

УДК 681.624

**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ЦИКЛІВ
ПОПЕРЕДНЬОГО ЗАПОВНЕННЯ ФАРБОЮ
ФАРБОДРУКАРСЬКОЇ СИСТЕМИ
З ВРАХУВАННЯМ ДІЇ РОЗТИРАЛЬНОГО ЦИЛІНДРА**

М. І. Верхола, У. П. Пановик

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Запропонована стаття присвячена дослідженню процесу попереднього заповнення фарбодрукарської системи фарбою до початку друкування. Складена математична модель фарбодрукарської системи послідовної структури з розтиральним циліндром та побудована її структурна схема. Розроблена інформаційна технологія визначення оптимальної кількості циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром. Реалізація даної технології ґрунтується на комп'ютерному симулюванні розподілу та передавання фарби в цій системі для отримання товщини фарби на поверхні накочувального валика, за якою оптимізується процес підготовки офсетної машини до друкування. За результатами досліджень, які представлені у вигляді таблиць та графіка, встановлено характер залежності циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи з врахуванням дії розтирального циліндра.

Наведена в даній роботі технологія оптимізації часу виходу фарбодрукарської системи на робочий режим може бути застосована до фарбодрукарських систем будь-якої структури та дає можливість спростити підготовку друкарської машини до друку, суттєво зменшити відповідні технологічні витрати.

Ключові слова: *фарбодрукарська система, математична модель, робочий режим, перехідний процес, попереднє заповнення фарбою системи, комп'ютерне симулювання, інформаційна технологія.*

Постановка проблеми. З урахуванням сучасних тенденцій до зменшення об'ємів тиражів і збільшення фарбовості видань фірмами виробників офсетних друкарських машин розроблений цілий комплекс заходів, які дають змогу зменшити невиробничі витрати часу та матеріалу. Для швидкої підготовки до друкування на офсетних машинах використовують систему попереднього накочування фарби на валики фарбодрукарської системи за даними файлу оригінал-макету. Інформація про принцип роботи та програмне забезпечення таких систем відсутня. На вітчизняних підприємствах у поліграфічному виробництві експлуатуються тисячі офсетних друкарських машин, які не обладнані такими системами і весь процес попереднього накочування фарби переважно залежить від рівня кваліфікації друкаря. У цій статті пропонується інформаційна технологія для визначення необхідної

кількості циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи до початку друкування з врахуванням дії розтирального циліндра.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Тривалість виходу фарбодрукарських систем офсетних машин залежить від багатьох чинників: структури фарбодрукарської системи, кількості фарбових валиків і циліндрів та інші [1, 2]. В статті [1] отримана математична залежність для визначення часу перехідного процесу фарбодрукарської системи. В публікації [2] представлено результати моделювання та визначення часу перехідного процесу фарбодрукарської системи офсетної машини. Проте в цих роботах не розглядається питання скорочення часу перехідного процесу. Адже чим довше триває час виходу машини на усталений режим роботи, тим більша кількість некондиційних відбитків [3]. В роботі [4] розглядається метод скорочення перехідного процесу шляхом попереднього налагодження фарбодрукарських систем на основі інформації про друкарську форму. В публікації [5] представлена експоненціальна залежність, яка відображає реакцію фарбодрукарської системи на регулювання подання фарби. В даній праці запропоновано скоротити час перехідного процесу за рахунок значного збільшення або зменшення подавання фарби в порівнянні з необхідною величиною в декілька раз.

Для значного зменшення кількості бракованої продукції виникає потреба в суттєвому скороченні часу виходу фарбодрукарських систем офсетних машин на робочий режим.

Мета статті — запропонувати інформаційну технологію визначення оптимальної кількості робочих циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи з врахуванням дії розтирального циліндра.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо поставлене завдання на прикладі простої фарбодрукарської системи послідовної структури, схема якої представлена на рис.1. Товщини потоків фарби, що виходять зі щілин між дукторним ножем ДН і дукторним циліндром ДЦ, задаються відповідними регулювальними гвинтами РГ. Потоки фарби з поверхні дукторного циліндра передаються передавальним валиком, який одночасно здійснює обертовий та коливальний рух, до першого розкочувального валика фарбодрукарської системи. Далі фарба транспортується системою валиків і циліндрів 1–5 до накочувального валика. У процесі передавання потоки фарби сумуються під час входження в місця контакту елементів фарбодрукарської системи й діляться при виході з них. Крім того, потоки фарби переміщуються поверхнею розтирального циліндра 2 ще й в осьовому напрямку. Накочувальний валик 6 наносить фарбу на друкувальні елементи форми, закріплені на формному циліндрі ФЦ, а з поверхні друкарської форми через офсетний циліндр ОЦ передається на папір.

Для побудови математичної моделі фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром приймаємо наступні припущення: фарбодрукарську систему умовно ділимо на зони, кількість яких відповідає кількості зон регулювання подавання фарби; ширини зон рівні між собою; цикл роботи фарбоживильного пристрою відповідає одному оберту формного циліндра; період переміщення розтиральних циліндрів в осьовому напрямку дорівнює часу двох обертів формного циліндра;

довжини кіл валиків і циліндрів поділені на ціле число умовних одиниць; тривалість проходження потоку фарби поверхнею валиків і циліндрів шляху в 1 ум. од. відповідає одній відносній одиниці; лінійні швидкості поверхонь елементів фарбодрукарської системи рівні між собою; тиск у зонах контакту валиків і циліндрів є сталим; проковзування валиків і циліндрів відсутнє; під час роботи офсетної друкарської машини забезпечується баланс товщин подавання та відбору потоків фарби; за змінні приймаємо товщини потоків фарби в місцях контакту валиків і циліндрів та на матеріалі, що задруковується.

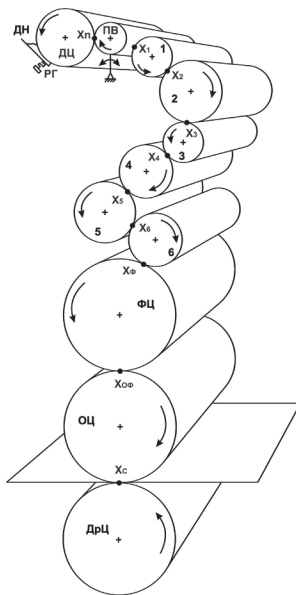


Рис. 1. Схема фарбодрукарської системи послідовної структури

З врахуванням прийнятих вище допущень та результатів праць [4, 5, 6] за структурною схемою фарбодрукарської системи (рис. 1), складаємо систему рівнянь, яка описує процес розподілу та передачі фарби в j -тій зоні:

$$x_n^j(z) = P_d^j(z)h_d^j(z) + R_n^j(z)x_{nd}^j(z) + R_n^{*j}(z)R_{dn}^j(z)x_1^j(z);$$

$$x_{nd}^j(z) = P_n^j(z)P_{nc}^j(z)x_n^j(z) + R_{n1}^j(z)x_{n1}^j(z);$$

$$x_{n1}^j(z) = P_{nd}^j(z)x_{nd}^j(z) + R_n^{*j}(z)P_p^j(z)x_1^j(z);$$

$$x_1^j(z) = P_n^j(z)P_{1n}^j(z)x_n^j(z) + P_n^{*j}(z)x_{n1}^j(z) + R_1^j(z)x_2^j(z);$$

$$x_2^j(z) = P_1^j(z)x_1^j(z) + R_2^j(z)x_3^j(z) + G_{2\leftarrow 3}^{j(j-1)}(z)x_3^{j-1}(z) + G_{2\leftarrow 3}^{j(j+1)}(z)x_3^{j+1}(z);$$

$$x_3^j(z) = P_2^j(z)x_2^j(z) + R_3^j(z)x_4^j(z) + G_{3\leftarrow 2}^{j(j-1)}(z)x_2^{j-1}(z) + G_{3\leftarrow 2}^{j(j+1)}(z)x_2^{j+1}(z);$$

$$x_4^j(z) = P_3^j(z)x_3^j(z) + R_4^j(z)x_5^j(z);$$

$$x_5^j(z) = P_4^j(z)x_4^j(z) + R_5^j(z)x_6^j(z);$$

$$x_6^j(z) = P_5^j(z)x_5^j(z) + R_6^j(z)x_6^j(z);$$

$$x_{\phi}^j(z) = P_6^j(z)x_6^j(z) + R_{\phi}^j(z)x_{\phi}^j(z);$$

$$x_{o\phi}^j(z) = P_{\phi}^j(z)x_{\phi}^j(z) + R_{o\phi}^j(z)x_c^j(z);$$

$$x_c^j(z) = P_{o\phi}^j(z)x_{o\phi}^j(z); \quad h_c^j(z) = P_c^j(z)x_c^j(z);$$

де $x_i^j(z)$, $x_{\phi}^j(z)$, $x_{o\phi}^j(z)$, $x_c^j(z)$ — z -зображення товщин потоків фарби в зонах контакту елементів фарбодрукарської системи в кожній j -тій зоні; $x_n^j(z)$, $x_{nd}^j(z)$, $x_1^j(z)$, $x_{n1}^j(z)$ — z -зображення товщин потоків фарби в зонах контакту елементів фарбоживильного пристрою; $h_d^j(z)$ — z -зображення товщин зонального подавання фарби; $h_c^j(z)$ — z -зображення товщин фарби на друкарському відбитку в кожній j -тій зоні; $P_{\text{зс}}^j(z)$, $P_p^j(z)$, $P_{nd}^j(z)$, $P_{1n}^j(z)$, $R_{n1}^j(z)$, $R_{dn}^j(z)$, $P_n^j(z)$, $R_n^j(z)$, $P_n^{*j}(z)$, $R_n^{*j}(z)$ — оператори формування передавання фарби фарбоживильного пристрою [7]; $P_d^j(z)$ — оператор зонального подавання фарби на вхід фарбодрукарської системи; $P_i^j(z) = \alpha_i z^{-p_i}$; $R_i^j(z) = \gamma_i z^{-r_i}$; $P_2^j(z) = (\alpha_2 - \alpha_{2n}(z) - \alpha_{2n}(z))z^{-p_2}$; $R_2^j(z) = (\gamma_2 - \gamma_{2n}(z) - \gamma_{2n}(z))z^{-r_2}$ — оператори передавання прямих та зворотних потоків фарби поверхню валіків і циліндрів у коловому напрямі кожної j -тої зони; $P_{\phi}^j(z) = \alpha_{\phi} F^j(z)z^{-p_{\phi}}$; $R_{\phi}^j(z) = \gamma_{\phi} z^{-r_{\phi}}$; $P_{o\phi}^j(z) = \alpha_{o\phi} z^{-p_{o\phi}}$; $R_{o\phi}^j(z) = \gamma_{o\phi} z^{-r_{o\phi}}$ — оператори передавання прямих і зворотних потоків фарби на поверхні валіків формного й офсетного циліндрів кожної зони; $P_c^j(z) = \beta$ — оператор передавання фарби з офсетного циліндра на папір у кожній j -тій зоні, α_i , α_{ϕ} , $\alpha_{o\phi}$ — коефіцієнти передавання прямих та зворотних — $\gamma_i = (1 - \alpha_{i+1})$, $\gamma_{\phi} = (1 - \alpha_{o\phi})$, $\gamma_{o\phi} = (1 - \beta)$ потоків фарби в місцях контакту елементів фарбодрукарської системи; z^{-p_i} , z^{-r_i} , $z^{-p_{\phi}}$, $z^{-r_{\phi}}$, $z^{-p_{o\phi}}$, $z^{-r_{o\phi}}$ — транспортні запізнення передавання фарби елементами фарбодрукарської системи; β — коефіцієнт передавання фарби на відбиток; $F^j(z)$ — оператор формування навантаження, який відображає характер заповнення форми друкувальними елементами в кожній j -тій зоні [8]; $G_{3\leftarrow 2}^{j(j-1)}(z) = \alpha_{2n}(z)z^{-p_2}$; $G_{2\leftarrow 3}^{j(j-1)}(z) = \gamma_{2n}(z)z^{-r_2}$; $G_{3\leftarrow 2}^{j(j+1)}(z) = \alpha_{2n}(z)z^{-p_2}$; $G_{2\leftarrow 3}^{j(j+1)}(z) = \gamma_{2n}(z)z^{-r_2}$ — оператори передавання осьового переміщення потоків фарби розтиральним циліндром, відповідно вправо та вліво; $\alpha_{in}(z)$, $\gamma_{in}(z)$ — z -зображення передавання прямих і зворотних потоків фарби вправо та вліво $\alpha_{in}(z)$, $\gamma_{in}(z)$ [9].

За системою рівнянь побудовано структурну схему (рис. 2), на основі якої розроблено симулятор моделі фарбодрукарської системи в середовищі Matlab-Simulink.

Визначення кількості циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи до початку друкування реалізовано на основі розробленої технології, алгоритм якої представлено на рис. 3. Відповідно до блоків алгоритму 1–5 на підставі даних про зональні коефіцієнти заповнення форми k_3^j визначаються зональні товщини потоків подавання фарби h_d^j на вхід фарбодрукарської системи за умови, що вся фарба передається на відбиток. Симулювання проводиться до виходу фарбодрукарської системи на усталений режим з отриманням нормованих значень товщин фарби на відбитках у кожній зоні h_c^{st} . За результатами симулювання визначаються

середні значення товщин потоків фарби на поверхні накочувального валика в кожній зоні h_n^j (блок 6).

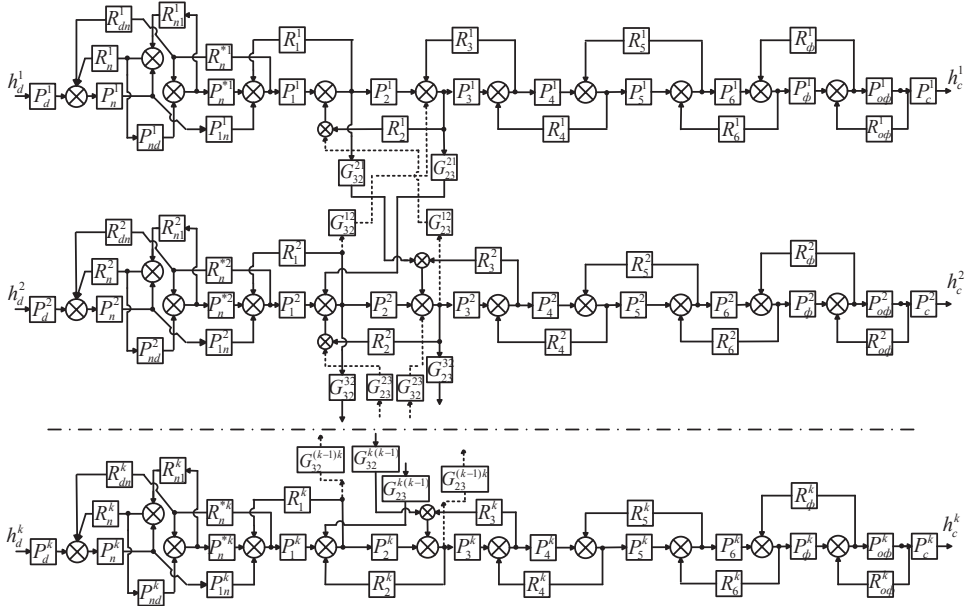


Рис. 2. Структурна схема фарбодрукарської системи послідовної структури з розтиральним циліндром

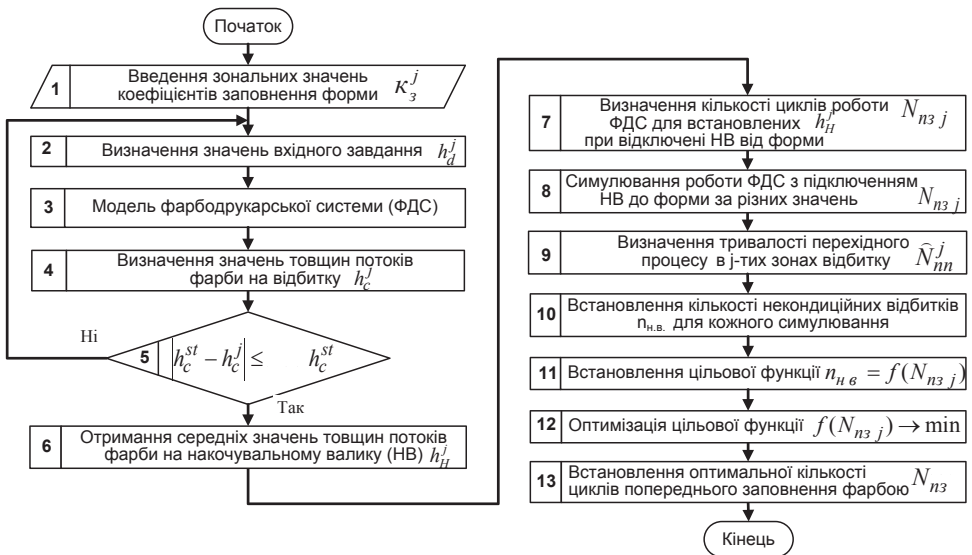


Рис. 3. Алгоритм визначення оптимальної кількості циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром

Виконуючи умову блоку 7, в моделі фарбодрукарської системи віртуально від'єднується накочувальний валик від форми та проводяться симулювання з

визначенням кількості циклів роботи фарбодрукарської системи N_{nzj} (j — кількість зон друкарської форми з різною щільністю заповнення друкувальними елементами), за яких товщина потоку фарби в різних зонах накочувального валика досягне отриманого значення h_n^j . Це відповідатиме тривалості попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи при різних значеннях k_3^j . Надалі (блок 8) вводяться отримані значення N_{nzj} в симулятор моделі та проводяться симулювання роботи фарбодрукарської системи. У момент коли кількість циклів роботи фарбодрукарської системи досягає значення N_{nzj} підключається накочувальний валик до форми та фіксуються перехідні процеси в кожній зоні. Симулювання проводяться для кожного визначеного значення N_{nzj} . Визначається кількість циклів роботи фарбодрукарської системи \hat{N}_{nn}^j до досягнення усталеного значення товщини потоку фарби в кожній зоні відбитка (блок 9). Згідно блоку 10 кількість некондиційних відбитків $n_{н.в}$ буде визначатися максимальним значенням \hat{N}_{nn}^j . Процес симулювання повторюється для кожного значення N_{nzj} , встановлюючи водночас зв'язок між N_{nzj} та кількістю некондиційних відбитків $n_{н.в}$, які будуть формувати характер цільової функції (блок 11). Дотримуючись алгоритму відповідно до блоків 12–13 за видом цільової функції $n_{н.в} = f(N_{nzj})$ та допустимою областю розв'язків $[N_{nzj \min}, N_{nzj \max}]$ використовуючи методи математичного програмування знаходимо оптимальне значення N_{nzj} . Критерієм оптимальності буде мінімальне значення цільової функції $f(N_{nzj}) \rightarrow \min$. Визначена в такий спосіб кількість робочих циклів N_{nzj} буде оптимальною N_{nz}^{onm} для попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи, а кількість некондиційних відбитків — мінімальною.

Для проведення симулювання в симуляторі геометричні розміри фарбодрукарської системи задаємо через відповідні транспортні запізнення. Приймаємо, що значення коефіцієнтів передавання фарби в точках контакту елементів фарбової системи $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$, а коефіцієнт передавання фарби на папір — $\beta = 0,7$. Проводимо дослідження п'ятизонної послідовної фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром при зональних коефіцієнтах заповнення форми від 0,1 до 0,5 з кроком 0,1. Здійснимо визначення кількості оптимальних циклів попереднього заповнення фарбою послідовної фарбодрукарської системи за двох режимів роботи фарбодрукарської системи: при відключенні та ввімкненні розтирального циліндра. Процес визначення здійснюємо за технологією, алгоритм якої представлений на рис. 3. Результати етапів симулювання, які описані в блоках алгоритму 1–7 для двох режимів роботи фарбодрукарської системи послідовної структури наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Визначення кількості циклів попереднього заповнення фарбою N_{nzj} послідовної фарбодрукарської системи для встановлених значень h_n^j

| Режим | без розтирального циліндра | | | | | з розтиральним циліндром | | | | |
|---------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| № зони | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| k_3^j | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |

Продовження табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| h_{nz}^j , мкм | 3,325 | 3,247 | 3,238 | 3,250 | 3,284 | 3,264 | 3,241 | 3,233 | 3,249 | 3,330 |
| N_{nzj} , циклів | 88 | 50 | 36 | 29 | 24 | 56 | 46 | 37 | 30 | 25 |

Тривалість виходу на усталений режим кожної зони залежить від щільності заповнення форми друкувальними елементами. Проте, весь відбиток загалом досягне нормованих значень лише за максимальної кількості циклів роботи машини. Відповідно, стільки ж відбитків за такого режиму друкування будуть некондиційними. А це становить приблизно при роботі фарбодрукарської системи без ввімкненого розтирального циліндра 250 відбитків, а при його ввімкненні — 200 відбитків. Аналіз результатів симулювання показує, що дія розтирального циліндра призводить до зміни кількості циклів попереднього заповнення фарбою при різних значеннях коефіцієнтів заповнення форми друкувальними елементами. Так при $k_3^j = 0,1$ дія розтирального циліндра призводить до зменшення кількості циклів попереднього заповнення фарбою в 1,6 раз.

Проведемо симулювання фарбодрукарської системи за кожного конкретного значення N_{nzj} для визначення кількості некондиційних відбитків (блоки алгоритму 8–10) та виконаємо розрахунки щодо оптимізації результатів симулювання. Результати проведених операцій для двох режимів роботи фарбодрукарської системи представлені в таблиці 2, а їхнє графічне відображення на рис. 4.

За результатами мінімізації цільових функцій приймаємо, що оптимальною кількістю циклів попереднього заповнення фарби у фарбодрукарській системі при ввімкненні розтирального циліндра буде $N_{nz}^{omm} = 39$ циклів, а при його відключенні — $N_{nz}^{omm} = 70$ циклів.

Таблиця 2

Опрацювання результатів симулювання для визначення N_{nz}^{omm} послідовної фарбодрукарської системи для двох режимів роботи

| k_3^j | без розтирального циліндра | | | | | з розтиральним циліндром | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|--------------------------|-----|----|----|-----|
| | кількість циклів попереднього заповнення фарбою, N_{nzj} | | | | | | | | | |
| | 24 | 29 | 36 | 50 | 88 | 25 | 30 | 37 | 46 | 56 |
| тривалість перехідного процесу в j -тих зонах відбитка, \hat{N}_{nn}^j | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 0,10 | 220 | 210 | 208 | 122 | 27 | 116 | 102 | 87 | 44 | 138 |
| 0,20 | 113 | 92 | 88 | 29 | 128 | 88 | 79 | 54 | 9 | 120 |
| 0,30 | 50 | 48 | 9 | 83 | 133 | 63 | 47 | 5 | 57 | 102 |
| 0,40 | 22 | 3 | 28 | 92 | 143 | 42 | 22 | 25 | 67 | 94 |

Продовження табл. 2

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|--|-----|----|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 0,50 | 5 | 39 | 72 | 101 | 156 | 31 | 20 | 34 | 96 | 85 |
| $n_{н.в.}$ | 220 | 210 | 208 | 122 | 156 | 116 | 102 | 87 | 96 | 138 |
| $n_{н.в.} = f(N_{нзj})$ | $n_{н.в.} = -101,63 + 26,9025 \cdot N_{нзj} - 0,6816 \cdot N_{нзj}^2 + 0,0047 \cdot N_{нзj}^3$ | | | | | $n_{н.в.} = 256,25 - 6,6014 \cdot N_{нзj} + 0,0086 \cdot N_{нзj}^2 + 0,0013 \cdot N_{нзj}^3$ | | | | |
| $f(N_{нзj}) \rightarrow \min$ | $N_{нзj} = 69,035$ | | | | | $N_{нзj} = 38,99$ | | | | |
| | $f(N_{нзj})_{\min} = 54,05$ | | | | | $f(N_{нзj})_{\min} = 88,99$ | | | | |
| $N_{нз}^{opt}$ | $N_{нз}^{opt} = 70$ | | | | | $N_{нз}^{opt} = 39$ | | | | |
| | $n_{н.в.} = 62$ | | | | | $n_{н.в.} = 67$ | | | | |

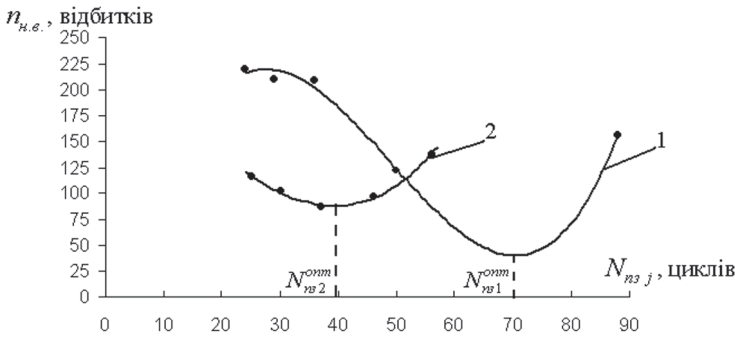


Рис. 4. Цільові функції оптимізації результатів симулювання для фарбодрукарської системи: 1 – без розтирального циліндра, 2 – з розтиральним циліндром.

Висновок. У результаті моделювання та аналізу фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром встановлено, що запропонована інформаційна технологія визначення оптимальної кількості циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром дає можливість скоротити час перехідного процесу та зменшити кількість некондиційних відбитків при виході системи на усталений режим роботи. При застосуванні цієї технології час виходу фарбодрукарської системи на усталений режим роботи скорочується: при ввімкненому розтиральному циліндрі в 5 разів, а при його відключенні – в 3,6 разів. Відповідно, кількість некондиційних відбитків зменшується в тричі. Розроблена інформаційна технологія може бути використана для оптимізації часу виходу фарбодрукарських систем реальних офсетних машин на робочий режим, що дасть можливість спростити підготовку друкарських машин до друку та суттєво зменшити відповідні технологічні витрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Луцків М. М., Верхола М. І., Гук І. Б. Визначення часу перехідного процесу в фарбових апаратах друкарських машин. *Комп'ютерні технології друкарства*. 1999. № 3. С. 237–242.

2. Верхола М. І., Споляк Р. М. Моделювання та експериментальне дослідження перехідного процесу фарбодрукарської системи HEIDELBERG GTO-52-2/-P /. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2011. № 26. С. 3–15.
3. Dr. Haas. FOGRA Report 3.279 Regeltechnische Charakterisierung der Farbwerke von Bogenoffset maschinen. München, FOGRA. 1994.
4. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства. Москва: МГУП, 2003. 1280 с.
5. Печатное оборудование / Митрофанов В. П., Тюрин А. А., Бирбраер Е. Г., Штоляков В. И. Москва: Издательство МГУП, 1999. 443 с.
6. Інформаційна технологія перевірки достовірності моделей фарбодрукарських систем з розтиральними циліндрами / Верхола М. І., Гук І. Б., Пановик У. П., Споляк Р. М. *Науковий журнал «Технологічні комплекси»*. 2015. № 1/1(11). С. 53–63.
7. Верхола М. І., Пановик У. П. Комп'ютерне визначення оптимальної кількості робочих циклів фарбодрукарської системи для попереднього заповнення її фарбою. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2015. № 2 (34). С. 59–71.
8. Верхола М. І., Гук І. Б., Бабінець В. М. Моделювання та аналіз впливу розміщення друкуючих елементів на формі на процес розподілу фарби у фарбових системах. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2007. № 18. С. 5–21.
9. Верхола М. І., Гук І. Б. Моделювання та визначення розподілу фарби в динаміці у фарбових системах з розтиральними циліндрами. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2006. № 16. С. 3–13.

REFERENCES

1. Lutskev, M. M., Verkhola, M. I., & Huk, I. B. (1999). Vyznachennia chasu perekhidnoho protsesu v farbovykh aparatakh drukarskykh mashyn: Komp'uterni tekhnologii drukarstva, 3, 237–242 (in Ukrainian).
2. Verkhola, M. I., & Spoliak, R. M. (2011). Modeliuvannia ta eksperymentalne doslidzhennia perekhidnoho protsesu farbodrukarskoi systemy HEIDELBERG GTO-52-2/-P/: Komp'uterni tekhnologii drukarstva, 26, 3–15 (in Ukrainian).
3. Dr. Haas. (1994). FOGRA Report 3.279 Regeltechnische Charakterisierung der Farbwerke von Bogenoffset maschinen. München, FOGRA (in German).
4. Kippkhan, G. (2003). Entciklopediia po pechatnym sredstvam informatcii. Tekhnologii i sposoby proizvodstva. Moskva: MGUP (in Russian).
5. Mitrofanov, V. P., Tiurin, A. A., Birbraer, E. G., & Shtoliakov, V. I. (1999). Pечатное оборудование. Moskva: Izdatelstvo MGUP (in Russian).
6. Verkhola, M. I., Huk, I. B., Panovyk, U. P., & Spoliak, R. (2015). M.Informatsiina tekhnolohiia perevirky dostovirnosti modelei farbodrukarskykh system z roztyrallymy tsylindramy: Naukovyi zhurnal «Tekhnolohichni kompleksi», 1/1(11), 53–63 (in Ukrainian).
7. Verkhola, M. I., & Panovyk, U. P. (2015). Komp'uterne vyznachennia optymalnoi kilkosti robochykh tsykliv farbodrukarskoi systemy dlia poperednoho zapovnennia yii farboiu.: Komp'uterni tekhnologii drukarstva, 2 (34), 59–71 (in Ukrainian).
8. Verkhola, M. I., Huk, I. B., & Babinets, V. M. (2007). Modeliuvannia ta analiz vplyvu rozmishchennia drukuiuchykh elementiv na formi na protses rozpodilu farby u farbovykh systemakh: Komp'uterni tekhnologii drukarstva, 18, 5–21 (in Ukrainian).

9. Verkhola, M. I., & Huk, I. B. (2006). Modeliuvannia ta vyznachennia rozpodilu farby v dynamitsi u farbovykh systemakh z roztyrallynymy tsylindramy: Komp'uterni tekhnologii drukarstva, 16, 3–13 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/0554-4866-2018-1-75-90-99

**DETERMINATION OF THE OPTIMAL AMOUNT OF CYCLES
FOR PREVIOUS INK FILLING OF INK PRINTING SYSTEM
WITH ACCOUNT OF THE OSCILLATOR ROLLER INFLUENCE**

M. I. Verkhola, U. P. Panovyk

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
ulianapanovuk@gmail.com*

The presented article is devoted to the process research for previous ink filling at an ink printing system before printing. A mathematical model of consistent structure ink printing system with the oscillator roller has been developed which takes into account the process of the circular and axial distribution of ink when transporting it from the ink feeding unit to the printed material. On the basis of the mathematical model, a simulator of an ink printing system in the Matlab-Simulink environment has been constructed, which makes it possible to conduct the research of the ink transfer process taking into account various perturbations influence. The research and analysis of the ink printing system switching to the steady working mode at different coefficients of the plate filling with the printing elements has been carried out. An information technology for determining the optimal amount of cycles for previous ink filling at an ink printing system with oscillator roller has been developed. The implementation of this technology is based on a computer simulation of the ink distribution and transfer in this system to obtain the thickness of ink on the surface of the form roller. On the basis of the data obtained during the simulation of the ink printing system's work, the number of the system's working cycles for its previous ink filling at different loads is determined. Applying the methods of minimization to the obtained data, the optimum number of cycles for previous ink filling of an ink printing system is determined at which the least amount of substandard imprints will be received. According to the researches, which are presented in the form of tables and a graph, the nature of the dependence of the cycles for previous ink filling at an ink printing system taking into account of the oscillator roller influence has been established.

The suggested information technology for determining the optimal amount of working cycles for previous ink filling at an ink printing system can be applied to ink printing systems of any structure. This technology makes it possible to simplify the preparation of the printing press for printing and to reduce substantially the costs of ink and paper during the ink printing system switching to the printing working mode.

Keywords: *ink printing system, mathematical model, working mode, transition process, previous ink filling of system, computer simulation, information technology.*

Стаття надійшла до редакції 30.01.2018.

Received 30.01.2018.