

УДК 686.1.054.2

**МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОГРАМНОГО КЕРУВАННЯ НИТКОШВЕЙНОЇ МАШИНИ БНШ-6А НА БАЗІ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ**

О.Р. Казьмірович, Р.В. Казьмірович

*Українська академія друкарства,  
вул. Підголоско, 19, Львів, 79020, Україна*

*Запропонована система програмного керування (СПК) ниткошвейних машин вітчизняного виробництва на базі програмованих логічних контролерів LOGO! TD фірми Siemens, яка призначена для автоматизації технологічних процесів шиття книжкових та брошурних блоків нитками на корінцевому матеріалі або без нього. Висвітлено загальні питання проектування та вибору програмно-апаратної платформи СПК та наведена принципова електрична схема модернізованого пристрою контролю правильності підбирання зошитів у книжкових блоках. Метою роботи є модернізація систем керування вітчизняного поліграфічного устаткування, на базі промислових мікропроцесорних контролерів, поява яких пов'язана насамперед з необхідністю заміни традиційних систем керування, які будувались на базі безконтактних логічних схем керування й працювали за жорсткою логікою.*

**Ключові слова:** *автоматизація, ниткошвейна машина, система програмного керування, програмовані логічні контролери.*

**Постановка задачі.** Одним з основних напрямків підвищення продуктивності та якості роботи вітчизняних ниткошвейних машин (НШМ), що виготовляються на Київському заводі поліграфічних машин, є їх автоматизація шляхом введення систем програмного керування.

Практика зарубіжних фірм, які виготовляють поліграфічне устаткування показує, що виготовлення таких електронних засобів автоматизації, побудованих на сучасній високоінтегрованій елементній базі, здійснюється переважно на самих заводах-виготовлювачах поліграфічного устаткування. Це суттєво покращує рентабельність заводів, знижує собівартість виготовлення поліграфічного устаткування, оскільки виготовлення електронних систем керування не вимагає значних капіталовкладень, значних енергозатрат, виробничих площ, транспортних витрат, людських ресурсів, наявності значних дорогих верстатів. Окрім цього значно скорочуються періоди технічного переоснащення устаткування новими засобами автоматизації, підвищується якість їх обслуговування. Отже розробка та виготовлення систем програмного керування НШМ в умовах київського заводу поліграфічних машин є актуальною задачею вітчизняного поліграфічного машинобудування.

**Аналіз останніх досліджень.** Для автоматизації процесів зшивання нитками сфальцьованих аркушів на вітчизняних НШМ застосовують електромеха-

нічні та електронні СПК [1, 3, 5]. В електромеханічних СПК програмоносієм є ланцюг, що складається з визначеної кількості ланок-пластин, яка дорівнює числу зошитів у блоці. Ланки програмуючого ланцюга несуть спеціальні пластини, які, проходячи під вимикачами, кількість яких дорівнює числу пристроїв періодичної дії, натискають на них і вмикають пристрої у послідовності, визначеній технологічною потребою. За кожен цикл ланцюг переміщується на одну ланку. Такий програмоносій порівняно простий за конструкцією, однак для переходу на нові параметри шиття потрібна тривала підготовка, і до того ж робота електромеханічної СПК не є достатньо надійною. Досконалішими порівняно з електромеханічними є електронні СПК, які побудовані на базі заводостійких ІМС серії К511 [1, 3]. Однак їм властиві обмеження у програмуванні роботою машини, значна трудомісткість виготовлення та обмежена придатність роботи в комп'ютерно-інтегрованих виробництвах, що викликає запит на інноваційні системи автоматичного керування. На сьогодні серед таких перспективних пристроїв промислової автоматики особливе місце займають програмовані логічні контролери (ПЛК), які належать до сегментів сучасної автоматики, що найбільш динамічно розвиваються.

**Мета роботи.** Модернізація СПК ниткошвейної автоматичної машини моделі БНШ-6А на базі використання ПЛК, яка забезпечує керування виконавчими механізмами згідно введеної технологічної програми шиття книжкових блоків.

**Виклад основного матеріалу.** Ниткошвейна автоматична машина БНШ-6А призначена для зшивання книжкових блоків на марлі та без марлі. Машина зшиває зошити у блоці трьома видами стібків: простим брошурувальним, простим палітурним та складним палітурним.

На рис. 1 зображена схема скріплення зошитів, яка пояснює принцип побудови лічильно-розподільчих механізмів [1, 2]. При зшиванні книжкового блока, який складається з  $y$  зошитів, робочий цикл складається з  $y+1$  кінематичних циклів, де 1- холостий стібок, який робиться після закінчення зшивання зошитів одного блока для кращого закріплення крайніх зошитів.

Для цього наноситься смужка клею на корінець другого та останнього зошитів блока (або першого та передостаннього в залежності від конструкції клейового апарата). При палітурному шитві між блоками створюється петля марлі, щоб при розрізці осталися марлеві клапани. Крім цього, контролюється правильність підбирання, наноситься контрольна мітка, розрізаються нитки між блоками.

Як видно із схеми, наведеної на рис. 1, робочий цикл умовно розділяється на постійну частину  $a$  та змінну  $x$ . Постійна частина робочого циклу включає п'ять кінематичних циклів. За цей період зшиваються два останні зошити попереднього блока, робиться холостий стібок та зшиваються два перші зошити наступного блока. За цей же час наноситься клей і виконуються інші операції особливої циклічності (контроль підбирання і т. і).

Постійна частина робочого циклу для будь-якого блока є незмінною: змінюється тільки змінна частина  $x$ , за час якої зшиваються зошити

$$x = y + 1 - a = y + 1 - 5 = y - 4.$$

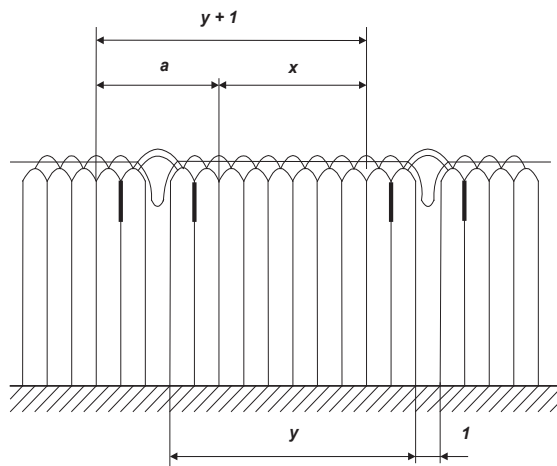


Рис. 1. Спосіб скріплення зошитів на НШМ

З врахуванням такого розчленування робочого циклу запропонована СПК на базі ПЛК, яка забезпечує шиття на НШМ книжкового блока заданого обсягу і виробляє й видає команди для спрацьовування виконавчих пристроїв НШМ у відповідності з технологічним процесом шиття книги та пристрою поблочного контролю правильності підбирання книжкового блоку. Окрім цього СПК також здійснює вимірювання швидкості роботи НШМ, яка на машині моделі БНШ-6А може змінюватись у діапазоні 65...115 цикл/хв та вимірювання швидкості передачі зошитів від ланцюгового транспортера на хитний стіл (в одиницях м/с), який здійснюється за допомогою вштовхувальних роликів.

Для реалізації описаної СПК вибраний ПЛК типу LOGO! TD фірми Siemens (Німеччина) з 8-ми входами та 4-ма виходами [7]. Призначення його вхідних та вихідних компонентів описано у таблиці.

Таблиця

#### Вхідні та вихідні компоненти ПЛК

Позначення елемента	Функція
Вхід I1	Подача сигналу «Пуск»
Вхід I2	Подача сигналу «Стоп»
Вхід I3	Подача імпульсів від датчика лічильника кількості зошитів у блоці
Вхід I4	Обнуління лічильника кількості зошитів у блоці
Вхід I5	Обнуління лічильників загальної кількості сформованих блоків
Вхід I6	Подача імпульсів від датчика швидкості роботи НШМ
Вхід I7	Подача імпульсів від датчика швидкості передачі зошитів від ланцюгового транспортера на хитний стіл
Вихід Q1	Сигналізація про роботу НШМ в автоматичному режимі
Вихід Q2	Подача сигналу на включення механізму клейового апарату
Вихід Q3	Подача сигналу на пристрій поблочного контролю правильності підбирання книжкового блоку та вмикання електромагніту відсічки вакууму
Вихід Q4	Подача імпульсів на проведення заданої кількості холостих стібків

Сигналізація про окремі блокування здійснюється за допомогою низки різнокольорових світлодіодів. При проведенні холостих стібків вмикається електромагніт відсічки вакууму при якому самонаклади не захоплюють чергові зошити.

Контроль правильності підбирання блоків здійснюється за наявності на останньому зошиті незадрукованого (однотонного) форзацу. Якщо у циклі подачі останнього зошита на його місці з'явиться будь-який інший зошит (що свідчить про недостачу зошита або зайвого зошита у блоці) із задрукованим аркушем, пристрій контролю правильності підбирання книжкових блоків зупинить автомат і на пульті сигналізації запалюється лампа, яка вказує причину зупинки. Функцію контролю підбирання здійснює оптоелектронний пристрій, який під'єднаний до виходу Q3 ПЛК.

На рис.2 наведена принципова електрична схема модернізованого оптоелектронного пристрою побудованого на одному операційному підсилювачі DA1, який, на відміну від існуючого [3], відзначається простотою будови, виготовлення та налагодження, високою стабільністю та надійністю. За технологічними умовами розроблений оптоелектронний пристрій спрацьовує у момент переходу скануючого фотодатчика із затемненої зони в освітлену. У підсилювач введено 100%-ний зворотний зв'язок за постійним струмом, що гарантує малі зміни вихідного сигналу на постійному струмі, рівному дрейфу напруги зміщення нуля. У смузі частот, де опором конденсатора C1 можна нехтувати, коефіцієнт підсилення достатньо великий і його значення визначається тільки резисторами R4 - R5, R3.

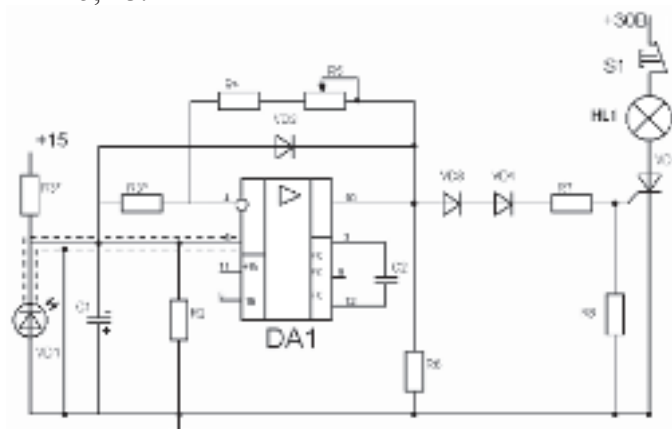


Рис. 2. Принципова схема електронного блока пристрою поблочного контролю правильності підбирання зошитів на НША

Швидкість обертання вштовхувальних роликів регулюється залежно від формату, маси та фізико-механічних властивостей паперу, з яких виготовлені зшиваючі зошити, і встановлюються робітником суб'єктивно [2, 5]. Тому в системі керування передбачена можливість вимірювання та візуалізації лінійної швидкості подачі зошитів на хитний стіл, що сприятиме більш якісному базуванню зошитів на хитному столі. Впровадження на НШМ пристрою контролю швидкості роботи дозволить робітнику точно задавати оптимальні

швидкості роботи машини для різних видів продукції, що дозволить в цілому збільшувати продуктивність зшивання зошитів.

Вимірювання швидкості роботи НШМ здійснюється методом частотно-цифрового перетворення [6], тобто підрахунком числа періодів  $T_X$ , що міститься у відомому еталонному проміжку часу  $T_0$ . Результат лічби пропорційний частоті (швидкості)  $f_X$

$$N_X = T_0 / T_X = T_0 \cdot f_X \quad (1)$$

Покази лічильника чисельно дорівнюють середньому значенню вимірюваної частоти  $f_X$  за час  $T_0$ . Для встановлення швидкості роботи НШМ в одиницях *цикл/хв* при відомій кількості штрихів  $M$  фотоелектричного давача швидкості та дискретності відліку  $\pm 1$  *цикл/хв* значення  $T_0$  визначається за відношенням

$$T_0 = 60/M, \quad (2)$$

зокрема при  $M = 30$ ,  $T_0 = 2$ с; при  $M = 60$ ,  $T_0 = 1$ с.

Основними програмуючими параметрами, які вводяться в ПЛК є: кількість зошитів у блоці, варіанти склеювання зошитів, кількість холостих стібків. Приклад вікна текстових повідомлень на дисплеї LOGO!TD в режимі симуляції наведено на рис. 3.



Рис. 3. Зміст вікна текстових повідомлень на дисплеї LOGO! в режимі симуляції

На текстовому дисплеї висвітлюються результати підрахунків кількості зошитів у книжковому блоці, загальної кількості сформованих книжкових блоків, значення швидкості роботи НШМ та швидкості подачі зошитів на хитний стіл. Загальний вигляд лабораторної установки СПК та пристрою поблочного контролю правильності підбирання зошитів на НША наведено на рис. 4.

Програмне забезпечення LOGO! реалізовано в редакторі FBD (Functional Block Diagram) [7, 8] з використанням програми LOGO!TD Soft Comfort. Застосування ПЛК дозволяє значно зменшити витрати зусиль на їх програмування користувачем – розробником конкретної системи автоматичного керування об'єктом завдяки

представленню програми у вигляді логічних символів драбинної релейно-контактної діаграми, а елементів (таймерів, лічильників) у вигляді готових функціональних блоків. Витрати на розробку і виготовлення пристроїв спряження кіл силового електроустаткування з мікропроцесорною частиною контролера також зменшуються, оскільки ПЛК виготовляють з готовими інтерфейсами вводу-виводу.

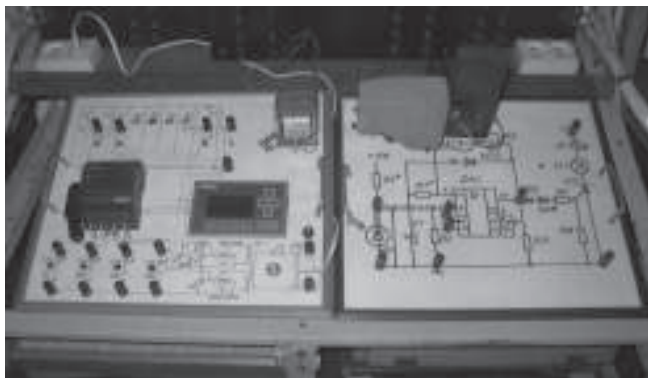


Рис. 4. Загальний вигляд лабораторної установки СПК та пристрою побічного контролю правильності підбирання зошитів на НША

**Висновки.** Використання ПЛК дозволяє значно спростити та зменшити витрати зусиль на розробку та виготовлення СПК НША, завдяки вбудованих основних та спеціальних функціональних блоків (різних типів таймерів, лічильників), блоків заводо захищених входів та виходів, джерел живлення, операторської панелі та клавіатури. Розроблений лабораторний зразок СПК НШМ на базі ПЛК LOGO! TD впроваджено у навчальний процес в рамках розвитку науково-технічного забезпечення регіонального кластера «Видавнича діяльність та поліграфія».

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Казьмірович Р.В., Казьмірович О.Р. Розширення функціональних можливостей систем програмного керування ниткошвейних машин БНШ-6А // Квалілогія книги: зб. наук. праць. – Львів : УАД, 2003. - №6. - С.219-225.
2. Кошелев Е.И., Пергамент Д.А., Филиппов В.П. Брошюровочно-переплетные машины. Учебник. - М. Изд-во «Книга» 1986. - 320 с.
3. Машины ниткошвейные автоматические марки БНШ-6А, БНШ-6БА паспорт. — Киев, 1986.
4. Свиридов Н.М. Ниткошвейные машины унифицированного ряда и работа на них. М.: Изд-во «Книга» 1973. - 152 с.
5. Хведчин Ю. Й. Брошуровально-палітурне устаткування: підручн. — Ч. 1 : Брошуровальне устаткування. — Львів : ТеРус, 1999. — 336 с.
6. Тычино К.К., Тычино Н.К. Многофункциональные цифровые измерительные приборы. – М.: Радио и связь, 1981. – 128 с.
7. Siemens LOGO!: manual, Nuremberg, 2008. – Mode of access to magazine: [http://www.electronshtik.ru/pdf/SIEMENS/logo\\_system\\_manual.pdf](http://www.electronshtik.ru/pdf/SIEMENS/logo_system_manual.pdf).
8. Standard IEC 61131-4:2004. Programmable Controllers. Part 4: User Guidelines, (Technical Report).

### REFERENCES

1. Kazmirovych R.V., Kazmirovych O.R. (2003). Rozshyrennya funktsionalnykh mozhlyvostey system prohramnoho keruvannya nytkoshveynykh mashyn BНSH-6A // Kvalilohiya knyhy: Zb. nauk. prats. - Lviv: UAD. - №6. - С.219-225. (in Ukrainian)
2. Koshelev E.I., Perhament D.A., Filippov V.P. (1986). Broshyurovochno–pereplyetnyye mashyny. Uchebnyk. - M. Izd-vo «Kniha» - 320 c. (in Russian)
3. Mashyny nytkoshveynye avtomaticheskie marki BNSH-6A, BНSH-6BA (1986), pasport. — Kiev. (in Russian)
4. Sviridov N.M. (1973). Nytkoshveynye mashyny unifitsirovanoho ryada i rabota na nykh, Izd-vo «Kniha». - 152 c. (in Russian)
5. Khvedchyn Yu.Y. (1999). Broshuruvalno-paliturne ustatkuvannya: pidruchn. — Ch. 1 : Broshuruvalne ustatkuvannya. — Lviv : TeRus. — 336 c. (in Ukrainian)
6. Siemens LOGO!: manual, Nuremberg, 2008. – Mode of access to magazine: [http://www.electroshik.ru/pdf/SIEMENS/logo\\_system\\_manual.pdf](http://www.electroshik.ru/pdf/SIEMENS/logo_system_manual.pdf). (in Russian)
7. Standard IEC 61131-4:2004. Programmable Controllers. Part 4: User Guidelines, (Technical Report).
8. Standard IEC 61131-8:2003. Guidelines for the application implementation of languages for programmable controllers (Technical Report).

### MODERNIZATION OF PROGRAM CONTROL SYSTEM OF SEWING MACHINE BNSH-6A BASED ON PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS

O.R. Kazmirovych, R.V. Kazmirovych  
*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
kazmoleh@gmail.com*

*The article suggests a system of program control (SPC) of sewing machines of domestic production based on programmable logic controllers LOGO! TD of the company Siemens, which is designed to automate technological processes of book blocks sewing by thread on radicular material or without it. It deals with general issues of design and choice of hardware and software platforms of SPC and a circuit diagram shows the upgraded control device of accuracy of picking up sentences in book blocks. The aim is to modernize the control systems of domestic printing equipment, based on industrial microprocessor controller, whose appearance is primarily concerned with the need to replace the traditional control systems, which were built on the basis of contactless logic control circuits and worked with hard logic.*

**Keywords:** automation, sewing machines, system of program control, programmable logic controllers.

*Стаття надійшла до редакції 12.09.2016  
Received 12.09.2016*