

МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 62-522.7

С.М. Лісовець, к.т.н., доц.
С.В. Барилко, к.т.н., доц.
В.Г. Здоренко, д.т.н., проф.
І.Л. Ківа, к.т.н., доц.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМ РОБОТОМ МП-9С З
ВИКОРИСТАННЯМ ПЛК110-32.Р

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, ser.lis.290171@gmail.com

Проаналізовано роботу промислового робота МП-9С. Встановлено, що стандартний пристрій ЕЦПУ-6030 для керування роботом МП-9С є морально і фізично застарілим. На прикладі ПЛК110-32.Р показано, що для автономного керування МП-9С доцільно використовувати програмовані логічні контролери. Також показано, що для зовнішнього керування промисловим роботом МП-9С доцільно використати SCADA-системи разом з OPC-серверами.

Ключові слова: маніпулятор, мікроконтролер, програмований цикловий пристрій, програмований логічний контролер, середовище програмування, ступінь рухливості.

Вступ. Промисловий робот МП-9С дуже широко розповсюджений і призначений для виконання операцій транспортування і орієнтації деталей. Робот МП-9С може працювати у складі робототехнічних комплексів і гнучких автоматизованих виробництв. До складу робота МП-9С входять маніпулятор і програмований цикловий пристрій ЕЦПУ-6030 [1, 2]. Вантажопідйомність маніпулятора робота МП-9С становить не більше 0,8 кг, а споживаема електрична потужність не перевищує 250 Вт. Маніпулятор робота МП-9С має три ступені рухливості. Кінематична схема маніпулятора робота МП-9С наведена на рис. 1.

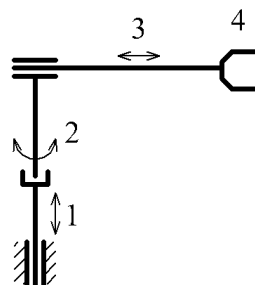


Рис. 1. Кінематична схема маніпулятора робота МП-9С: 1 – ступінь рухливості угору-униз; 2 – ступінь рухливості вліво-вправо; 3 – ступінь рухливості вперед-назад; 4 – захват

Ступінь рухливості угору-униз забезпечується за рахунок механізму підйому маніпулятора робота МП-9С, який складається з валу 1, штока 2, кільцевого з'єднання 3, корпусу 4, манжети 5, кришки 6, кришки 7, підшипника 8, манжети 9 і кришки 10 (див. рис. 2). В напрямку угору-униз переміщення може здійснюватися приблизно на 30 мм [4].

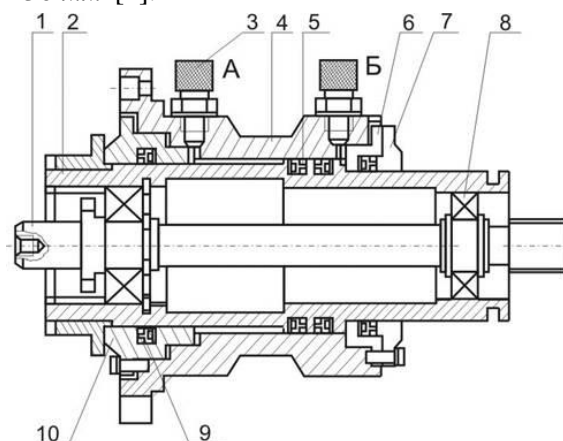


Рис. 2. Механізм підйому маніпулятора робота МП-9С

Ступінь рухливості вліво-вправо забезпечується за рахунок механізму повороту маніпулятора робота МП-9С (див. рис. 3), який складається з фланця 1, прокладки 2, планки 3, плати 4, магнітокеруємого контакту 5, магніту 6, гвинта 7, планки 8, манжети 9, штока 10 і корпусу 11. В напрямку вліво-вправо поворот може здійснюватися приблизно на 120° [4].

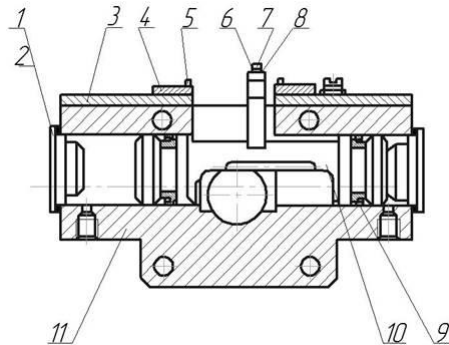


Рис. 3. Механізм повороту маніпулятора робота МП-9С

Ступінь рухливості вперед-назад забезпечується за рахунок механізму висування маніпулятора робота МП-9С (див. рис. 4), який складається з кришки 1, гільзи 2, ущільнення 3, магнітокеруємого контакту 4, манжети 5, гвинта 6, регулювального упору 7, основного упору 8, магніту 9, штоку з поршнем 10, прямого кінцевого з'єднання 11, амортизатора 12, корпусу 13, регулювального упору 14, основного упору 15, мазнички 16 і направляючої 17. В напрямку вперед-назад переміщення може здійснюватися приблизно на 180 мм [4].

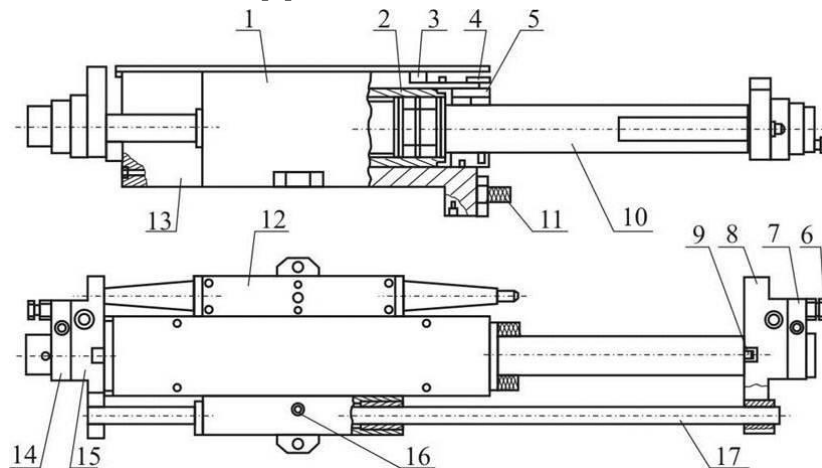


Рис. 4. Механізм висування маніпулятора робота МП-9С

Для визначення положення маніпулятора робота МП-9С використовуються електричні магнітокеруємі контакти загальною кількістю 6 шт. (по два на кожен ступінь рухливості). А для зміни його положення – електропневматичні клапани загальною кількістю 6 шт. (також по два на кожен ступінь рухливості). Крім того, ще один електропневматичний клапан використовується для механізму захоплення [3].

Для роботи маніпулятора робота МП-9С потрібний тиск до 0,5 МПа, а електропневматичні клапани потребують напруги 24 В. Вантажопідйомність маніпулятора робота МП-9С не перевищує 0,2 кг, при цьому абсолютна похибка позиціонування може не перевищувати 0,05 мм. Так як маніпулятор робота МП-9С може знаходитися тільки в крайніх кінцевих положеннях, то кількість таких положень становить $2^3 = 8$. Корпус маніпулятора робота МП-9С утримує два рознімача кожний по 19 контактів. Перший з них призначений для отримання інформації про положення маніпулятора робота МП-9С, а другий – для подачі на електропневматичні клапани керуючої напруги.

Для формування керуючих напруг на електропневматичні клапани зазвичай використовується програмований цикловий пристрій керування ЕЦПУ-6030. І якщо безпосередньо маніпулятор робота МП-9С може мати достатньо тривалий ресурс роботи, то основний недолік пристрою ЕЦПУ-6030 – це його повна фізична і моральна застарілість, а також неможливість створення складних алгоритмів керування маніпулятором робота МП-9С.

В якості електропневматичних клапанів використовуються пневморозподільники П-РЭ 3/2,5-1112.

Вони, зокрема, розраховані на номінальну напругу живлення 24 В при номінальній потужності не більше 12 Вт. Отже, номінальний струм через них не повинний перевищувати 0,5 А. Крім того, час вмикання пневморозподільників П-РЭ 3/2,5-1112 не перевищує 0,025 с, а час вимкання не перевищує 0,012 с.

Схема підключення промислового робота МП-9С до пневматичної мережі показана на рис. 5. До складу схеми входять вхідний штуцер 1, запірний вентиль 2, вологовідділювач 3, регулятор тиску 4, манометр 5 і мастиловідділювач 6, а також електропневматичні клапани $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6$ і Y_7 . Електропневматичні клапани Y_1 і Y_2 відповідають за ступінь рухливості угору-униз, клапани Y_3 і Y_4 – ступінь рухливості вліво-вправо, клапани Y_5 і Y_6 – ступінь рухливості вперед-назад, а клапан Y_7 – за механізм захоплення [4].

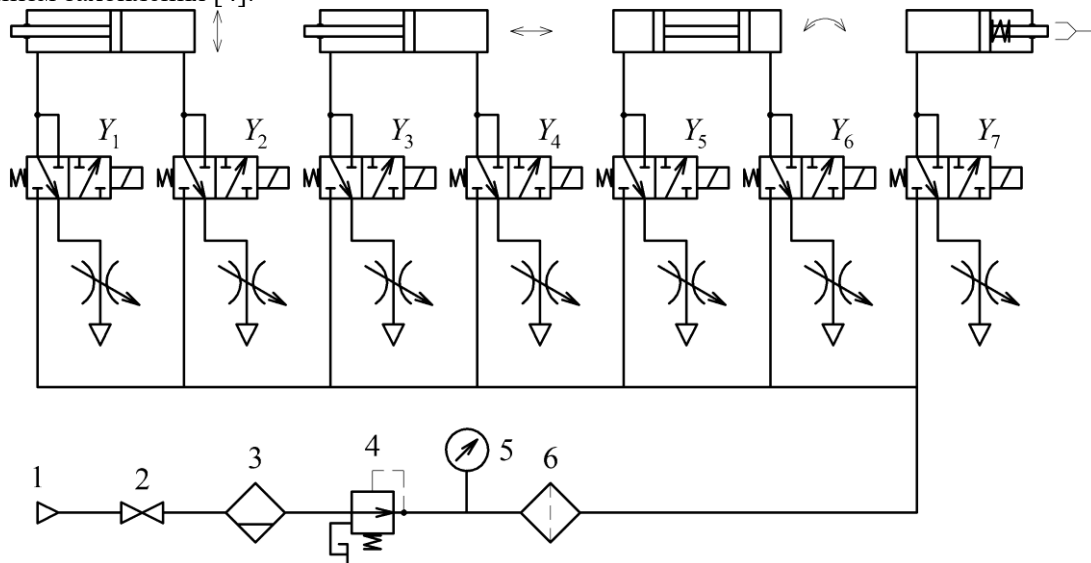


Рис. 5. Схема підключення промислового робота МП-9С до пневматичної мережі

При відсутності живлення на електропневматичних клапанах $Y_1 \dots Y_7$ порожнини відповідних пневматичних циліндрів з'єднуються з навколишнім середовищем за допомогою регулюємих дроселів. При подачі живлення на електропневматичні клапани $Y_1 \dots Y_7$ в порожнини пневматичних циліндрів подається стиснене повітря від пневматичної магістралі, а відповідні їх регулюємі дроселі відключаються.

Крайні кінцеві положення, в яких може знаходитися маніпулятор робота МП-9С, умовно зображені на рис. 6 [4].

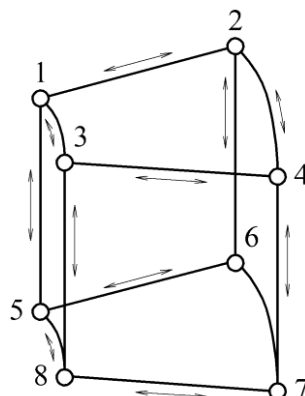


Рис. 6. Умовне зображення кінцевих положень, в яких може знаходитися маніпулятор робота МП-9С

Постановка завдання.

Полягає в тому, щоб створити автоматизовану систему керування промисловим роботом МП-9С з використанням програмованих логічних контролерів (бажано вітчизняного виробництва). Така автоматизована система керування дозволить гнучко керувати одним або кількома одночасно маніпуляторами робота МП-9С.

Розв’язок поставленого завдання.

Для створення автоматизованої системи керування промисловим роботом МП-9С доцільно використати ПЛК110-32.Р виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” (м. Харків, Україна). В якості середовища програмування також можна використати CoDeSys 2.3 фірми Smart Software Solutions. Суттєвою перевагою ПЛК110-32.Р є те, що він має 18 дискретних входів і 14 дискретних виходів. Таким чином, до одного ПЛК110-32.Р принципово можна підключити до 2 промислових роботів МП-9С. Аналог такої системи наведений в [5]. Контакти вихідних реле ПЛК110-32.Р розраховані на струм до 3 А – таким чином, пневморозподільники П-РЭ 3/2,5-1112 до них можна підключати напряму. Схема підключення одного промислового робота МП-9С до ПЛК110-32.Р показана на рис. 7.

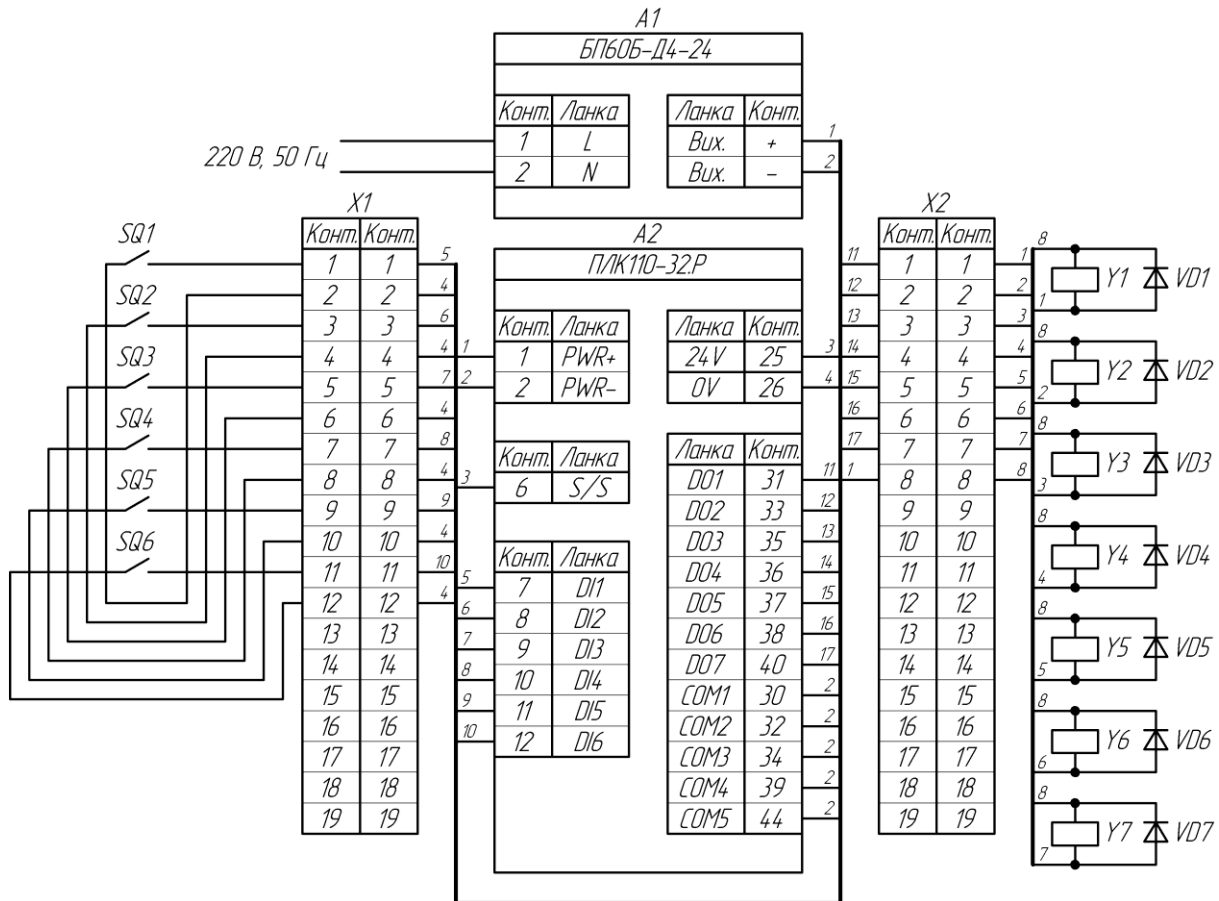


Рис. 7. Схема підключення одного промислового робота МП-9С до ПЛК110-32.Р

Для живлення як ПЛК110-32.Р, так і пневморозподільників $Y1...Y7$ використовується блок живлення БП60Б-Д4-24 загальною потужністю 60 Вт і номінальним струмом 2,5 А. Так як з пневморозподільників $Y1$ і $Y2$, $Y3$ і $Y4$ та $Y5$ і $Y6$ одночасно повинні спрацьовувати тільки один пневморозподільник, то загальний струм, які можуть споживати пневморозподільники $Y1...Y7$, не повинні перевищувати 2,0 А.

Магнітокеруємі контакти $SQ1...SQ6$ спрацьовують при досягненні механізмами підйому, повороту і висування маніпулятора робота МП-9С відповідних їм крайніх положень. Всі вхідні сигнали передаються через стандартний рознімач X1.

Діоди $VD1...VD7$ призначені для захисту ПЛК110-32.Р і БП60Б-Д4-24 від перенапруги, яка виникає на пневморозподільниках $Y1...Y7$ під час їх комутації за допомогою внутрішніх реле ПЛК110-32.Р. Всі вихідні сигнали передаються через стандартний рознімач X2.

Промисловий робот МП-9С може повністю автономно керуватися шляхом використання програмного забезпечення, створеного за допомогою середовища програмування CoDeSys 2.3 на мові програмування Structured Text (ST) відповідно до стандарту IEC 61131-3. Для зовнішнього керування промисловим роботом МП-9С доцільно використати SCADA-систему – наприклад, MasterSCADA разом з OPC-сервером Modbus Universal MasterOPC Server. ПЛК110-32.Р має вбудований

комунікаційний інтерфейс Ethernet – отже, для підключення до ПЛК110-32.P персонального комп’ютера із SCADA-системою потрібний щонайменше один маршрутизатор. Крім цього, необхідно задати коректну IP-адресу ПЛК110-32.P.

Застосування MasterSCADA для найпростішого керування промисловим роботом МП-9С наведено на рис. 8.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМ РОБОТОМ МП-9С



Рис. 8. Застосування MasterSCADA для найпростішого керування промисловим роботом МП-9С

Мнемосхема на рис. 8 має кнопки “УГОРУ”, “УНИЗ”, “ВЛІВО”, “ВПРАВО”, “ВПЕРЕД”, “НАЗАД” і “ЗАХОПЛЕННЯ”, за допомогою яких здійснюються відповідні переміщення маніпулятора робота МП-9С. Також мнемосхема на рис. 8 має лампочки “УГОРУ”, “УНИЗ”, “ВЛІВО”, “ВПРАВО”, “ВПЕРЕД” і “НАЗАД”, які відображають стан відповідних магнітокеруємих контактів $SQ1...SQ6$.

При натисканні, наприклад, на кнопку “УГОРУ” (див. рис. 8) мнемосхеми MasterSCADA разом з Modbus Universal MasterOPC Server формує (із застосуванням функції 05 (Force Single Coil)) команду на зміну стану дискретного виходу DO1 ПЛК110-32.P з лог. 0 на лог. 1 і передає її за допомогою протоколу Modbus TCP безпосередньо до ПЛК110-32.P. Після отримання такої команди спрацьовує вбудоване в ПЛК110-32.P механічне реле, під’єднане до його виходу DO1, що в свою чергу призводить до спрацьовування пневморозподільника $Y1$. Робота інших кнопок мнемосхеми здійснюється аналогічно.

При досягненні механізмом підйому маніпулятора робота МП-9С крайнього верхнього положення спрацьовує магнітокеруємий контакт $SQ1$, і інформація про таку подію аналогічним чином передається в MasterSCADA. На мнемосхемі MasterSCADA така подія відображається в вигляді зміни кольору відповідного графічного примітива (квадрата) (див. рис. 8). Робота інших графічних примітивів (квадратів) мнемосхеми здійснюється аналогічно.

Висновки.

На прикладі промислового робота МП-9С, програмованого контролера ПЛК110-32.P, OPC-сервера Modbus Universal MasterOPC Server і SCADA-системи MasterSCADA показана можливість створення автоматизованої систем керування технологічними операціями і процесами практично будь-якої складності.

Список літературних джерел

1. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9-ти кн. Кн. 9. Лабораторный практикум по робототехнике: Учеб. пособие для вузов / В.З. Рахманкулов, В.П. Лещинский, С.В. Манько и др.; Под. ред. И.М. Макарова. – М.: Высш. шк., 1986. – 176 с.: ил.
2. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.: ил.
3. Детали и механизмы роботов: Основы расчёта, конструирования и технологии производства: Учеб. пособие / Р.С. Веселков, Т.Н. Гонтаровская, В.П. Гонтарский и др.; Под. ред. Б.Б. Самопкина. – К.: Выща шк., 1990. – 343 с.: ил.
4. Орловский И.А. Управление лабораторным стендом манипулятора МП-9С с помощью математического пакета моделирования / И.А. Орловский // Радиоелектроніка, інформатика, управління. – № 2. – 2013. – С. 151–156.
5. Левинский В.М. Модернизация робота МП-9С для учебного стенда / В.М. Левинский, В.В. Мартынов, Ю.В. Старун // Автоматизация технологических і бізнес-процесів. – 2014. – № 3 (19). – С. 64–67.