

**ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧА СИСТЕМА
АРКУШОРІЗАЛЬНОЇ МАШИНИ
НА ОСНОВІ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ**

Описується самонастроювальний лічильно-групуєчий пристрій та цифровий вимірювач швидкості роботи аркушорізальної машини з застосуванням програмованих логічних контролерів LOGO! фірми Siemens.

Ключові слова: аркушорізаційна машина, програмований логічний контролер, керуюча система, цифровий вимірювач

The article describes an adaptive counting-grouping device and a digital speed measurer of the work of a sheet-cutting device using programmable logic controllers LOGO! of the company Siemens.

Keywords: sheet-cutting device, programmable logic controller, control system, digital measurer.

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Зростаючі обсяги виробництва друкованої продукції та збільшення вартості паперу змушують друкарні приймати заходи щодо її економії. Економія паперу досягається не тільки бережливим відношенням до нього при навантажувально-розвантажувальних роботах, транспортуванні та зберіганні, але і завдяки правильно поставленому обліку при використанні паперу у друкарському виробництві.

Одним із основних поліграфічних технологічних процесів де проводиться суворий облік напівфабрикатів є операція поперечного розрізання рулонного паперу або картону на аркуші заданого формату на аркушорізаційних машинах (АРМ). При розрізанні рулонного паперу на аркуші заданого формату важливим є також задання різальником оптимальної робочої швидкості АРМ, яка залежно від ряду вихідних параметрів (довжини аркушів, маси паперу, числа встановлених на машині рулонів) може змінюватись у межах – від 20÷160 р/хв [6].

Отже розробка лічильно-групуєчих пристроїв та вимірювачів швидкості роботи АРМ виступає актуальним завданням.

²Українська академія друкарства

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

На вітчизняних АРМ [6] облік кількості аркушів здійснюється шляхом вимірювання кількості циклів різання електромеханічними або механічними лічильниками. Їх основним недоліком є: ненадійна робота на великих швидкостях, що часто призводить до примусової роботи АРМ на заниженій швидкості; необхідність проведення робітником додаткових перерахунків при заправленні АРМ двома і більше числом рулонів; зменшення точності обліку нарізання паперу при проведенні частих зупинок машини через обриви паперових стрічок, виявленні їх склейок та при повному розмотуванні рулонів.

Для формування пачок аркушів та їх обліку авторами розроблено лічильно-групувальні пристрої та пристрої для вимірювання швидкості АРМ, які побудовані на базі завадостійких інтегральних мікросхем серії K511 [3,4]. Однак враховуючи те, що у поліграфічній промисловості застосовуються складніші технологічні процеси то це викликає запит на інноваційні системи автоматичного керування. На сьогодні серед пристроїв промислової автоматики особливе місце займають програмовані логічні контролери (ПЛК) [5,7], які належать до сегментів сучасної автоматики, що найбільш динамічно розвиваються.

3. МЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ

Розширення та централізація системи для обліку аркушів та контролю продуктивності на АРМ з використанням ПЛК LOGO! фірми *SIEMENS*.

4. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

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.

Інформаційно-керуюча система АРМ складається з двох пристроїв, побудованих на одному ПЛК LOGO! фірми *Siemens*:

самонастроювального лічильно-групуючого пристрою, який автоматично налаштовується на підрахунок нарізаних аркушів з врахуванням кількості заправлених рулонів та цифрового вимірювача швидкості (ЦВШ).

Самонастроювальний лічильно-групуючий пристрій складається з наступних блоків: фотоелектричного датчика циклу різання; 4-х фотоелектричних датчиків наявності заправлених на АРМ рулонів; ПЛК, що здійснює підрахунок кількості нарізаних аркушів у пачці та формує попереджувальний звуковий та світловий сигнал (починаючи з 230-го аркуша) й сигнал відліку 250-го аркуша на його виході та здійснює підрахунок кількості сформованих пачок та підрахунок загальної кількості нарізаних аркушів; блоку подачі світлового та звукового сигналів.

Формування пачки аркушів обсягом 250 аркушів здійснюється шляхом ручного прокладання різальником попередньо заготовлених паперових стрічок-закладок або автоматично при наявності пристроїв автоматичного їх виокремлення. Гучність попереджувального звукового сигналу та її частота регулюються. Зовнішнє обнуління показів лічильника аркушів у пачці та відповідно показів лічильника кількості пачок й лічильника загальної кількості нарізаних аркушів здійснюється за допомогою окремих двох кнопок.

ЦВШ роботи АРМ складається з фотоелектричного датчика швидкості різання аркушів та ПЛК, що вимірює та висвітлює на дисплеї швидкість різання в одиницях цикл/хв. Для виявлення імпульсів датчика швидкості роботи АРМ використаний високочастотний вхід ПЛК І6 (максимальна частота вхідних сигналів 1 кГц).

Для реалізації описаної системи вибраний ПЛК типу LOGO! 24/12RC з 8-ми входами та 4-ма виходами. Його вхідні та вихідні компоненти наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Вхідні та вихідні компоненти програмованого логічного контролера

Позначення елемента	Функція
Входи I1- I4	Визначення кількості заправлених рулонів на АРМ (максимум 4)
Вхід I5	Виявлення циклу різання
Вхід I6	Виявлення імпульсів датчика швидкості роботи АРМ

Вхід I7	Обнулення лічильника кількості нарізаних аркушів у пачці (250)
Вхід I8	Обнулення лічильників кількості пачок та загальної кількості нарізаних аркушів
Вихід Q1	Включення світлового та звукових індикаторів, які подають попереджувальні сигнали про необхідність формування пачки нарізаних аркушів заданого обсягу (починаючи з 230-го аркуша)
Вихід Q2	Подача сигналу на ручне прокладання стрічки - закладки (керування механізмом автоматичного прокладання стрічки – закладки)
Вихід Q3	Подача сигналу про нарізання заданого обсягу аркушів

Програмне забезпечення LOGO! реалізовано в редакторі FBD (Functional Block Diagram) [7,9] з використанням програми LOGO!Soft Comfort. Приклад вікна текстових повідомлень на дисплеї LOGO! в режимі симуляції наведено на рис.1.

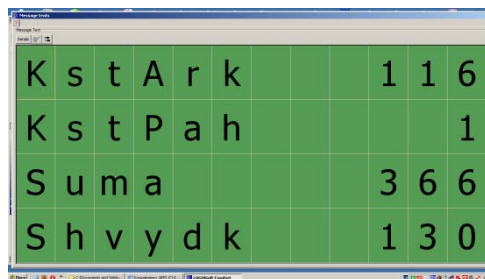


Рис. 1. Зміст вікна текстових повідомлень на дисплеї LOGO! в режимі симуляції

Згідно з нормативними даними, наведеними в «Единые нормы времени и выработки на процессы полиграфического производства» [2], вимоги до задання швидкості роботи АРМ залежать від ряду параметрів, зокрема на рис. 2, у вигляді графіка наведено залежність швидкості роботи АРМ від довжини аркушів.

Точність та оперативність встановлення рекомендованих швидкостей на АРМ, як і вибір максимально можливої, головню залежать від досвіду різальника і не завжди достатньо високі,

зменшуючи в цілому продуктивність АРМ. Це пов'язано передусім з відсутністю на АРМ контрольно-вимірювальних пристроїв об'єктивного контролю швидкості їх роботи.

Вимірювання швидкості роботи АРМ здійснюється методом частотно-цифрового перетворення [1,8], 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 АРМ в одиницях об/хв при відомій кількості штрихів \dot{I} фотоелектричного датчика швидкості (рис. 3) та дискретності відліку $\pm 1 \text{ об/хв}$ значення T_0 визначається за відношенням

$$T_0 = 60 / \dot{I} \quad , \quad (2)$$

зокрема при $\dot{I} = 30$, $T_0 = 2 \text{ хв}$; при $\dot{I} = 60$, $T_0 = 1 \text{ хв}$.

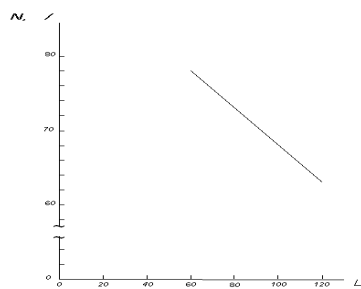


Рис. 2. Залежність швидкості роботи АРМ від довжини аркушів



Рис. 3. Загальний вигляд датчика швидкості АРМ

Основними метрологічними характеристиками ЦВШ є точність та мінімальний рівень вхідного сигналу [8]. Точність ЦВШ визначається дискретністю та похибкою зразкової міри, тобто зразкового інтервалу часу T_0 , що визначається точністю частоти мережі. Несинхронність роботи вузла, який задає тривалість зразкового інтервалу T_0 з імпульсами вимірюваної частоти, призводить до появи похибки вимірювань, абсолютна величина якої визначається показниками інтервалів Δt_1 та Δt_2 (Δt_1 - інтервал між

черговим імпульсом f_X та фронтом імпульсу T_0 ; Δt_2 – інтервал між останнім із імпульсів, що надійшов на вхід лічильника, та зрізом імпульсу T_0).

У цьому випадку

$$T_0 = N \cdot t_X = N / f_X = T_0 + \Delta t_1 - \Delta t_2 \quad (3)$$

$$N = T_0 f_X + \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{t_X} \quad (4)$$

Інтервали Δt_1 та Δt_2 можуть змінюватися незалежно один від одного та набувати при цьому значення від 0 до t_X . Тому максимальна відносна похибка (похибка дискретизації), що зумовлена відсутністю синхронності, буде дорівнювати:

$$\delta_N = \pm \frac{1}{N} = \pm \frac{1}{T_0 \cdot f_X} \quad (5)$$

Повна відносна похибка вимірювання швидкості АРМ має вигляд:

$$\delta = \pm \delta_0 \pm \frac{1}{N}, \quad (6)$$

де δ_0 – відносна похибка зразкового генератора, що задає тривалість T_0 керуючого імпульсу; $1/N$ – відносна похибка дискретизації.

Абсолютне значення такої похибки не залежить від вимірюваної величини і дорівнює одиниці молодшого розряду лічильника.

Із наведених формул видно, що похибка вимірювань при заданому значенні T_0 залежить від вимірюваної швидкості, причому вимірювання швидкості з малою похибкою можливе лише на порівняно високих швидкостях. При вимірюванні низьких швидкостей, коли $\delta_0 \ll N$ і тому не враховується відносна похибка, що визначається похибкою дискретизації:

$$\delta_N = \pm \frac{1}{T_0 \cdot f_X} \quad (7)$$

Мінімальне значення швидкості $f_{X \text{ MIN}}$, яке при даному значенні T_0 може бути виміряне з заданою відносною похибкою δ_N визначається за формулою

$$f_{X\ MIN} = \frac{1}{\delta_N \cdot T_0}. \quad (8)$$

При $T_0 = 2 \text{ н}$ формула набуває вигляду

$$f_{X\ MIN} = 0.5 \frac{1}{\delta_N}. \quad (9)$$

Отже, мінімальна вимірювана частота (швидкість роботи АРМ) $f_{X\ MIN}$ відповідно до (9) при $\delta_N = 0.01$ (1%) дорівнюватиме 50 Гц (або 100 цикл/хв); при $\delta_N = 0.02$ (2%) – $f_{X\ MIN} = 25 \text{ } \ddot{A}$ (50 цикл/хв); при $\delta_N = 0.005$ (0,5%) частота $f_{X\ MIN} = 100 \text{ } \ddot{A}$ (200 цикл/хв).

Впровадження на АРМ пристрою контролю швидкості нарізання аркушів дозволить робітнику точно задавати оптимальні швидкості роботи машини для різних видів продукції, що у свою чергу дозволить в цілому збільшити продуктивність нарізання аркушів.

5. ВИСНОВКИ

Отже розроблений лабораторний зразок системи для обліку та контролю продуктивності на АРМ з використанням ПЛК, який впроваджений у навчальний процес. Подальша розробка промислового зразка пристрою передбачає його випробування на аркушорізальних машинах ЛР1-120, ЛР2-120, ЛР4-120, що виготовлені Ходорівським заводом поліграфічних машин [6] та його впровадження на книжкових підприємствах в рамках розвитку науково-технічного забезпечення регіонального кластера «Папір та поліграфія».

1. Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые) / П.П.Орнатский.- 5-е изд., перераб. и доп.-К.:Вища шк. Головное изд-во, 1986.– 504с. 2. Единые нормы времени и выработки на процессы полиграфического производства. Для важнейших предприятий. – М.: “Книжная палата”, 1988. – 45бс. 3. Казьмірович Р. В. Автоматизація контролю продуктивності та обсягу нарізання паперу на аркушорізальних машинах / Роман-Станіслав Владиславович Казьмірович // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 2002. — № 8. — С. 40–45. 4. Казьмірович Р. В. Розробка та аналіз похибок заводостійкого цифрового вимірювача швидкості роботи аркушорізальних машин / Р. В. Казьмірович, О. Р. Казьмірович // Квалілогія книги : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 2006. — № 10. — С. 48–54. 5. Казьмірович Р. В. Застосування програмованих логічних контролерів в модульних інформаційно-керуючих системах поліграфічного устаткування / Р. В. Казьмірович, О. Р. Казьмірович // Наук.-техн. конф. проф.-викл. складу,

наук. працівн. і асп. : 3-6 лютого 2009 р. : тези доп. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2009. — Ч. 2. — С. 195. 6. Машина листорезальная ротационная ЛР1-120, ЛР2-120, ЛР4-120. Паспорт. Ходоров, 1985.—63с. 7. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного программирования/ Под ред. проф. В.П. Дьяконова-М.: СОЛОН-Пресс, 2004.— 256с. 8. Тычино К.К., Тычино Н.К. Многофункциональные цифровые измерительные приборы. — М.: Радио и связь, 1981. — 128 с. 9. Norme IEC 61131-2:2003. Programmable Controllers: Programming Languages.