

УДК 681.624

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ДО ДРУКУ ФАРБОДРУКАРСЬКОЇ СИСТЕМИ З ТРЬОМА НАКОЧУВАЛЬНИМИ ВАЛИКАМИ

У. П. Пановик

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

Стаття є продовженням дослідження процесу оптимізації підготовки фарбодрукарської системи до друку. Розроблено технологію скорочення часу виходу фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками на установленій робочій режим. Комп'ютерним симулюванням процесу розподілу та передачі фарби в цій системі, з використанням виразу для визначення оптимальної товщини шару фарби на поверхні третього накочувального валика, визначено оптимальну кількість робочих циклів попереднього заповнення фарбою системи до моменту під'єднання накочувальних валиків до форми. Це суттєво скорочує час виходу системи на робочий режим та значно зменшує кількість некондиційних відбитків. Описано процес визначення оптимальної кількості циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками при різних навантаженнях. Встановлено характер залежності циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи від навантаження.

Ключові слова: фарбодрукарська система, робочий режим роботи, перехідний процес, оптимізація друкарського процесу, попереднє заповнення фарбою системи, комп'ютерне симулювання.

Постановка проблеми. Для суттєвого зменшення кількості бракованої продукції та фарби треба оптимізувати процес виходу фарбодрукарських систем офсетних машин на робочий режим іще на стадії підготовки до друку, який включає в себе етап попереднього розкочування фарби у фарбодрукарській системі до моменту подачі команди на друк. У сучасних машинах, які обладнані системами автоматичного керування, попереднє розкочування фарби здійснюється при використанні відповідного програмного забезпечення на базі даних файлу оригінал-макету. Однак в Україні експлуатується чимало офсетних друкарських малоформатних машин, які не обладнані відповідними системами, цей процес здійснюється на основі досвіду та інтуїції друкаря. Враховуючи, що продукція, яку виготовляють, може мати різний характер, інтуїтивно визначити момент підключення накочувальних валиків до форми практично неможливо. Тому оптимізація процесу підготовки фарбодрукарської системи офсетної машини до друку є актуальним завданням.

У статті запропоновано дослідження процесу скорочення тривалості виходу на усталений режим роботи фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками за допомогою визначення оптимальної кількості циклів попереднього заповнення фарбою системи до моменту контакту накочувальних валиків із формою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Особливістю фарбодрукарських систем офсетних машин є значна тривалість їхнього виходу на усталений режим роботи. Час перехідного процесу залежить, перш за все, від кількості валиків та циліндрів та їхніх геометричних розмірів [1]. Що більше валиків і циліндрів у фарбодрукарській системі, то більшим є час виходу її на усталений режим роботи. Тривалість перехідного процесу залежить також і від площі заповнення форми друкарськими елементами. Що менша площа друкувальних елементів, то більшою є тривалість виходу фарбодрукарської системи на робочий режим [2]. Час перехідних процесів може змінюватись і під час регулювання подачі фарби у фарбоживильному пристрої. Так, в офсетних друкарських машинах тривалість перехідного процесу при зміні загальної подачі фарби відповідає часу друку — 300 відбитків, а при зміні зональної подачі фарби — 500–600 відбитків [3]. Результати дослідження процесу виходу фарбодрукарської системи на усталений режим її роботи подані в наукових працях [4, 5]. У публікації [4] наведено приклад для визначення часу перехідного процесу фарбодрукарської системи. У роботі [5] проведено моделювання та експериментальне дослідження перехідного процесу виходу фарбодрукарської системи офсетної машини на робочий режим. Але у жодній з цих робіт не розглянуто питання зменшення тривалості перехідного процесу через оптимізацію попереднього заповнення фарбодрукарської системи фарбою до моменту подачі команди на друк.

Мета статті — розробити алгоритм визначення кількості циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками для скорочення часу її підготовки до друку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо поставлене завдання на прикладі фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками. Шар фарби подається фарбоживильним пристроєм через передавальний валик ПВ у розкочувальну групу 1, 2, 3,...7, де розкочується накладанням потоків фарби при входженні у зону контакту валиків і циліндрів та одночасного розщеплення фарби при виході з цих зон. Цей шар зменшується за товщиною до потрібного значення, після чого накочується валиками 8, 9, 10 безпосередньо на друкарську форму, яка закріплена на формному циліндрі Ф. Процес нанесення фарби на форму завершує третій накочувальний валик, який перебуває у позиції 8. Далі фарба з форми за допомогою офсетного циліндра ОФ передається на папір, який проходить між офсетним і друкарським циліндрами. Процес передачі прямих і зворотних потоків фарби в фарбодрукарській системі з трьома накочувальними валиками подано на рис. 1.

$$A(z) = \begin{pmatrix} 0 & R_n(z) & 0 & R_n^*(z)R_{dn}(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ P_{\alpha}(z)P & (z) & 0 & R_1(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_{nd}(z) & 0 & R_n^*(z)R_p(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ P_n(z)P_{1n}(z) & 0 & P_n^*(z) & 0 & R_1(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_1(z) & 0 & R_2(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_2(z) & 0 & R_3(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_3(z) & 0 & R_4(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_4(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{5,3}(z) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_5(z) & 0 & R_6(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_6(z) & 0 & 0 & R_{7,2}(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_7(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_8(z) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{7,1}(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_9(z) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{5,1}(z) & 0 & 0 & P_{3,1}(z) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{5,2}(z) & 0 & R_{10}(z) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{10}(z) & 0 & 0 & 0 & R_{\delta}(z) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{9,2}(z) & 0 & P_{\delta,1}(z) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_8(z) & 0 & 0 & P_{\delta,2}(z) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{\delta,3}(z) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{i\delta}(z) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{i\delta}(z) & 0 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

де $x_l(z)$, $x_\phi(z)$, $x_{of}(z)$, $x_c(z)$ — товщини шарів фарби в зонах контакту елементів фарбодрукарської системи; $x_n(z)$, $x_{nd}(z)$, $x_1(z)$, $x_{n1}(z)$ — товщини шарів фарби в зонах контакту елементів фарбоживильного пристрою; h_d — товщина шару фарби на поверхні дукторного циліндра; $P_{ж}(z)$, $P_p(z)$, $P_n(z)$, $R_n(z)$, $P_n^*(z)$, $R_n^*(z)$, $P_{nd}(z)$, $P_{1n}(z)$, $R_{1n}(z)$, $R_{dn}(z)$, $P_d(z)$, $R_d(z)$ — оператори формування передачі фарби фарбоживильного пристрою [6]; $P_i(z)$, $R_i(z)$ — оператори передачі прямих і зворотних потоків фарби поверхнею валиків і циліндрів; $P_\phi(z)$, $R_\phi(z)$, $P_{of}(z)$, $R_{of}(z)$ — оператори передачі прямих і зворотних потоків фарби на поверхні валиків формного й офсетного циліндрів; $P_c(z)$ — оператор передачі фарби на папір; $h_c(z)$ — товщина шару фарби на друкарському відбитку. Оператори передачі прямих і зворотних потоків фарби поверхнею валиків і циліндрів елементами фарбодрукарської системи на основі роботи [8] можна подати таким чином:

$$\begin{aligned} P_1(z) &= (P_p(z)\alpha_1 + \bar{P}_p(z))z^{-P_1}, & P_i(z) &= \alpha_i z^{-P_i}, & R_i(z) &= (1 - \alpha_{i+1})z^{-r_i}, \\ R_8(z) &= (1 - \alpha_{\phi 3} F(z)z^{-(P_{\phi 1} + P_{\phi 2})})z^{-r_8}, & R_9(z) &= (1 - \alpha_{\phi 2} F(z)z^{-P_{\phi 1}})z^{-r_9}, \\ R_{10}(z) &= (1 - \alpha_{\phi 1} F(z))z^{-r_{10}}, & P_{\phi 1}(z) &= \alpha_{\phi 1} F(z)z^{-P_{\phi 1}}, & P_{\phi 2}(z) &= \alpha_{\phi 2} F(z)z^{-(P_{\phi 1} + P_{\phi 2})}, \\ P_{\phi 3}(z) &= \alpha_{\phi 3} F(z)z^{-(P_{\phi 1} + P_{\phi 2} + P_{\phi 3})}, & R_\phi(z) &= (1 - \alpha_{of})z^{-r_\phi}, & P_{of}(z) &= \alpha_{of} z^{-P_{of}}, \\ R_{of}(z) &= (1 - \beta)z^{-r_{of}}, & P_c(z) &= \beta, \end{aligned} \quad (4)$$

де α_i — коефіцієнти передачі прямих та $(1 - \alpha_i)$ — зворотних потоків фарби в місцях контакту елементів фарбодрукарської системи; z^{-P_i} , z^{-r_i} — транспортні запізнення передачі фарби в коловому напрямку; $F(z)$ — оператор формування навантаження [8]; β — коефіцієнт передачі фарби на відбиток.

На основі математичної моделі фарбодрукарської системи (1–2) та її структурної схеми (рис. 1) для дослідження процесів розкочування та передачі фарби будемо симулятор фарбодрукарської системи в середовищі Matlab-Simulink (рис. 2).

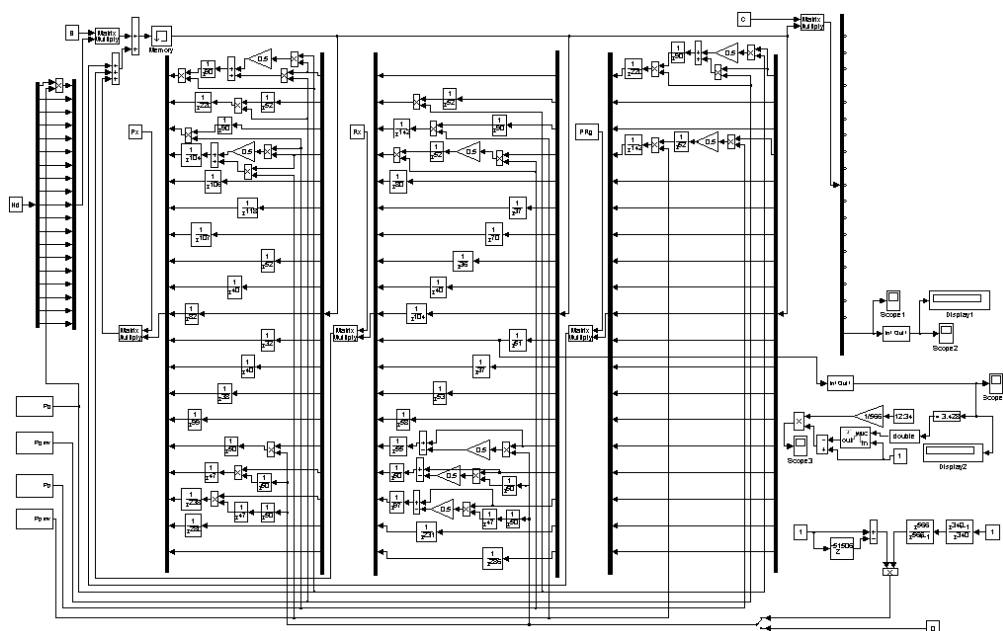


Рис. 2. Симулятор фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками

Проведемо дослідження впливу щільності заповнення форми друкувальними елементами на час попереднього розкочування фарби. Для проведення симулювання геометричні розміри фарбодрукарської системи задаємо через відповідні транспортні запізнення при передачі прямих і зворотних потоків фарби p_i , r_i . Задаємо значення коефіцієнтів передачі фарби в точках контакту елементів фарбової системи $\alpha_i = (1 - \alpha_{i+1}) = 0,5$, а коефіцієнт передачі фарби на папір — $\beta = 0,7$. Симулювання проводимо за технологією, алгоритм послідовності якої наведено на рис. 3.

На основі даних про інтенсивність заповнення форми друкувальними елементами k_z визначаємо товщину шару подачі фарби на вхід фарбодрукарської системи $h_d(z)$ за умови отримання на виході фарбодрукарської системи нормованого значення товщини шару фарби на відбитку h_c^{st} в 1 мкм. При введенні в симулятор вхідного завдання проводиться симулювання до виходу фарбодрукарської системи на усталений режим (рис. 4 а). Оскільки третій накочувальний валик у напрямку руху форми завершує процес нанесення фарби на форму, то визначатимемо середнє значення товщини шару фарби на поверхні третього накочувального валика h_n при отриманні на виході фарбодрукарської системи нормоване значення товщини шару фарби на відбитку. Після віртуального від'єднання накочувальних валиків від форми здійснюється симулювання до моменту, коли товщина шару фарби на третьому накочувальному валику дорівнюватиме h_n і визначається кількість циклів N_u . Далі проводяться повторні симулювання для уточнення значень N_u доти, доки кількість некондиційних відбитків буде зведена до мінімуму. В результаті симулювань отримаємо оптимальну кількість циклів роботи машини N_u^{opt} для попереднього заповнення фарбодрукарської системи фарбою до моменту подачі команди на друк (рис. 4 б).

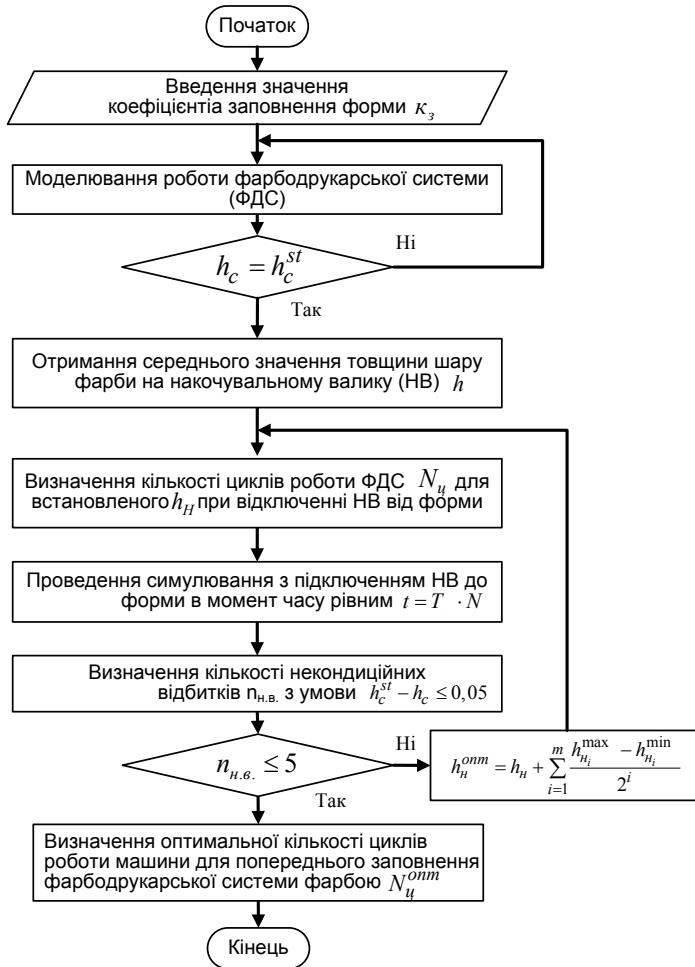


Рис. 3. Блок-схема алгоритму визначення кількості циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи

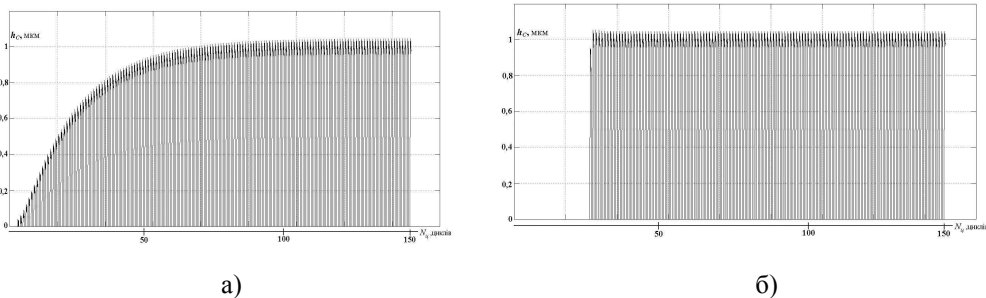


Рис. 4. Перехідний процес виходу фарбодрукарської системи на усталений режим при $k_3 = 0,7$:
 а — без попереднього заповнення системи фарбою,
 б — з попереднім оптимальним заповнення системи фарбою до початку друку

Проводимо симулювання роботи фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками для різної щільності заповнення форми друкувальними елементами. Результати подано у табл. 1 та у вигляді графіка на рис. 5.

Таблиця 1

Визначення N_u^{opt} попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками при різних навантаженнях

k_3	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
h_d , мкм	11,17	15,29	18,97	26,78	34,61	42,46	50,91	58,68	66,04	73,89	81,7
h_u , мкм	2,611	2,622	2,634	2,652	2,685	2,731	2,784	2,816	2,852	2,876	2,933
N_u^{opt}	116	83	66	47	38	32	28	25	23	21	20

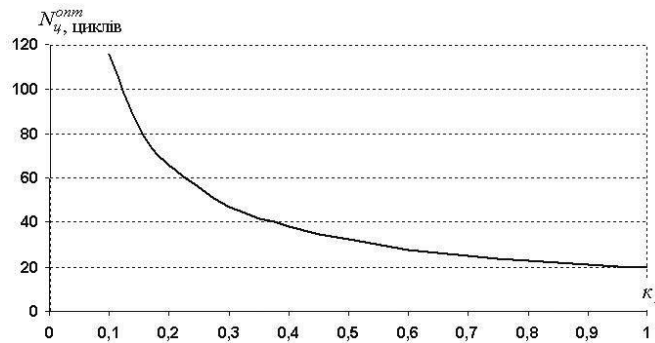


Рис. 4. Графічна залежність $N_u^{opt} = f(k_3)$ для фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками

Із графіка видно, що залежність $N_u^{opt} = f(k_3)$ є степеневою. Внаслідок апроксимації результатів симулювання встановлено, що ця залежність описується рівнянням $N_u^{opt} = 19,182 \cdot k_3^{-0,7688}$. Спостерігається збільшення оптимальної кількості циклів попереднього заповнення фарбодрукарської системи фарбою при зменшенні коефіцієнта заповнення форм. Особливо великий приріст N_u^{opt} відбувається при зменшенні k_3 від 0,4 до 0,1.

Висновки. Складено векторно-матричну модель фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками і на її основі для дослідження процесів розкочування і передачі фарби побудовано симулятор фарбодрукарської системи в середовищі Matlab-Simulink. Розроблено алгоритм визначення кількості циклів попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи для скорочення часу підготовки фарбодрукарської системи з трьома накочувальними валиками до друку. Результати досліджень показали, що при застосуванні розробленої інформаційної технології скорочується час виходу фарбодрукарської системи на усталений режим і суттєво зменшується кількість некондиційної продукції. Так, наприклад, у випадку одночасної подачі аркушів із включенням подачі фарби без попереднього

заповнення фарбодрукарської системи фарбою, при $k_3 = 0,7$, час перехідного процесу становить більше ніж 100 циклів роботи машини, то майже стільки ж відбитків при такому режимі друку будуть некондиційними. При застосуванні цієї технології час заповнення фарбодрукарської системи фарбою становить 25 циклів і при цьому отримуємо лише два некондиційних відбитка. Тобто, час виходу фарбодрукарської системи на усталений режим роботи скорочується в чотири рази, а кількість некондиційних відбитків — у 50 разів. Встановлено, що на зміну часу попереднього заповнення фарбодрукарської системи фарбою до моменту подачі команди на друк суттєво впливає щільність заповнення форми друкувальними елементами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Штоляков В. И. Печатное оборудование: учебник / В. И. Штоляков, В. Н. Румянцев ; Моск. гос. ун-т печати. — М. : МГУП, 2011. — 519 с.
2. Батюшко А. Л. Проблемы автоматизации офсетного печатного процесса / А. Л. Батюшко, С. П. Вартанян, Э. И. Избицкий, Б. В. Каган. — М. : Книга, 1978. — 96 с.
3. Ефимов М. В. Автоматизация технологических процессов полиграфии / М. В. Ефимов, Г. Д. Толстой. — М. : Книга, 1989. — 542 с.
4. Луцків М. М. Визначення часу перехідного процесу в фарбових апаратах друкарських машин / М. М. Луцків, М. І. Верхола, І. Б. Гук // Комп'ютерні технології друкарства. — 1999. — № 3. — С. 237–242.
5. Верхола М. І. Моделювання та експериментальне дослідження перехідного процесу фарбодрукарської системи HEIDELBERG GTO-52-2/-P / М. І. Верхола, Р. М. Споляк // Комп'ютерні технології друкарства. — 2011. — № 26. — С. 3–15.
6. Верхола М. І. Комп'ютерне визначення оптимальної кількості робочих циклів фарбодрукарської системи для попереднього заповнення її фарбою / М. І. Верхола, У. П. Пановик // Комп'ютерні технології друкарства. — 2015. — № 2 (34). — С. 59–71.
7. Пановик У. П. Інформаційна технологія оптимізації процесу попереднього заповнення фарбою фарбодрукарської системи з двома накочувальними валиками / У. П. Пановик // Поліграфія і видавнича справа. — 2016. — № 1 (71). — С. 60–66.
8. Верхола М. І. Моделювання та аналіз впливу розміщення друкуючих елементів на форми на процес розподілу фарби у фарбових системах / М. І. Верхола, І. Б. Гук, В. М. Бабінець // Комп'ютерні технології друкарства. — 2007. — № 18. — С. 5–21.

REFERENCES

1. Shtolyakov, V. I. (2011). Pечатное оборудование. Moskva: Izdatel'stvo MGUP (in Russian).
2. Batyushko, A. L., Vartanyan, S. P., Izbitskiy, E. I., & Kagan, B. V. (1978). Problemyi avtomatizatsii ofsetnogo pechatnogo protsesssa. Moskva: Kniga (in Russian).
3. Efimov, M. V. (1989). Avtomatizacija tehnologicheskikh processov poligrafii. Moskva: Kniga (in Russian).
4. Luckiv, M. M., Verhola, M. I. & Guk, I. B. (1999). Vyznachennja chasu perehidnogo procesu v farbovyh aparatah drukars'kyh mashyn. Komp'yuterni tehnologii' drukarstva, 3, 237–242 (in Ukrainian).

5. Verhola, M. I. & Spoljak, R. M. (2011). Modeljuvannja ta eksperymental'ne doslidzhennja perehidnogo procesu farbodrukars'koi' systemy HEIDELBERG GTO-52-2/-P. Komp'juterni tehnologii' drukarstva, 26, 3–15 (in Ukrainian).
6. Verhola, M. I. & Panovyk, U. P. (2015). Komp'juterne vyznachennja optimal'noi' kil'kosti robochych cyklyv farbodrukars'koi' systemy dlja poperedn'ogo zapovnennja i'i' farboju Komp'juterni tehnologii' drukarstva, 2 (34), 59–71 (in Ukrainian).
7. Panovyk, U. P. (2016). Informatsiyna tekhnolohiya optymizatsiyi protsesu poperedn'oho zapovnennya farboju farbodrukars'koyi systemy z dvoma nakochuval'nymy valykamy. Polihrafiya i vydavnycha sprava, 1 (71), 60–66 (in Ukrainian).
8. Verkhola, M. I., Huk, I. B. & Babinets', V. M. (2007). Modelyuvannya ta analiz vplyvu rozmishchennya drukuyuchykh elementiv na formi na protses rozpodilu farby u farbovykh systemakh Komp'juterni tehnologii' drukarstva, 18, 5–1 (in Ukrainian).

INFORMATION TECHNOLOGY OF OPTIMIZATION PROCESS OF PREPARATION TO PRINTING FOR INK PRINTING SYSTEM WITH THREE FORM ROLLERS

U. P. Panovyk

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

The proposed article is a continuation of the research of the optimization process for ink printing system preparation to printing. The technology to reduce the time of ink printing system output with three form rollers on steady mode has been developed. The optimal amount of system's working cycles for its previous ink filling to the moment of connecting form rollers with a plate has been determined by computer simulation of ink distribution and transmission in ink printing system with using an expression to determine the optimal ink thickness on the surface of the third form roller. Such approach gives an opportunity to decrease substantially the time of output system on an operating mode and to reduce considerably the amount of substandard imprints. the process of determining the optimal amount of previous ink filling cycles of ink printing system with three form rollers at the different loading has been described. The dependence of previous ink filling cycles of ink printing system from loading has been set.

Keywords: *ink printing system, working mode, transition process, optimization of the printing process, ink pre-filling of system, computer simulation.*

Стаття надійшла до редакції 30.06.2016.

Received 30.06.2016.