

© В. Ф. Морфлюк д.т.н., професор, І. С. Карпенко,  
аспірантка, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

### ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСІВ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ СУМІЩЕННЯ ФАРБ У АРКУШЕПЕРЕДАВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

**В статті досліджено моделі процесів стабілізації параметрів суміщення фарб у аркушевих друкарських машинах з використанням цифрових засобів керування виконавчими пристроями аркушепередавальних систем в реальному масштабі часу для забезпечення визначеної якості друкованої продукції.**

**Ключові слова:** суміщення фарб; стабілізація процесу суміщення фарб; аркушепередавальна система; приведення; поздовжнє, поперечне і діагональне суміщення фарб.

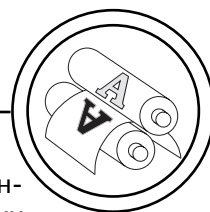
#### Постановка проблеми

Якість багатокольорової друкованої продукції в першу чергу визначається точністю суміщення фарб. Причини несуміщення фарб можна поділити на технологічні і механічні [1]. Перші залежать від властивостей задрукованого матеріалу, його деформації під дією зволожувального розчину, тиску у зоні друкарського контакту, графічних неточностей на стадії виготовлення друкарської форми, порушень геометричних параметрів контактуючих циліндрів та інших технологічних факторів.

У сучасних друкарських машин механіка процесу передачі аркуша має складний динамічний характер. Механічні причини несуміщення фарб пов'язані тільки з механікою проведення аркуша між друкарськими секціями. Значний вплив на точність функціонування пристроїв і механізмів аркушепередавальних

систем мають наступні фактори: нестабільність сил тертя, знос робочих механізмів, їх вібрації, зміщення зазорів у механізмах захватів, внаслідок чого аркуші паперу в процесі передачі зміщуються відносно свого номінального положення. Крім зміщення аркуша в механізмах захвату можлива також зміна його орієнтації внаслідок колового зміщення аркушепередавальних циліндрів у момент відкриття та закриття захватів. Ці зміщення орієнтації аркушів мають нерегулярний, випадковий характер, що позначається на величині суміщення фарб.

Тому актуальним є дослідження моделей процесів аналізу та стабілізації параметрів суміщення фарб у аркушепередавальних системах з використанням цифрових засобів об'єктивного визначення та керування фарбовим апаратом кожної друкарської секції



для забезпечення якості друкованої продукції у реальному масштабі часу.

#### **Аналіз попередніх досліджень**

В аркушевих друкарських машинах приладами оцінки суміщення фарб довгий час слугували лупи та ручні мікроскопи з мікрометричними шкалами (точність суміщення фарб 0,05–0,5 мм). Оптиелектронним пристроєм такого призначення є прилад для контролю суміщення фарб з переносним реєстровим датчиком зчитування міток приведення у вигляді хреста, який друкується у чотирьох кутах відбитка. Датчик має окуляр з перехрестям, яке поєднується з міткою. Після передачі даних в пульт управління друкарської машини автоматично регулюються осьове і колове приведення форми зміщеної фарби відносно базової [2].

Удосконалений пристрій контролю та стабілізації параметрів суміщення фарб, який встановлюється безпосередньо в друкарській машині дозволяє стежити за суміщенням фарб на кожному відбитку в автоматичному режимі (точність суміщення фарб 0,01–0,05 мм). Контроль міток в процесі друку здійснюється за допомогою вимірювальної балки, яка встановлюється в останній друкарській секції машини при односторонньому друці, а в разі двостороннього — в секціях, друкуючих останню фарбу на кожній зі сторін [3, 4].

Процеси стабілізації параметрів суміщення фарб в аркушевих друкарських машинах

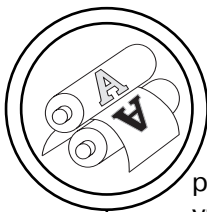
здійснюються після проходження аркушем всіх друкарських секцій на віддрукованому папері, що обумовлює збільшення паперових відходів та вимагає подальшого дослідження моделей процесів стабілізації з використанням об'єктивних цифрових засобів корегування параметрів суміщення фарб в аркушепередавальних системах у реальному масштабі часу.

#### **Мета роботи**

Метою статті є дослідження моделей процесів визначення та стабілізації параметрів суміщення фарб у аркушевих друкарських машинах з використанням засобів цифрового аналізу та керування фарбовим апаратом кожної друкарської секції в аркушепередавальній системі для забезпечення якості друкованої продукції.

#### **Результати проведеного дослідження**

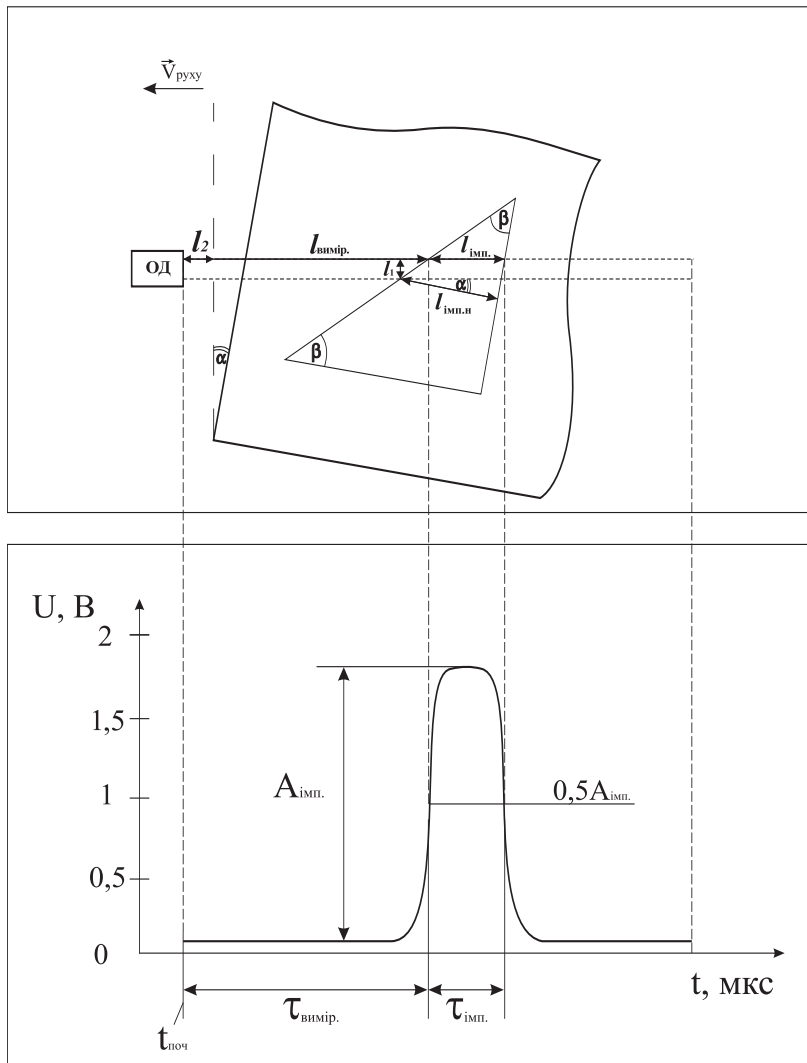
Процес стабілізації суміщення фарб у аркушепередавальній системі базується на процесі визначення та аналізу параметрів діагонального, поперечного та поздовжнього суміщення фарб. На першій друкарській секції на аркуші паперу друкуються дві технологічні мітки у вигляді прямокутних трикутників по обидві сторони аркуша, який перед кожною наступною секцією ідентифікується оптичним датчиком синхронізації і на вхід аналого-цифрових перетворювачів правої та лівої міток (АЦП<sub>п</sub>, АЦП<sub>л</sub>) подаються аналогові сигнали з оптичних датчиків освітлення міток. Імпульсні сигнали за допомогою АЦП перетво-



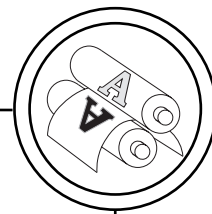
рюються на двійковий код і під управлінням ЕОМ в цифровому вигляді записується у пам'ять [5].

На основі статистичного метода визначення амплітуд ім-






пульсного сигналу для кожної з міток ( $A_{\text{імп.}}$ ) та визначаються на її основі часові характеристики імпульсних сигналів для лівої та правої міток ( $\tau_{\text{вимір.}}$ ,  $\tau_{\text{імп.}}$ ) (рис.) [6]:



Лінійна та часова діаграма для визначення параметрів суміщення фарб у аркушепередавальних системах:  $A_{\text{імп.}}$  — амплітуда імпульсного сигналу;  $\tau_{\text{вимір.}}$  — час від початку синхросигналу до появи імпульсу;  $\tau_{\text{імп.}}$  — тривалість імпульсного сигналу;  $t_{\text{поч}}$  — час початку; ОД — оптичний датчик;  $V_{\text{руху}}$  — швидкість руху аркуша;  $l_{\text{вимір.}}$  — відстань освітлення ОД до появи мітки;  $l_{\text{імп.н}}$  — номінальна відстань освітлення ОД мітки;  $l_{\text{імп.}}$  — відстань освітлення ОД мітки при діагональному, поперечному та поздовжньому зміщенні аркуша;  $\beta$  — кут трикутника мітки;  $\alpha$  — кут діагонального зміщення аркуша;  $l_1$  — відстань поперечного зміщення аркуша;  $l_2$  — відстань поздовжнього зміщення аркуша



Перед входженням аркуша до друкарської секції для визначення його орієнтації здійснюється аналіз визначених часових характеристик для правої ( $\tau_{\text{вимір.П}}$ ,  $\tau_{\text{імп.П}}$ ) та лівої ( $\tau_{\text{вимір.Л}}$ ,  $\tau_{\text{імп.Л}}$ ) міток [7].

Для формування моделей стабілізації параметрів суміщення фарб проаналізована множина комбінацій варіантів діагонального ( — зміщення лівого краю аркуша,  — зміщення правого краю аркуша), поперечного ( — зміщення аркуша ліворуч,  — зміщення аркуша праворуч) і поздовжнього суміщення фарб ( — зміщення аркуша проти його руху) та отримано аналітичні вирази визначених параметрів стабілізації суміщення фарб ( $\alpha$  — кут діагонального зміщення аркуша;  $l_1$  — відстань поперечного зміщення аркуша;  $l_2$  — відстань поздовжнього зміщення аркуша) (табл.).

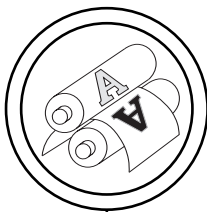
### Висновки

1. Визначені моделі процесу стабілізації параметрів суміщення фарб дозволяють визначати у цифровій формі параметри орієнтації аркуша паперу відносно формного циліндра, що забезпечує процес об'єктивного керування діагональним, поперечним та поздовжнім суміщенням фарб в аркушепередавальних системах.

2. Стабілізація процесу суміщення фарб на основі цифрових параметрів орієнтації аркуша паперу забезпечує мінімізацію технологічних втрат процесу друкування (виключення зупинок друкарської машини та паперових відходів) за рахунок цифрового керування положенням формного циліндра у реальному масштабі часу.

### Список використаної літератури

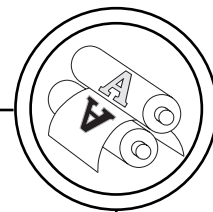
1. Штоляков В. И. Печатное оборудование : Учебник / В. И. Штоляков, В. Н. Румянцев. — М. : Изд-во МГУП, 2011. — 519 с.
2. Вартамян С. П. Электронные устройства полиграфического оборудования : Учебное пособие / С. П. Вартамян. — М. : Изд-во МГУП, 2009. — 260 с.
3. Дроздов В. Н. Автоматизация технологических процессов в полиграфии / В. Н. Дроздов. — М. : Изд-во МГУП, 2006. — 252 с.
4. Штоляков В. И. Печатные системы фирмы Heidelberg : Офсетные печатные машины / В. И. Штоляков, А. В. Федосеев, Л. И. Зирнзак, И. А. Егоров, С. П. Вартамян, Э. С. Артыков. — М. : Изд-во МГУП, 1999. — 216 с.
5. Морфлюк В. Ф. Засоби цифрового визначення та стабілізації паралельності переднього краю листа у листових друкарських машинах / В. Ф. Морфлюк // Технологія і техніка друкарства : зб. наук. праць Видав.-поліграф. ін-т НТУУ «КПІ». — 2011. — № 3(33). — С. 35–40.
6. Морфлюк В. Ф. Цифрове визначення та стабілізація параметрів технологічних процесів у рулонних друкарських машинах / В. Ф. Морфлюк. — К. : ВПЦ «Київ. політехніка», 2008. — 164 с.



Моделі процесу стабілізації параметрів суміщення фарб.  
Початок

№ п/п	Зміщення аркуша			Параметри стабілізації процесу суміщення фарб
	Діагональне	Поперечне	Поздовжнє	
1.		—	—	$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$
2.			—	$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_1 = \frac{\cos\alpha \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot \sin(\alpha + \beta) \cdot (\tau_{імп.н} - \tau_{імп} \cdot \sin\alpha)}{\sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot (\sin(\alpha + \beta) - \sin\alpha \cdot \sin\beta + \cos(\alpha + \beta) \cdot \cos\alpha)} \times V_{руху}$
3.			—	$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_1 = \frac{\cos(\alpha - \beta) \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot (\tau_{імп.н} - \tau_{імп} \cdot \cos\alpha)}{\cos\alpha \cdot \sin\beta + \cos(\alpha + \beta) \cdot (\cos\alpha \cdot \sin\beta \cdot \sqrt{2} + \cos(\alpha - \beta))} \times V_{руху}$
4.		—		$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_2 = (\tau_{вимір.п} - \tau_{вимір.н} - r_1 \cdot (\text{tg}(\alpha + \gamma_1) - \text{tg}\gamma_1)) \cdot V_{руху}$
5.				$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_1 = \frac{\cos\alpha \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot \sin(\alpha + \beta) \cdot (\tau_{імп.н} - \tau_{імп} \cdot \sin\alpha)}{\sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot (\sin(\alpha + \beta) - \sin\alpha \cdot \sin\beta + \cos(\alpha + \beta) \cdot \cos\alpha)} \times V_{руху}$ $I_2 = (\tau_{вимір.п} - \tau_{вимір.н} - r_1 \cdot (\text{tg}(\alpha + \gamma_1) - \text{tg}\gamma_1) - I_1 \cdot \text{tg}(90 - \alpha - \beta)) \cdot V_{руху}$
6.				$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_1 = \frac{\cos(\alpha - \beta) \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot (\tau_{імп.н} - \tau_{імп} \cdot \cos\alpha)}{\cos\alpha \cdot \sin\beta + \cos(\alpha + \beta) \cdot (\cos\alpha \cdot \sin\beta \cdot \sqrt{2} + \cos(\alpha - \beta))} \times V_{руху}$ $I_2 = (\tau_{вимір.п} - \tau_{вимір.н} - r_1 \cdot (\text{tg}(\alpha + \gamma_1) - \text{tg}\gamma_1) + I_1 \cdot \text{ctg}(\alpha + \beta)) \cdot V_{руху}$
7.		—	—	$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$
8.			—	$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_1 = \frac{\cos(\alpha - \beta + 90) \cdot (2\tau_{імп.н} \cdot \text{tg}\beta - \tau_{імп.н} - \tau_{імп} \cdot \cos\alpha \cdot \text{tg}\beta)}{\cos\beta \cdot \text{tg}\beta - \cos\beta + \cos(\alpha - \beta + 90) \cdot \text{tg}\beta} \times V_{руху}$
9.			—	$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_1 = \frac{\sin\alpha \cdot \text{tg}\beta(\tau_{імп.н} - \tau_{імп} \cdot \cos\alpha)}{\sin\alpha + (\sqrt{2} \cdot \text{tg}\beta - 1) \cdot (\sin(\beta - \alpha) + \cos\alpha \cdot \sin\beta)} \times V_{руху}$
10.		—		$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_2 = (\tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.н} - r_1 \cdot (\text{tg}(\alpha + \gamma_1) - \text{tg}\gamma_1)) \cdot V_{руху}$
11.				$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_1 = \frac{\cos(\alpha - \beta + 90) \cdot (2 \cdot \tau_{імп.н} \cdot \text{tg}\beta - \tau_{імп.н} - \tau_{імп} \cdot \cos\alpha \cdot \text{tg}\beta)}{\cos\beta \cdot \text{tg}\beta - \cos\beta + \cos(\alpha - \beta + 90) \cdot \text{tg}\beta} \times V_{руху}$ $I_2 = (\tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.н} + r_1 \cdot (\text{tg}(\alpha + \gamma_1) - \text{tg}\gamma_1) + I_1 \cdot (\gamma_1 - \alpha)) \cdot V_{руху}$
12.				$\alpha = \arcsin(V_{руху} \times  \tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.п}  / L_{між\ митками})$ $I_1 = \frac{\sin\alpha \cdot \text{tg}\beta(\tau_{імп.н} - \tau_{імп} \cdot \cos\alpha)}{\sin\alpha + (\sqrt{2} \cdot \text{tg}\beta - 1) \cdot (\sin(\beta - \alpha) + \cos\alpha \cdot \sin\beta)} \times V_{руху}$ $I_2 = (\tau_{вимір.л} - \tau_{вимір.н} - r_1 \cdot (\text{tg}(\alpha + \gamma_1) - \text{tg}\gamma_1) + I_1 \cdot \text{ctg}(\beta - \alpha)) \cdot V_{руху}$
13.	—		—	$I_1 = V_{руху} \times (\tau_{імп.н} - \tau_{імп})$

ISSN 2077-7264. — Технологія і техніка друкарства. — 2014. — № 1(43)



Моделі процесу стабілізації параметрів суміщення фарб.  
Закінчення

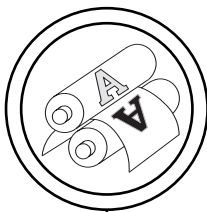
№ п/п	Зміщення аркуша			Параметри стабілізації процесу суміщення фарб
	Діагональне	Поперечне	Поздовжнє	
14.	—	→	↓	$l_1 = \text{tg}\beta \cdot (\tau_{\text{імп}} - \tau_{\text{імп.н}}) \times V_{\text{руху}}$ $l_2 = \tau_{\text{вимір}} - (\tau_{\text{вимір.н}} + (\tau_{\text{імп}} - \tau_{\text{імп.н}}) \cdot \text{tg}\beta) \times V_{\text{руху}}$
15.	—	←	—	$l_1 = V_{\text{руху}} \times (\tau_{\text{імп}} - \tau_{\text{імп.н}})$
16.	—	←	↓	$l_1 = \text{tg}\beta \cdot (\tau_{\text{імп.н}} - \tau_{\text{імп}}) \times V_{\text{руху}}$ $l_2 = \tau_{\text{вимір}} - (\tau_{\text{вимір.н}} + (\tau_{\text{імп.н}} - \tau_{\text{імп}}) \cdot \text{tg}\beta) \times V_{\text{руху}}$
17.	—	—	↓	$l_2 = (\tau_{\text{вимір}} - \tau_{\text{вимір.н}}) \times V_{\text{руху}}$

7. Морфлюк В. Ф. Алгоритм об'єктивного цифрового визначення параметрів суміщення фарб у аркушепередавальних системах / В. Ф. Морфлюк, І. С. Карпенко // Технологія і техніка друкарства : зб. наук. праць. — Київ : ВПІ НТУУ «КПІ», 2013. — № 4. — С. 102–107.

**References**

1. Shtoljakov V. I. Pечатное оборудование : Uchebnik / V. I. Shtoljakov, V. N. Rumjancev. — М. : Izd-vo MGUP, 2011. — 519 s.
2. Vartanjan S. P. Jelektronnye ustrojstva poligraficheskogo oborudovanija : Uchebnoe posobie / S. P. Vartanjan. — М. : Izd-vo MGUP, 2009. — 260 s.
3. Drozdov V. N. Avtomatizacija tehnologicheskikh processov v poligrafii / V. N. Drozdov. — М. : Izd-vo MGUP, 2006. — 252 s.
4. Shtoljakov V. I. Pечатные системы фирмы Heidelberg : Ofsetnye печатные машины / V. I. Shtoljakov, A. V. Fedoseev, L. I. Zirnzak, I. A. Egorov, S. P. Vartanjan, Je. S. Artykov. — М. : Izd-vo MGUP, 1999. — 216 s.
5. Morfliuk V. F. Zasoby tsyfrovoho vyznachennia ta stabilizatsii paralelnosti perednoho kraiu lysta u lystovykh drukarskykh mashynakh / V. F. Morfliuk // Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva : zb. nauk. prats Vydav.-polihraf. in-t NTUU «KPI». — 2011. — № 3(33). — S. 35–40.
6. Morfliuk V. F. Tsyfrove vyznachennia ta stabilizatsiia parametriv tekhnolohichnykh protsesiv u rulonnykh drukarskykh mashynakh / V. F. Morfliuk. — К. : VPTs «Kyiv. politekhnika», 2008. — 164 s.
7. Morfliuk V. F. Alhorytm ob'iektivnoho tsyfrovoho vyznachennia parametriv sumishchennia farb u arkusheperedavalnykh systemakh / V. F. Morfliuk, I. S. Karpenko // Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva : zb. nauk. prats. — Kyiv : VPI NTUU «KPI», 2013. — № 4. — S. 102–107.

**В статье исследованы модели процессов стабилизации параметров совмещения красок в листовых печатных машинах с использованием цифровых средств управления исполнительными механизмами листопередающих систем в реальном масштабе времени для обеспечения определенного качества печатной продукции.**



**Ключевые слова:** совмещение красок, стабилизация процесса совмещения красок, листопередающая система, приводка, продольное, поперечное и диагональное совмещение красок.

**The article investigates the models of processes parameters stabilization colors registers in sheet-fed presses with digital controls actuators sheet transfer systems in real time to providing a certain quality of printed products.**

**Keywords:** register the colors, stabilization of process register the colors, sheet transfer system, registration, the longitudinal, transverse and diagonal color register.

Рецензент — С. Л. Панов, к.т.н.,  
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 30.03.14