

## ФОТОЕЛЕКТРИЧНИЙ ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ ОДНОНОЖОВИХ ПАПЕРОРИЗАЛЬНИХ МАШИН І ПИТАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ЙОГО СВІТЛОВОГО БАР'ЄРУ

Безпечна робота на одноножових паперорізальних машинах (ОПМ), які обладнані системами програмного керування, можлива лише за наявності на останніх окремих захисних пристроїв.

У сучасних ОПМ найбільше поширення дістали фотоелектричні захисні пристрої (ФЗП), які в основному складаються [4] з світлового фотоелектричного бар'єру (СФБ), розміщеного на різальному столі, світлочутливого перетворювача, електронної підсилювальної схеми та виконавчого реле, які при перетинанні СФБ зупиняють ніж.

Вітчизняною промисловістю серійно випускається трипроменевий ФЗП типу РФІ-3, який характеризується відносно невеликою швидкістю (0,15 с), невисокою надійністю і деякими іншими недоліками [5]. Тому розробка та випуск промисловістю ФЗП з високими технічними параметрами належить до актуальних завдань.

Для попередження травматизму на ОПМ пропонуються найрізноманітніші за своїм схемним рішенням ФЗП [1, 4] технічні параметри, ефективність їх взаємодії у системі ФЗП-ОПМ, досвід експлуатації яких вивчений ще недостатньо.

На кафедрі автоматизації і комплексної механізації поліграфічного виробництва УПІ проводяться дослідження ФЗП на спеціальному макеті. ФЗП зібраний на уніфікованих логічних елементах серії «Логика-Т» [3] і встановлений на машині БР-110. Побудова ФЗП на типових елементах дає змогу спростити його експлуатацію та уніфікувати структуру ФЗП з системою програмного керування. Принципова схема досліджуваного чотирипроменевого ФЗП зображена на рис. 1. У пристрої застосовані методи самоконтролю справності роботи схеми та спосіб підвищення її швидкодії ФЗП ОПМ «Perfekta». Подвоєння кількості світлових потоків СФБ у такому ФЗП здійснюється за допомогою відповідно розміщених дзеркал Дз1—Дз4. Комутаційна схема рис. 1 відповідає лише ручному режиму роботи машини.

Вмикання ФЗП здійснюється при дворучному різанні стопи шляхом спрацьовування окремо встановленого кінцевого вимикача *ВК1*. Заряджений до цього конденсатор *С2* в колі елемента *Е3* розряджається через контакти вимикача *ВК1*, створюючи при цьому на виводах *11*, *8* короткочасний імпульс напруги. Відповідно з'являється імпульс напруги нульового потенціалу на виводі *9* вихідного підсилювача (елемент *Е5*). Знеструмлене до цього реле «освітлення» *Р4* спрацьовує через коло: розмикаючі контакти циклового кінцевого вимикача *ВК2*, розмикаючі контакти реле «фотозахисту» (виконавчі реле) *Р1—Р2*, діод *Д1*, вивід *9* елемента *Е5* та

самоблокується. Реле  $P_4$ , в свою чергу, вмикає реле «швидкодії»  $P_3$  та замикає коло живлення трансформатора  $Tr1$ . Спрацьовуючи, реле  $P_3$  шунтує своїми замикаючими контактами резистори  $R_8—R_{11}$ , які увімкнені в коло обмоток реле «фотозахисту», і останні при освітленні фотодіодів  $\Phi Д1—\Phi Д2$  спрацьовують. Після зникнення на виводі 9 елемента  $E_5$  напруги нульового потенціалу реле «швидкодії» знеструмлюються і в коло обмоток реле «фотозахисту» під'єднуються вказані додаткові резистори. Струм, який проходить через обмотки реле «фотозахисту», зменшується, що приводить у випадку перетинання світлового потоку до відповідного зменшення часу відпускання його контактів. Повторне

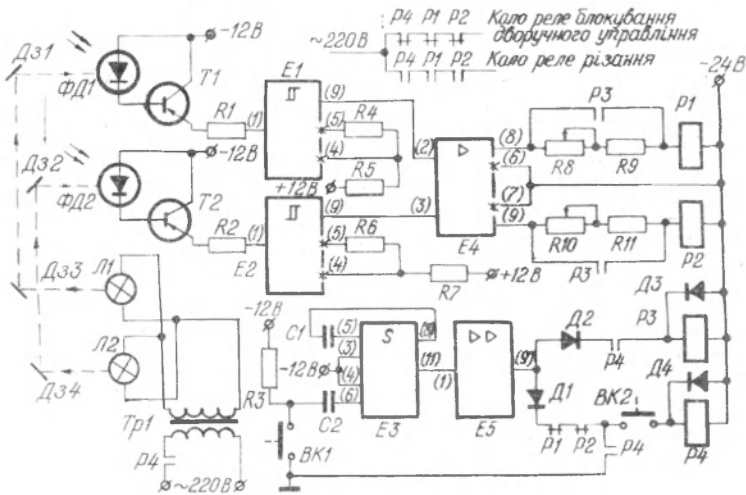


Рис. 1. Принципова схема ФЗП.

Елементи:  $\Phi Д1$ ,  $\Phi Д2—\Phi Д3$ ;  $T1$ ,  $T2—MП42A$ ;  $E1$ ,  $E2—$ «Логика-Т-202»;  $E3—$ «Логика-Т-302»;  $E4—$ «Логика-Т-402»;  $E5—$ «Логика-Т-403»;  $P1$ ,  $P2$ ,  $P3$ ,  $P4—$ РПУ-0.

ввімкнення ФЗП, при цьому можливе лише при повторній дії на кнопки управління. Спрацьовуючи реле  $P_4$  та  $P1—P2$  замикають коло реле «різання», яке вмикає привід притискача та ножа. Після повороту головного вала на  $340^\circ$  спрацьовує кінцевий вимикач  $BK2$ , який розмикає коло реле «освітлення» і схема повертається у вихідний стан. Збільшення тривалості імпульсу напруги на виводі 11 елемента  $E_3$  до величини достатньої для послідовного спрацьовування реле  $P_4$ ,  $P_3$  та  $P1—P2$  здійснюється за допомогою почергової витримки часу кожним каскадом вказаного елемента.

На рис. 2, а показані експериментальні дані залежності часу відпускання різних типів реле від величини послідовно включеного в коло їх обмоток опору. Час відпускання реле вимірювався мілісекундоміром типу Ф209. З рис. 2 видно, що при ввімкненні в коло обмотки реле додаткового опору час відпускання його зменшується на 30—50%.

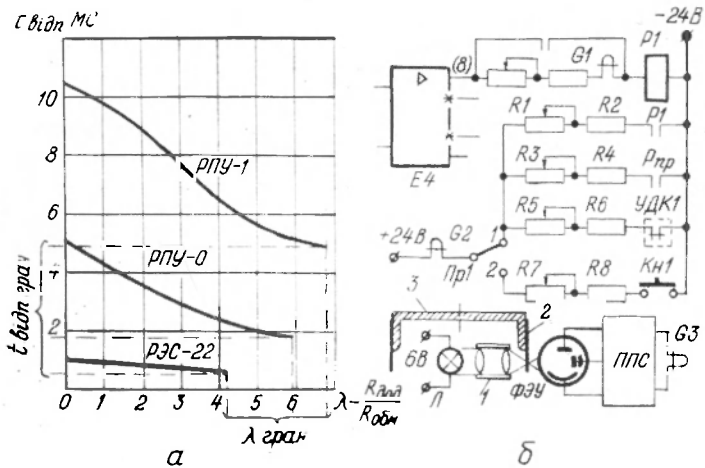


Рис. 2. Залежність часу відпускання реле від величини послідовно включеного опору (а) та схема вимірювань  $t_{\text{ф}}$ ,  $t_{\text{пр}}$ ,  $t_{\text{г}}$ ,  $t_{\text{н}}$ ,  $t_{\text{вт}}$  (б).

Ефективність дії ФЗП на ОПМ досягається за умови, що

$$t_{\text{вт}} > t_{\text{з}}, \quad (1)$$

де  $t_{\text{вт}}$  — час вторгнення, який дорівнює часові від моменту перетинання СФБ руками різальника до моменту досягнення небезпечної зони різання, с;  $t_{\text{з}}$  — повний час зупинки ножа, с.

Повний час зупинки ножа визначається за формулою [2]

$$t_{\text{з}} = t_{\text{ф}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{г}} + t_{\text{н}}, \quad (2)$$

де  $t_{\text{ф}}$  — час спрацьовування ФЗП, який при нехтуванні інерційності фотодіода та електронної підсилювальної схеми дорівнює часові розмикання реле «фотозахисту», с ( $t_{\text{ф}}$  є одним з основних параметрів ФЗП, який характеризує реакцію ФЗП на швидкість перетинання його світлового потоку);  $t_{\text{пр}}$  — час спрацьовування проміжних реле, контакторів, с;  $t_{\text{г}}$  — час спрацьовування механічного гальма, тобто час від моменту приводу гальма та виключення електромагнітної муфти зчеплення до початку гальмування приводу ножа, с;  $t_{\text{н}}$  — час гальмування приводу ножа до його повної зупинки, с.

Ефективність дії ФЗП на ОПМ необхідно досліджувати в найбільш небезпечному режимі, яким є режим холостого ходу приводу ножа, в якому  $t_{\text{з}}$  набуває максимального значення.

На рис. 2, б показана схема для вимірювань складових  $t_{\text{з}}$  та реально можливих  $t_{\text{вт}}$  на ОПМ. Вказані складові часу визначаються шляхом розшифровки відповідних осцилограм, записаних на світлопроменевому осцилографі типу Н700. Імітація перетинання СФБ здійснюється за допомогою окремо закріпленого до кожуха ножа, непрозорого прапорця. Перетинання світлового бар'єру в різних положеннях ножа здійснюється відповідним переміщенням прапорця по вертикалі. Положення ножа, при якому

перетинається СФБ і спрацьовує реле «фотозахисту», визначається при ручному повороті привода ножа. Момент початку відпускання контактів реле «фотозахисту» здійснюється в момент знеструмлювання обмотки реле і фіксується гальванометром  $G1$ . На осцилограмі чітко видно кут відхилення променя гальванометра як початкову точку вимірювань. Час розмикання контактів цього реле визначається відповідним відхиленням променя гальванометра  $G2$ . Величина відхилення променя гальванометра  $G2$  підстроюється резисторами  $R1$ — $R6$ . Момент розмикання проміжного контактора  $P_{пр}$  та момент спрацьовування механічного гальма визначається відповідно як сходінка та імпульс відхилення променя цього ж гальванометра  $G2$ . Момент спрацьовування механічного гальма фіксується ударним перетворювачем типу УДК-1. Вимірювання часу  $t_n$  здійснюється гальванометром  $G3$  за допомогою оптичного датчика переміщення, який складається з читаючої оптики  $1$  від кінопроектора, плівки  $2$  типу «Микрат 200», на якій відмітчиком часу осцилографа Н700 записані штрихові мітки, фотопомножувача типу ФЭУ-2 та підсилювача постійного струму ППС. Плівка приклеєна на металевому стакані  $3$ , який закріплений на одному з проміжних валів привода ножа. При включенні привода ножа гальванометр  $G3$  запише імпульси струму з частотою пропорційною кутовій швидкості обертання вказаного вала. Час  $t_{вт}$  вимірюється шляхом вторгнення руки з швидкодіючим вимикачем, кнопкою  $Kn1$ , в небезпечну зону до зіткнення кнопки з опущеним ножом машини. Момент перетинання СФБ та момент зіткнення кнопки з ножом фіксуються відповідно гальванометрами  $G1$  та  $G2$ . Перемикач  $Pr1$  встановлений при цьому в положення  $2$ .

Для здійснення умов безпеки необхідно прямувати до мінімальних значень складових  $t_3$ . Як видно з формули (1), умову безпеки можна здійснити також відповідним збільшенням  $t_{пр}$ , тобто при відомих параметрах небезпечної зони відповідним розміщенням у просторі СФБ. Основними параметрами небезпечної зони ОПМ є максимальна та мінімальна висота ножа над столом ( $h_{max}$ ,  $h_{min}$ ) для привода ножа та висота установки притискача ( $h_{пр}$ ) для привода притискача, а також їх довжина.

На рис. 3 зображена схема розміщення СФБ на ОПМ за такими вибраними основними геометричними параметрами: 1)  $H$  — висота установки СФБ над столом машини, мм (як правило  $H \geq h_{пр}$ ); 2)  $\alpha$  — максимальний, реальний кут вторгнення руки різальника в небезпечну зону на окремій машині, град; 3)  $A$  — відстань між площиною різання та найближчою точкою перетинання нижнього світлового променя, яка задовольняє умові (1), мм; 4)  $\beta$  — кут нахилу СФБ (при його прямолінійному розміщенні) до площини стола, град. Розміщення СФБ під кутом  $\beta$ , зокрема зумовлене: неоднаковим  $t_{вт}$  при перетинанні різних променів, змінною  $t_3$  залежно від початкового положення ножа у момент перетинання СФБ, збільшенням відстані між верхніми променями та лезом ножа при переміщенні останнього. При менших кутах  $\beta$  ймовірність перетинання світлових променів збільшується; 5)  $L$  —

ширина СФБ, мм (зайве збільшення відстані  $A$  приводить до небажаного зростання  $L$ ); 6)  $n$  — число світлових променів; 7)  $\Phi$  — діаметр активного перерізу світлового променя, мм (збільшення діаметра  $\Phi$  зменшує чутливість ФЗП до величини площі перекриття його світлового потоку, при якому останній спрацьовує); 8)  $l_{1,2,\dots,n-1}$  — відстані між світловими променями, які повинні виключити

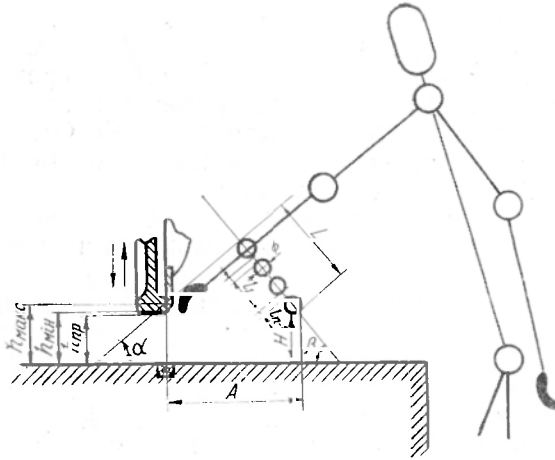


Рис. 3. Схема розміщення СФБ на ОПМ.

можливість знаходження у небезпечній зоні рук різальника при пуску привода притискача та ножа, або їх проникненні у небезпечну зону під час ходу притискача та ножа без спрацьовування ФЗП, мм.

**Параметри небезпечної зони ОПМ  
і основні геометричні параметри розміщення СФБ**

Завод (фірма), марка машини, країна	$h_{\max}$ мм	$h_{\min}$ мм	$h_{\text{спр}}$ мм	$H$ мм	$\alpha$ град.	$A$ мм	$\beta$ град.	$L$ мм	$n$ шт.	$\Phi$ мм	$l_{1,2,\dots,n-1}$ мм
„Perfekta“, ARA106E, НДР	135	120	115	135	8	265	0	148	2	28	92
„Perfekta“ SEYPA 132, НДР	165	150	140	165	30	650	45	325	5	29	49
Wohlenberg 112/115,	160	140	135	147	24	515	21	295	4	33	46,5
Programmatic TR, ФРН											51,5 64

В таблиці наведені параметри небезпечної зони та рекомендоване розміщення СФБ деяких ОПМ, обладнаних системами програмного керування, які визначені за запропонованими параметрами.

Важливим параметром захисних систем ОПМ є також час додаткової дії на органи керування при дворучному управлінні різанням та відповідно активний час дії ФЗП. Додатковий час дії різальником на пускові кнопки  $T_d$  при дворучному управлінні на більшості вітчизняних ОПМ дорівнює

$$T_d \approx T_{np1} + T_{n1} + (0,7 \div 0,9) T_{n2}, \quad (3)$$

де  $T_{np1}$  — час від моменту початку дії на пускові кнопки до моменту досягнення притискачем його крайнього нижнього положення, с;  $T_{n1}$  — час переміщення ножа до точки стикання його з марзаном, с;  $T_{n2}$  — час реверсу ножа у вихідне положення, с.

Для забезпечення умови безпеки різальника необхідно та достатньо, щоб

$$T'_d > T_{np1} + (T_{n1} - t'_{вт}), \quad (4)$$

де  $t'_{вт}$  — час, потрібний для переміщення руки різальника від пускових кнопок до небезпечної зони різання, с.

Зміна часу  $T_d$  до величини  $T'_d$  дає можливість зменшити втрати на допоміжні роботи, зменшити втомлюваність рук різальника та відповідно збільшити продуктивність роботи на ОПМ.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Внедрено на Калининском комбинате.— «Полиграфия», 1973, № 1.
2. Методические рекомендации по расчету времени и пути аварийной остановки рабочих органов производственного оборудования. Казань, 1972.
3. Сводный каталог. Транзисторные логические и функциональные элементы «Логика-Т» и их применение в бесконтактных системах промышленной автоматики. М., «Информэлектрон», 1969.
4. Толстой Г. Д. Автоматизация полиграфических производственных процессов. М., «Книга», 1970.
5. Шаптал А. Я., Старостин И. Я. Автоматическое управление процессами штамповки. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л., «Машиностроение», 1975.

R. V. KAZMIROVICH

#### PHOTOELECTRIC PROTECTIVE DEVICE OF ONE-KNIFE PAPER-CUTTING MACHINES AND THE QUESTIONS OF OPTIMUM PLACING OF ITS LIGHT BARRIER

#### Summary

The article describes the photoelectric protective device collected at the unified elements of „Logic-T“ series, considers the conditions of its effective placing on the one-knife paper-cutting machines, and grounds the main geometrical parameters of photoelectric light barrier.