробництві роботів YAMAHA є грейфери. Вони керуються тими ж контролерами, що й роботи, і повністю з ними сумісні. Що дозволяє у свою чергу дуже легке встановлення, експлуатацію та можливість роботи всієї виробничої лінії за однією програмою. Поза тим швидке складання надає майже нескінченний діапазон можливостей, завдяки використанню адаптерів для роботів, універсальних тримачів, які дозволяють монтувати і швидко змінювати інструменти на вибір користувача. Своєрідність роботів-грейферів є можливість працювати самостійно чи в групах у складі виробничої лінії. Крім цього вільно поєднувати ці пристрої у виробничі системи дозволяє керування одними контролерами та програмним забезпеченням усіх роботів YAMAHA. Програмне забезпечення роботів схоже на Excel і вирізняється простотою та інтуїтивною зрозумілістю і для його освоєння зазвичай потрібно не більше одного дня. Оскільки всі роботи YAMAHA повністю сумісні один із одним, то це дозволяє їм виконувати більш складні завдання, будувати нові лінії та модернізувати існуючі.

Враховуючи особливості конструкції роботи YAMAHA зазвичай використовуються для монтажу цілих пристроїв. Найчастіше для цього роботи SCARA оснащені головками, що піднімають вантаж за допомогою вакууму чи захвату, а також головками із заклепуваннями чи затягуванням гвинтів. Слід зазначити, що об'єкти, які потрібно переміщувати та складати, – це як дуже легкі так і важкі.

У роботів YAMAHA SCARA усунені практично всі вібрації, що виникають у результаті уповільнення моменту руху руки, через винятковість конструкції, адже вони не використовують приводні паси. Це дозволяє також досягти найкоротшого реального часу циклу та найвищої повторюваності. У зв'язку з цим широке застосування роботи SCARA отримали під час виробництва електроніки.

У цій галузі роботи типу YAMAHA SCARA використовувалися як елемент паяльно-дозуючих роботів REECO. Перші випуски яких задовольняють потреби промисловості в автоматизації процесу прецизійної пайки різьбових деталей, а також в усіх ситуаціях, за яких використання пайки хвилиною чи ручне паяння неефективне. При цьому головка робота SCARA оснащена паяльним жалом і автоподавачем сполучного матеріалу, а робот Reeco обладнаний дозувальною головкою, яка може працювати з різними типами клапанів. Це дозволяє точно наносити практично будь-яку речовину гелевої консистенції, зменшує витрати, усуваючи людські помилки, що зазвичай можуть бути результатом нанесення занадто великої кількості (витік, бруд, вартість самої речовини) чи невеликої дози речовини (знищення, необхідні виправлення, погіршення естетики). Робот може автоматизувати застосування таких речовин, як наприклад: силікони, клеї, мастила, фарби в місцях, де необхідна правильна доза та точний розподіл. Потенційне використання такого пристрою вийшло за рамки застосування в електронній промисловості і набуло поширення в харчовій та кондитерській для нанесення орнаментів і написів із пасти, глазурі чи шоколаду.

Серед винятковостей роботів YAMAHA є можливість доповнення системами зору. Ця технологія дозволяє ще ширше використовувати роботи для таких операцій, як Pick&Place, які найчастіше виконуються за допомогою захватних головок або, як в електронній промисловості, вакуумних головок. Система зору здатна сама розпізнавати запрограмовану форму (наприклад, компонент), що значно прискорює процес калібрування та зменшує участь співробітників, підтримується тими самими контролерами та програмним забезпеченням, що й інші системи та роботи YAMAHA. Це зі свого боку дозволяє легко та швидко встановлювати і експлуатувати системи без додаткового навчання [6-7].

На сьогодні зварювальні роботи наявні у кожного великого виробника промислових роботів. Проте, PANASONIC є однією з найбільших японських машинобудівних корпорацій з виробництва оригінальних зварювальних роботів і універсальних маніпуляторів.

Роботи для дугового зварювання GIII TAWERS і Active GIII TAWERS з вбудованим інверторним імпульсним джерелом живлення на 350 А, підходить для зварювання MAG, MIG і TIG. Оптиміальні зварювальні процеси досягаються за рахунок застосування вбудованого в контролер робота інверторного джерела живлення, що забезпечує повну синергію в межах загальної системи керування. Серед особливостей модернізованої системи дугового зварювання є різноманітність активних сигналів. На відміну від вказаних роботів високопотужна система дугового зварювання TAWERS GIII має вбудоване інверторне імпульсне джерело живлення 500 А, первинне інверторне джерело живлення 100 кГц із вторинним керуванням комутацією.

Крім роботів для дугового зварювання PANASONIC випускає роботів LAPRISS для віддаленого лазерного зварювання. Вони складаються з лазерної трепануючої головки,

встановленої на роботі Panasonic з безшовним інтерфейсом між компонентами процесу та автоматизації.

Роботи маніпулятори PANASONIC характеризуються вантажопідйомністю від 80 до 220 кг, досяжністю до 2,66 м і оптимально доповнюють зварювальні роботи цього виробника, якщо потрібне переміщення заготовки між зварювальними позиціями.

Так робот GIII оснащений вбудованим контролером інверторного джерела живлення. Даний пристрій працює виключно з джерелами живлення Panasonic або зварювальними джерелами Miller. Цей робот має стандартні функції програмного забезпечення, що включають в себе переплетення, розміщення, відображення вугла, перекриття та повторну спробу запуску дуги. А також у ньому застосована технологія сервокерування Panasonic, управління лазерною трепануючою голівкою для створення декількох зварювальних малюнків і функцій променя, що робить лазерну голівку надзвичайно компактною і легкою.

Особливістю наступного робота PANASONIC HS-220GIII є максимальне корисне навантаження 220 кг, максимальна швидкість осі 120 %/с, обертаюче і згинання зап'ястя, величина зап'ястя 145, зкручування останнього 220, і маса 955 кг [8].

Висновки. Роботи змінюють структуру роботи промислового виробництва, підвищують продуктивність праці, якість продукції та точність її виготовлення. Найбільш часто ці автоматичні пристрої замінюють людей під час виконання небезпечних і монотонних операцій: зварювання, фарбування, паяння, пакування, різання, збирання, переміщення, компонування матеріалів і операцій з обробки зовнішнього вигляду продукції.

Порівняльний аналіз виробників промислових роботів EPSON, YAMAXA і PANASONIC підтверджує стале збільшення об'єму їх продажів завдяки універсальності, простоті експлуатації та збільшенню функціональності. Їх вибір здійснюється згідно характеру виконуваних операцій, виду виробництва, вантажопідйомності і інших технічних характеристик.

Найбільш затребуваним типом промислових роботів у EPSON є роботи-маніпулятори та SCARA-роботи (Selective Compliance Articulated Robot Arm), то б то роботизованої «руки». Завдяки забезпеченню ефективного застосування виробничих приміщень, саме у випадках, коли потрібно виконувати рух не по прямій, а в обхід перешкод або в обмеженому просторі. EPSON випускає більше 300 моделей цих роботів із корисним навантаженням до 20 кг для механічного чи електричного збирання, вибору і розміщення, комплектації і дозування невеликої ваги.

На відміну від попереднього виробника роботи YAMANA SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) дозволяють швидко, повторювано і точно рухатися в горизонтальній площині. Залежно від моделі та довжини руки роботи SCARA випускають вантажопідйомністю до 50 кг, що дозволяє переміщувати і збирати великі компоненти. До основних переваг роботів YAMANA SCARA слід віднести їх універсальність і відсутність практично всіх вібрацій, що виникають у результаті уповільнення моменту руху руки.

Світове лідерство промислових роботів японської машинобудівної корпорації PANASONIC забезпечується оригінальними зварювальними роботами і універсальними маніпуляторами. Серед яких роботи для дугового та віддаленого лазерного зварювання, а також роботи маніпулятори, що оптимально доповнюють зварювальні роботи цього виробника.

Перспективи подальших досліджень. Проектування систем автоматизації із застосуванням роботів EPSON, YAMAXA і PANASONIC.

Інформаційні джерела:

1. Федік Л. Ю., Гунько Ю. Л. Аналіз промислових роботів світових лідерів FANUC, YASKAWA, ABB, KUKA. Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції з автоматичного управління присвяченої Дню ракетно-космічної галузі України: Збірник наукових праць / Під редакцією Г.В. Рудакової та ін. Херсон-Хмельницький: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2024. С. 34-36

2. Промислові роботи. Їх види та використання. Режим доступу: <https://sbrobotics.ua/stati/promislovi-roboti-yikh-vidi-ta-vikoristannya/> (дата звернення 15.04.2024)

3. Історія розвитку робототехніки. Робототехніка: історія розвитку, ситуація в Україні. Режим доступу: <https://nanitrobot.com/history-robotics/> (дата звернення 15.04.2024)

4. 40 років забезпечення максимально ефективної роботи виробничої лінії. Роботизовані системи від Epson: точні, швидкі та надійні. Режим доступу: <https://www.epson.ua/uk-UA/robots> (дата звернення 15.04.2024)

-
5. Забезпечте максимально ефективну роботу своєї виробничої лінії. Роботизовані системи від Epson: точні, швидкі та надійні. Режим доступу: <https://www.epson.ua/uk-UA/Продукти/Роботи/c/robot> (дата звернення 15.04.2024)
 6. Industrial robots. URL: <https://global.yamaha-motor.com/business/robot/> (дата звернення 15.04.2024)
 7. Yamaha Motor Co., Ltd.industrial robots. Режим доступу: <https://www.directindustry.com/product-manufacturer/yamaha-motor-co-ltd-industrial-robot-85494-2514.html> (дата звернення 15.04.2024)
 8. Welding Equipment & Robotics. Режим доступу: <https://na.panasonic.com/us/factory-equipment-solutions/welding-equipment-robotics/> (дата звернення 15.04.2024)