

УДК 378.147:004.896

DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2022.80.2.42>**Е. Д. Шумілова**кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри теорії і практики, технологічної та професійної освіти
Донбаського державного педагогічного університету**Ю. В. Ніколайчук**кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри теорії і практики, технологічної та професійної освіти
Донбаського державного педагогічного університету

ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ РОБОТО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ І ТЕХНОЛОГІЙ

Стаття присвячена формуванню знань і навичок студентів під час вивчення особливостей мікропроцесорного програмного циклового управління робото-технологічними комплексами (РТК). Використання робото-технологічних комплексів в навчальному процесі – один із шляхів формування знань і умінь студентів в області автоматизації виробництва і впровадження новітніх технологій. Автоматизація виробництва передбачає низку заходів щодо розробки прогресивних технологій і високопродуктивного устаткування для їх здійснення, що працює без прямої участі людини.

Під час обслуговування металорізальних верстатів (токарних, фрезерних і свердлильних), швацьких машин, харчового обладнання широко застосовують робото-технологічні комплекси. Наприклад, у механічній обробці часто передбачають застосування кількох РТК – з обслуговування металорізальних верстатів, заміни різального інструменту, видалення відходів виробництва (стружки).

Вибір структури РТК в загальному вигляді роблять з урахуванням:

- 1) результату аналізу деталей, які підлягають механічній обробці;
- 2) основного технологічного обладнання з урахуванням можливості його автоматизації;
- 3) організаційних видів виробництва, техніко-економічних показників різних варіантів роботизації.

Найбільш типові схеми РТК включають такі групи обладнання: транспортне обладнання (подавальне, приймальне обладнання); робоче обладнання та його оснащення; системи керування; промисловий робот; контрольно-вимірне обладнання та ін.

Основні операції промислових роботів, які обслуговують верстати: розвантаження – навантаження верстата або іншого обладнання заготовками; заміна інструменту; транспортування деталей.

Важливим напрямом у засвоєнні автоматизації виробництва постає створення робото-технологічних навчальних комплексів (РТК), які широко використовуються у процесі підготування майбутніх фахівців. Керування цими РТК здійснюється за допомогою мікропроцесорних систем і персональних комп'ютерів, що дозволяє імітувати роботу реальних РТК.

Отриманий досвід у програмному управлінні та експлуатації сучасного технологічного обладнання сприяє підвищенню рівня професійної підготовки учителів трудового навчання і технологій.

Ключові слова: робото-технологічні комплекси (РТК), свердління, розкрій тканини по клаптикової технології, промисловий робот, режими роботи мікропроцесорного програмного циклового пристрою (МПЦП), матеріал для розкрою.

Постановка проблеми. Ефективність виробництва і його інтенсифікація визначаються рівнем науково-технічного прогресу і впровадженням автоматизації. Реальним напрямком переходу до автоматизації виробництва є використання гнучких виробничих систем.

Технічну базу гнучкої автоматизованої системи, яка володіє швидкою зміною об'єктів виробництва, складає обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК), інформаційні технологічні машини різного призначення: промислові роботи (ПР), робото-технологічні комплекси (РТК), гнучкі модулі, автоматичні лінії і ін. Саме робото-техно-

логічні комплекси послужили тією технологічною базою, що дозволила на практиці перейти від вузькоспеціалізованих засобів автоматизації до гнучких систем, які легко переналагоджуються. Крім функціональної гнучкості і здатності швидко реагувати на запит споживачів, роботизовані системи володіють такою якістю, як порівняно короткий час окупності і малий термін погашення витрат на запуск у виробництво. Світовий і вітчизняний досвід експлуатації промислових роботів у всіх галузях народного господарства (у тому числі у швацькій і харчовій промисловості) показав їхню високу ефективність [1, с. 78; 2, с. 81].

Актуальність вивчення програмних систем циклового управління полягає в тому, що застосування робото-технологічних комплексів у навчальному процесі сприяє підготовці майбутніх спеціалістів, які володіють різноманітними знаннями в галузі управління автоматизованим виробництвом і впровадженням новітніх технологій у сучасне виробництво. Підготовлені фахівці в майбутньому зможуть технічно грамотно здійснювати трудове навчання учнів і брати участь в їх технічному вихованні. Отримані знання є основою творчого мислення і роботи в школі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Упровадження робото-технологічних комплексів і систем автоматичного управління сучасним обладнанням у виробництво, а також в освітній процес досліджували багато українських та зарубіжних вчених: Стеффорд Бир, В.О. Кондратець, В.А. Павлиш, Л.К. Гліненко, Е.С. Пуховський, Д.Б. Головкин, Ю.Т. Козирев, а також Ю.О. Скрипник, О.М. Торубара, який зробив значний внесок у вивчення інформаційних технологій у професійній підготовці майбутніх вчителів трудового навчання і технологій.

Інформаційні машини – машини, які призначені для обробки і перетворювання інформації. До них відносяться математичні інформаційні машини, кібернетичні, які володіють елементами штучного інтелекту, і контрольно-управляючі машини, які перетворюють вхідну інформацію (програму) у сигнали управління робочою або енергетичною машиною. До останнього класу інформаційних машин відносяться робото-технологічні комплекси [3, с. 125].

Застосування інформаційних машин і технологій дозволяє вийти на новий рівень формування науково-технічної компетенції майбутніх вчителів трудового навчання і технологій.

Мета статті – формування в майбутнього вчителя трудового навчання і технологій знань і навичок із питань застосування і експлуатації та програмного управління сучасним технологічним обладнанням.

Виклад основного матеріалу. Необхідні знання і навички з питань застосування робото-технологічних комплексів (РТК) студенти отримують під час виконання циклу лабораторних робіт, де використовуються два навчальних РТК: свердління та розкрою тканини по клаптиковій технології. Виконання лабораторних робіт в аудиторних умовах передбачає: а) підготовку обладнання до роботи; б) вивчення структури навчального робото-технологічного комплексу; в) програмування заданих операцій та опрацювання їх у ручному режимі, запис програми та її виконання в автоматичному режимі; г) оформлення результатів та написання звіту.

Застосований у робото-технологічних комплексах промисловий робот ПР-«МП-9С» є

настільним приладом із цикловим програмним управлінням, із вантажопідйомністю 0,2 кг. Привод робота «МП-9С» є пневматичним із робочим тиском (0,4 – 0,5) МПа, що створюється компресором і в процесі роботи підтримується автоматично. При цьому студенти отримують знання про конструкцію промислового робота, структуру його систем управління та її функціонування, а також отримують навички з його програмування та обслуговування.

Особливістю циклового програмного управління є те, що програмуються операції, які повторюються, що спрощує програмування.

У цикловій системі програмного керування командна інформація має ознаки ланки маніпулятора і напрямку руху. Рух відбувається у вигляді циклу; початок циклу зумовлений приходом команди на переміщення, кінець-моментом спрацювання упора. Із точки зору теорії автоматичного керування циклові системи відносяться до класу розімкнутих систем.

Маніпулятор призначений для схоплення і переміщення заготовки або деталі за попередньо заданою траєкторією з одного кінцевого положення в інше. Основою маніпулятора є його корпус, у якому розташований вузол розподілу повітря. Він складений із восьми електропневматичних клапанів із дроселями, на основі яких і виконана вся електропневматична розв'язка. Електропневматичні клапани забезпечують подавання повітря на механізми підймання-опускання і повороту колони, а також на механізми висунення руки.

Обмеження руху маніпулятора за кожним напрямком забезпечується за допомогою кінцевих регулювальних упорів. Плавність переміщення рухомих елементів забезпечують гідравлічні демпфери або дроселювання подачі чи відводу повітря.

Рука маніпулятора має захватний пристрій (ЗП), який застосовують для схоплення деталі шляхом стиснення чи розтиснення губок (залежно від форми деталі).

Послідовність та кількість рухів відповідно до прийнятої технологічної схеми встановлюється введенням програми на пульті мікропроцесорного програмного циклового пристрою (МПЦП).

Галуззю, в якій найбільш ефективно застосовується МПЦП, є управління робото-технологічними комплексами і автоматичними лініями, коли потрібне розвинуте програмно-логічне управління, оперативна зміна управляючих програм і коли використання стандартних засобів обчислювальної техніки економічно недоцільно у зв'язку з їх складним обслуговуванням і високою вартістю.

Розглянемо склад, принцип дії і технічні характеристики МПЦП.

Мікропроцесорний програмний цикловий пристрій МПЦП застосовується для керування

рухом маніпулятора промислового робота «МП-9С» і технологічним обладнанням. Цей уніфікований пристрій може бути використаний для керування іншими маніпуляторами, позиціонування яких відбувається за упорами. Пристрій МПЦП формує сигнали постійного струму з напругою 20...30 В, керуючи електропневматичними клапанами маніпулятора, приймає сигнали про виконання рухів, а також сигнали блокувальних датчиків технологічного обладнання, формує витримки часу.

МПЦП також реалізує програмні функції:

- 1) керування лічильниками;
- 2) звертання до підпрограми;
- 3) організація умовних і безумовних переходів за програмою;
- 4) редагування програм.

Як і у звичайних ЕОМ, у МПЦП виконує функції програмної обробки інформації мікропроцесор, який реалізовано на одній схемі з великим ступенем інтеграції.

Пульт керування (ПК) разом із модулем керування (МК) є технічними засобами зв'язку між оператором та МПЦП. До складу ПК входять: клавіатура для введення команд і керування режимами роботи МПЦП; однорядковий дисплей призначений для відображення контрольованої оператором інформації; індикатори режимів роботи.

Кількість клавіш для введення інформації – 17.

Кількість знакомісць дисплею – 8.

У кожний момент МПЦП може працювати в одному з таких режимів:

- 1) виконання команд, що надходять з пульта керування (режим «функціональна клавіатура»);
- 2) виконання програми, записаної до пам'яті робочих програм (автоматичне керування);
- 3) покрокове виконання програми;
- 4) запис команд до пам'яті робочих програм (програмування);
- 5) перегляд програми (на дисплей пам'яті робочих програм).

Режим «функціональна клавіатура» використовується для керування маніпулятором за допомогою клавіатури, в ручному режимі з використанням підпрограм, записаних до ПЗП (постійний запам'ятовувальний пристрій). ПЗП забезпечує увімкнення ланки маніпулятора натисненням однієї клавіші.

Модуль процесора здійснює збирання, цифрову обробку і виведення інформації відповідно до програми, записаної в пам'яті ПЗП.

Виконувана програма є невід'ємною частиною МПЦП, невидимою і недоступною для користувача. Її призначення – перетворення інструкцій, що їх вводять оператор із ПК або надсилає програма керування, у послідовність кодів машинної мови мікропроцесора, який реалізує інструкції [4, с. 29].

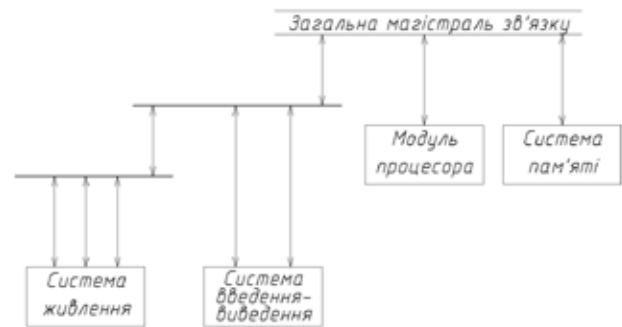


Рис. 1. Спрощена схема МПЦП

Для наочного уявлення про узгоджену роботу обладнання студенти складають «циклограму», а потім програмують всі операції, які розписані за часом. Час циклу визначається студентами за заданими циклами операцій і швидкості переміщення всіх пристроїв робото-технологічного комплексу. Програма складається у спеціальних командах мікропроцесорного програмного циклового пристрою МПЦП у режимі «Функціональна клавіатура».

Програма керування – програма, написана користувачем у кодах команд вхідної мови МПЦП, яка забезпечує виконання заданого алгоритму керування зовнішнім обладнанням. Вона розміщена в модулях енергонезалежного запам'ятовувального пристрою (ЕНЗП) і зберігається при вимкненні первинного живлення МПЦП завдяки використанню батареї елементів.

До складу робото-технологічного навчального комплексу свердління входять: промисловий робот (ПР) «МП-9С», вертикально-свердильний верстат моделі 2А150, подавальний пристрій, приймальний пристрій, мікропроцесорний програмний цикловий пристрій (МПЦП) керування роботою ПР, пристрій керування приводами (ПКП) верстата.

Спільна робота ПР «МП-9С» та вертикально-свердильного верстата задається за допомогою часу (12 секунд), якого вистачає для свердління деталі.

В якості деталей для свердління використовуються дерев'яні кубики з ребром 20мм.

ПР у складі РТК свердління виконує такі функції: захоплення попередньо орієнтованої деталі; перенос деталі в робочу зону верстата; встановлення її в позицію для свердління; затиснення деталі свердління; перенос та скид деталі в приймальний пристрій. Управління роботою ПР «МП-9С» виконується МПЦП. Програма складається на підставі розробленого згідно із завданням алгоритму. Програмування виконується в спеціальних командах МПЦП в режимі «Функціональна клавіатура». Формат команди в режимі «Функціональна клавіатура» включає в себе шістнадцяткові поля адреси команди, коду операції, операнду.

Варіант програми керування роботою ПР у складі РТК свердління:

- 000 0000 – Операція відсутня.
- 001 F400 – Підйом руки.
- 002 F300 – Поворот ліворуч.
- 003 F000 – Висунення вперед.
- 004 F500 – Опускання руки.
- 005 FB00 – Затиснення захватного пристрою.
- 006 F400 – Підйом руки.
- 007 F200 – Поворот праворуч.
- 008 F500 – Опускання руки.
- 009 07F0 – Витримка часу 12 сек.
- 00A F400 – Підйом руки.
- 00B F100 – Втягування назад.
- 00C F500 – Опускання руки.
- 00D FA00 – Розтиснення захватного пристрою.
- 00E 0800 – Стоп.

Після перевірки правильності складання програми студенти відробляють її в режимі «Функціональна клавіатура», записують до пам'яті МПЦП і відробляють в автоматичному режимі. Потім студенти аналізують отримані результати і роблять висновки про ефективність мікропроцесорного програмного циклового управління сучасним технологічним обладнанням у складі РТК, відповідають на контрольні питання.

Лабораторна робота з використанням робото-технологічного комплексу розкрою знайомить студентів із прогресивною технологією розкрою.

У лабораторній роботі використовується навчальний РТК розкрою шкіри, її замінників, грубої тканини і ін. за клаптиковою технологією. Клаптикова технологія розкрою широко застосовується у виробництві курток, жилетів, сумок, рукавичок, прикрас із шкіри. Вибір клаптикової технології в навчальному РТК зумовлений розміром робочої зони промислового робота «МП-9С». Студенти вивчають структуру та принцип дії робото-технологічного комплексу розкрою (Рис. 2).

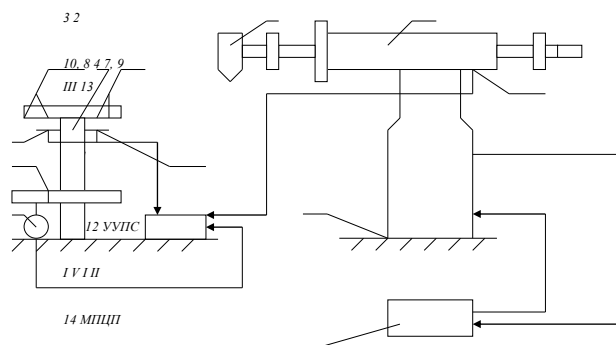


Рис.2. Структурна схема РТК розкрою

1 – основа ПР; 2 – маніпулятор ПР; 3 – різак; 4 – поворотний розкрійний стіл; 5 – редуктор; 6 – двигун СД-54; 7, 8, 9, 10 – упори; 11, 12 – кінцеві вимикачі; 13 – устаткування управління поворотним столом (УУПС); 14 – мікропроцесорний програмний цикловий пристрій управління роботою (МПЦП). (I, II, III, IV, V) – інформаційні потоки.

До складу РТК розкрою входять: промисловий робот «МП-9С», захоплюючий пристрій якого замінено різак; поворотний стіл, на якому закріплюється матеріал; блок управління приводом стола (УУПС); МПЦП управління роботою ПР.

У цій роботі студенти вивчають механічні характеристики певного ряду матеріалів (опір різанню, міцність на розрив та ін.), програмують розкрій матеріалу за заданими викладачем фігурами крою (трикутник, прямокутник, трапеція, круг та інше). Розміри вказаних фігур задаються з урахуванням розмірів робочої зони ПР, а від студентів вимагається розробка алгоритму крою, що забезпечує мінімальні відходи. Зусилля, яке може розвинути різак, дозволяє розкрити 3-4 шари матеріалу одночасно, виходячи з його механічних характеристик. В якості матеріалу в роботі використовуються поліхлорвінілова плівка, шкірозамінник, груба тканина, поліетиленова плівка та інше.

Обраний матеріал попередньо закріплюється на поворотному столі спеціальними затискувачами, а за допомогою стрижнів, розташованих на зворотній стороні поворотного столу та кінцевих вимикачів, задається необхідний кут повороту столу ($30^\circ, 45^\circ \dots 360^\circ$). Час, що відповідає циклу різання, задається реле часу. Цикл різання складається з таких запрограмованих операцій:

1. Опускання руки з різак.
2. Висунення руки ПР вперед (різання).
3. Повернення руки ПР назад (початкове положення).

Кількість циклів різання відповідає кількості граней заданої фігури для розкрою. У випадку розкрою деталі у вигляді круга задається поворот столу на 360° .

У програмі керування роботою ПР програмують витримку часу (15 секунд) на робочій позиції ПР. Цього часу досить для опускання руки ПР із різак і повного обертання столу. Викресна фігура – круг.

Початкове положення маніпулятора – рука, повернута праворуч, опущена до низу, втягнута. Складаємо програму в командах режиму «Функціональна клавіатура». У табл. 1 приведена програма управління роботою робота у складі РТК розкрою.

На завершення лабораторної роботи студенти оформлюють звіт, в якому надають структурно-функціональну схему МПЦП, алгоритм програми, схему робото-технологічного комплексу і складену програму в командах; аналізують результати і відповідають на контрольні питання.

Висновки і пропозиції. Таким чином, виконуючи описаний вище цикл лабораторних робіт, студенти отримують навички в управлінні та експлуатації робото-технологічних комплексів і знайомляться з прогресивними технологіями,

Таблиця 1

Варіант програми керування роботою робота у складі РТК розкрою.

Адреса	Команда			Виконувані дії
	Код операції	Операнд	Скорочена назва команди	
000	00	00		Операція відсутня
001	00	00		Операція відсутня
002	F4	00	Пд	Підймання руки
003	F3	00	Лв	Поворот ліворуч
004	F0	00	Вп	Висунення вперед
005	F5	00	Оп	Опускання руки
006	07	F0	В вр.	Витримка часу (15 сек).
007	F4	00	Пд	Підймання руки
008	08	00	стоп	стоп

підвищуючи рівень своєї професійної підготовки. Особливістю мікропроцесорного програмного циклового управління є те, що програмуються операції, які повторюються, це спрощує процес управління.

Виконана робота має практичне значення. Мікропроцесорне програмне циклове управління може в майбутньому використовуватися у вивченні технічних дисциплін, які передбачені програмою навчання під час підготовки вчителів трудового навчання і технологій.

Досвід показав, що такі роботи дають уявлення про сутність експериментального методу пізнання, бо здійснюють зв'язок наукових знань із технікою, виробництвом.

Список використаної літератури:

1. Павлиш В.А., Гліненко Л.К. Основи інформаційних технологій і систем : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. 508 с.
2. Пуховский Е.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства : учебное пособие. Киев : Выща шк., 1989. 280 с.
3. Торубара О.М. Інформаційні технології у професійній підготовці майбутніх вчителів трудового навчання : монографія. Чернівці : ЧДПУ імені Т.Г. Шевченка, 2009. 304 с.
4. Микропроцессорное программируемое цикловое устройство (МПЦУ). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Тольятти : Волжский автомобильный завод, 1992. 175 с.

Shumilova E., Nikolaichuk Yu. Trends in the use of robot-technological complexes in the preparation of students of labor education and technology

The article is devoted to the formation of students' knowledge and skills in studying the features of microprocessor software cycle control of robot – technological complexes (RTC). Creation and use of robot – technological complexes in the educational process – one of the ways to form knowledge, skills and abilities of students in the field of automation of production and implementation of new technologies. Production automation involves a number of measures to develop advanced technologies and high-performance equipment for their implementation, working without direct human involvement.

Robot-technological complexes are widely used in the maintenance of metal-cutting machines (lathes, milling and drilling machines), sewing machines, and food equipment. For example, in machining often involve the use of several RTC – for the maintenance of metal-cutting machines, replacement of cutting tools, removal of industrial waste (chips).

The choice of the RTC structure in general is made taking into account:

- 1) *the result of the analysis of parts to be machined;*
- 2) *basic technological equipment, taking into account the possibility of its automation;*
- 3) *organizational types of production, technical and economic indicators of various options for robotics.*

The most typical RTC schemes include the following groups of equipment: transport equipment (supply, receiving and transmitting, receiving equipment); work equipment and its equipment; control systems; industrial robot; control and measuring equipment, etc.

The main operations of industrial robots that service machines are: unloading-loading of the machine or other equipment with preparations; tool replacement; transportation of parts.

An important direction in the development of production automation is the creation of robot-technological training complexes (RTC), which are widely used in the training process. These RTCs are controlled by microprocessor systems and personal computers, which allows you to simulate the operation of real RTCs.

The experience gained in software management and operation of modern technological equipment helps to increase the level of professional training teachers of labor training and technology.

Key words: *robot-technological complexes (RTC), drilling, cutting of fabric on patchwork technology, industrial robot, operating modes of microprocessor software cycle device (MPCP), material for cutting.*