

УДК 004.942:681.625.23

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗТИРАЛЬНИХ ЦИЛІНДРІВ НА РОЗПОДІЛ ПОТОКІВ ФАРБИ У ФАРБОДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ РОЗГАЛУЖЕНОЇ СТРУКТУРИ

М. І. Верхола, І. Б. Гук, М. І. Калитка

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

Розглянуто завдання дослідження впливу розтиральних циліндрів, які розміщені в різних позиціях схеми фарбодрукарської системи, на розподіл товщини фарби на поверхні друкарських відбитків. Для вирішення поставленого завдання розроблено сигнальний граф та математичну модель фарбодрукарської системи розгалуженої структури з трьома розтиральними циліндрами, які наочно відображають та математично описують процес розподілу і передачі фарби з врахуванням режиму роботи всіх елементів системи. У середовищі Matlab-Simulink побудовано симулятор, який дає змогу імітувати роботу фарбодрукарської системи. У процесі моделювання досліджено вплив розтиральних циліндрів, які розташовані в різних позиціях схеми фарбодрукарської системи, на розподіл фарби на виході системи. Виявлено, що перехідний процес розподілу фарби на виході фарбодрукарської системи під час осьового руху одного із циліндрів, що контактують із накочувальними валиками, закінчується майже вдвічі швидше порівняно з випадком, коли діє перший розтиральний циліндр, що контактує з фарбоживильним пристроєм. Встановлено, що з наближенням розтиральних циліндрів до виходу фарбодрукарської системи вплив їх на розподіл фарби в осьовому напрямку зменшується. Розроблений симулятор фарбодрукарської системи можна використовувати для визначення оптимальних параметрів налагодження розтиральних циліндрів.

Ключові слова: фарбодрукарська система, розтиральний циліндр, друкарська форма, фарбовідбитки, фарбоживильний пристрій, моделювання.

Постановка проблеми. У результаті дослідження офсетних друкарських машин встановлено, що на процес розподілу і передачі фарби у фарбодрукарських системах впливає низка факторів: характер заповнення форми друкувальними елементами; режими роботи розтиральних циліндрів; коефіцієнти передачі фарби в місцях контакту валиків і циліндрів; фарбосприймальні властивості матеріалу, що задруковується [1].

До складу фарбодрукарських систем офсетних машин входить декілька розтиральних циліндрів, один із яких контактує із фарбоживильним пристроєм, а інші — з накочувальними валиками. Основне призначення розтиральних циліндрів полягає у вирівнюванні фарби по ширині друкарських відбитків.

Більшість офсетних машин, що працюють на українських поліграфічних підприємствах, оснащені пристроями, які дають змогу здійснювати лише ручне налагодження режиму роботи розтиральних циліндрів. Проте, як впливає з практики експлуатації друкарських машин, налагодженню розтиральних циліндрів приділяється мало уваги. Це пояснюється тим, що працівники не мають достатньої інформації про оптимальні параметри налагодження режиму роботи розтиральних циліндрів. Отримання такої інформації є достатньо складним завданням, оскільки зазначені вище фактори (щільність та характер заповнення форми друкувальними елементами, коефіцієнти передачі фарби тощо) інтегрально впливають на процес розподілу і передачі фарби у фарбодрукарській системі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для приводу розтиральних циліндрів використовуються механічні, гідравлічні та пневматичні системи. В офсетних друкарських машинах для приводу осьового переміщення циліндрів часто застосовують механізми кривошипних важелів, у яких ексцентрик із бугелем через двоплечові важелі переміщає одночасно два розтиральні циліндри [2]. Колова швидкість розтиральних циліндрів дорівнює швидкості формного циліндра.

Для підвищення продуктивності офсетних машин увага зосереджується на удосконаленні приводів розтиральних циліндрів. Так, для регулювання величини осьового ходу та початкової фази розтиральних циліндрів у машинах фірми «Heidelberg» використовується пристрій [3], який має складну будову і потребує низки ручних операцій під час регулювання. Основним недоліком пристрою є те, що процес налагодження величини осьового переміщення і початкової фази розтиральних циліндрів неможливо автоматизувати через складність виконуваних при цьому операцій.

Досконалішим є пристрій [4], який завдяки простому регулюванню дає змогу підвищити якість друкування; для цього задається оптимальний режим роботи для кожного виду продукції за допомогою налагодження фази траєкторії руху та величини осьового ходу. Важливим недоліком пристрою є ручне налагодження початкової фази та величини осьового зворотно-поступального руху розтирального циліндра, який реалізується на основі інформації, здобутої внаслідок дослідження відбитків, що отримуються у процесі налаштування друкарської машини на робочий режим.

Для удосконалення винаходу [4] автори розробили пристрій [5], який шляхом зміни конструкції дооснащує систему задавання та регулювання режиму роботи розтиральних циліндрів фарбодрукарських систем так, що з'являється можливість автоматизувати процес налагодження режиму роботи розтиральних циліндрів та підвищити якість друкованої продукції.

У результаті аналізу наукових праць встановлено, що основні методи налагодження режиму роботи розтиральних циліндрів ґрунтуються на побудові профільних кривих подачі та затрат фарби вздовж відбитка чи емпіричному визначенні параметрів налагодження для конкретного сюжету друкарської форми під час роботи машини, що потребує суттєвих часових і матеріальних затрат.

Тому дослідження осьового розподілу фарби та визначення параметрів режиму роботи розтиральних циліндрів, які можна використовувати як для автоматичного,

так і для ручного налагодження розтиральних циліндрів до початку роботи фарбодрукарської системи, є актуальним завданням.

Мета статті — моделювання та аналіз впливу позиції розтирального циліндра в структурі фарбодрукарської системи на розподіл потоків фарби на її виході.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для виконання поставленого завдання скористаємося фарбодрукарською системою розгалуженої структури з трьома розтиральними циліндрами, один з яких контактує з фарбоживильним пристроєм, а два інших — з накочувальними валиками. Товщина подачі фарби в кожній зоні задається за допомогою відповідного регулювального органу. Фарба від дукторного циліндра передається коливальним валиком на поверхню першого розтирального циліндра. Далі фарба розкочувальними валиками транспортується в розкочувально-накочувальну підсистему, яка складається з двох розтиральних циліндрів та трьох накочувальних валиків. Останні наносять фарбу на друкувальні елементи форми, що закріплена на формному циліндрі. З поверхні друкарської форми фарба відбирається офсетним циліндром і передається на папір або інший матеріал під час його руху між офсетним та друкарським циліндрами. Процес колового й осьового розподілу та передачі фарби у фарбодрукарській системі розгалуженої структури подано у вигляді сигнального графу, який відображає окрему зону передачі фарби від дукторної скриньки до відбитків на офсетній машині *Romayor-314* (рис. 1).

Вхідним ділянкам графу відповідають товщини смуг фарби h_{d0}^j , що надходить з фарбової скриньки та на дукторний циліндр у відповідній j -й зоні; головним вузлам відповідають товщини фарби $x_{d'}^j, x_{d''}^j, \dots, x_{s'}^j, x_{s''}^j, x_{\phi6}^j, x_{\phi7}^j, x_{\phi9}^j, x_{\phi10}^j, x_{\phi11}^j$ в точках контактів елементів фарбодрукарської системи, які здійснюють розподіл і передачу фарби від фарбоживильного пристрою до паперового аркуша; вихідні ділянки графу відображають товщини фарби у відповідній зоні h_c^j ; ділянки графу між вузлами відображають передачу фарби в коловому напрямку; ділянки графу, що з'єднують вузли сусідніх зон відображають процес передачі фарби в осьовому напрямку.

Для створення математичної моделі використаємо такі допущення: діаметри елементів фарбодрукарської системи відповідають діаметрам валиків і циліндрів офсетної друкарської машини *Romayor-314*; діаметр офсетного циліндра задається з врахуванням товщини офсетного полотна; лінійні швидкості на поверхні елементів фарбодрукарської системи однакові (проковзування не враховується); поверхні валиків і циліндрів умовно розділені на зони (смуги) в напрямку передачі фарби, кількість яких дорівнює кількості позицій регулювальних органів у фарбоживильному пристрої реальної офсетної машини; ширини смуг дорівнюють ширині зони регулювання; величини осьового ходу розтиральних циліндрів дорівнюють переміщенню в осьовому напрямку розтиральних циліндрів офсетної друкарської машини; ділянкам розтиральних циліндрів, які під час осьового переміщення виходять в осьовому напрямку за межі сусідніх валиків, відповідають додаткові зони; довжини кіл елементів фарбодрукарської системи розділені на ціле число умовних одиниць, яке відповідає довжині кіл валиків і циліндрів друкарської машини.

де $h_d^j(z)$ — z -зображення товщини фарби в j -й зоні дуктора при виході з дукторної скриньки; $x_n^j(z)$ — z -зображення товщини фарби в j -й зоні контакту передавального валика з дукторним циліндром; $F_d^j(z) = F_{\text{жс}}^j(z)z^{-f_d}$ — оператори передачі прямого потоку фарби в j -й зоні дукторного циліндра; $F_{\text{жс}}^j(z)$, $F_p^j(z)$ — оператори передачі фарби передавальним валиком та першим розтиральним циліндром; $F_n^j(z) = (F_{\text{жс}}^j(z)\alpha_n + \overline{F_{\text{жс}}^j}(z))z^{-f_n}$, $B_n^j(z) = F_{\text{жс}}^j(z)z^{-b_n}$ — оператори передачі прямих та зворотних потоків фарби передавальним валиком під час його контакту з дукторним циліндром; $F_n^{*j}(z) = F_p^j(z)z^{-f_n}$, $B_n^{*j}(z) = F_p^j(z)\gamma_n z^{-b_n}$ — оператори передачі прямих і зворотних потоків фарби передавальним валиком під час його контакту з першим розтиральним циліндром; $F_{nd}^j(z) = \overline{F_{\text{жс}}^j}(z)z^{-F_z}$, $F_{1n}^j(z) = \overline{F_{\text{жс}}^j}(z)z^{-F_z}$ — оператори передачі фарби передавальним валиком від дукторного циліндра до першого розтирального циліндра та в зворотному напрямку — $B_{n1}^j(z) = \overline{F_p^j}(z)z^{-B_z}$, $B_{nd}^j(z) = \overline{F_p^j}(z)z^{-B_z}$; оператори $F_{\text{жс}}(z) = (1 - z^{-b_n})(1 - z^{-d_j k})^{-1}$ та $F_p(z) = z^{-(b_n + F_z)}(1 - z^{-d_j k})^{-1}$, де f_d та b_d — транспортне запізнення передачі фарби від дукторної скриньки до контакту з передавальним валиком і від передавального валика до скриньки; f_n , b_n — транспортне запізнення прямих і зворотних потоків фарби поверхнею передавального валика (у в. о.); b_n — транспортне запізнення передачі дискретної порції фарби дукторним циліндром (в у. о.); F_z та B_z — тривалість переміщення передавального валика (у в. о.) від дуктора до першого розтирального циліндра і в зворотному напрямку; d_f — тривалість циклу роботи передавального валика (в у. о.), що відповідає тривалості одного оберту формного циліндра; $x_{\phi 6}^j(z)$ — z -зображення товщини потоків фарби в місцях контактів валиків і циліндрів; $x_{\phi 6}^j(z)$, $x_{\phi 7}^j(z)$, $x_{\phi 8}^j(z)$ — z -зображення товщини фарби в місцях контактів форми з накочувальними валиками; $x_{\phi 10}^j(z)$, $x_{\phi 11}^j(z)$ — z -зображення товщини фарби в місцях контактів офсетного циліндра з друкарською формою та відбитком; $F_{\phi 6}^j(z)$ та $B_{\phi 6}^j(z)$ — оператори передачі прямих та зворотних потоків фарби поверхнями валиків і циліндрів в j -х зонах фарбодрукарської системи; $R_{\phi 3}^j(z)$, $R_{\phi 1}^j(z)$, $R_{\phi 2}^j(z)$, $B_{\phi 6}^j(z)$ — оператори передачі фарби формним циліндром; $F_{\phi 6}^j(z)$, $B_{\phi 6}^j(z)$ — оператори передачі прямих і зворотних потоків фарби офсетним циліндром; $F_c^j(z)$ — оператори передачі фарби з офсетного циліндра на матеріал, що задруковується; $h_c^j(z)$ — z -зображення товщини фарби, що наноситься на папір; $G_{21}^{j(j-1)}(z)$, $G_{12}^{j(j-1)}(z)$, $G_{21}^{j(j+1)}(z)$, $G_{12}^{j(j+1)}(z)$, $G_{56}^{j(j-1)}(z)$, $G_{67}^{j(j-1)}(z)$, $G_{75}^{j(j-1)}(z)$, $G_{56}^{j(j+1)}(z)$, $G_{67}^{j(j+1)}(z)$, $G_{75}^{j(j+1)}(z)$, $G_{89}^{j(j-1)}(z)$, $G_{98}^{j(j-1)}(z)$, $G_{89}^{j(j+1)}(z)$, $G_{98}^{j(j+1)}(z)$ — оператори передачі фарби між зонами під час руху першого розтирального циліндра вправо та вліво розтиральними циліндрами, які контактують з розкочувальним та двома накочувальними валиками і з другим та третім накочувальними валиками; j — порядковий номер зон подачі фарби у фарбодрукарській системі.

Оператори передачі прямих і зворотних потоків фарби елементами фарбодрукарської системи в коловому та осьовому напрямках детально розкриті в працях [8, 9].

Оператори передачі фарби друкарською формою між зонами її контакту з накочувальними валиками та офсетним циліндром на основі праці [6] можна подати у такому вигляді:

$$R_{\phi_1}^j(z) = \alpha_{\phi} \Phi^j(z) z^{-r_{\phi_1}}; R_{\phi_2}^j(z) = \alpha_{\phi} z^{-r_{\phi_1}} \Phi^j(z) z^{-r_{\phi_2}};$$

$$R_{\phi_3}^j(z) = \alpha_{\phi} z^{-(r_{\phi_1} + r_{\phi_2})} \Phi^j(z) z^{-r_{\phi_3}}; B_{\phi}^j(z) = (1 - \alpha_{\phi}) z^{-b_{\phi}}, \quad (2)$$

де α_{ϕ} — коефіцієнти передачі фарби поверхнею форми; $\Phi^j(z)$ — оператор заповнення форми друкувальними елементами:

$$\Phi^j(z) = (f_{p1}^j - f_{p1}^j z^{-a_1^j} + f_{p2}^j z^{-(a_1^j + b_1^j)} - f_{p2}^j z^{-(a_1^j + b_1^j + a_2^j)} + \dots + f_{p(n-1)}^j z^{-(a_1^j + b_1^j + \dots + a_{n-1}^j + b_{n-1}^j)} - f_{p(n-1)}^j z^{-(a_1^j + b_1^j + \dots + a_{n-1}^j + b_{n-1}^j + a_n^j)}) z^d / (1 - z^d), \quad (3)$$

де f_{pi}^j — коефіцієнт заповнення рядка в межах j -ї зони; a_i^j, b_i^j — висота рядків друкувальних та пробільних елементів в напрямку обертання форми (в у. о.); d_f — період обертання формного циліндра (в в. о.); b_n — виїмка для кріплення форми (в у. о.).

Оператори передачі фарби офсетним циліндром та на відбитки:

$$F_{of}^j(z) = \alpha_{of} z^{-f_{of}}; B_{of}^j(z) = \gamma_{of} z^{-b_{of}}; F_c^j(z) = \beta, \quad (4)$$

де α_{of} — коефіцієнти передачі фарби поверхнею офсетного циліндра; γ_{of} — коефіцієнт передачі фарби на офсетний матеріал.

За сигнальним графом (рис. 1) та математичною моделлю (1) розроблено симулятор фарбодрукарської системи офсетної машини розгалуженої структури з трьома розтиральними циліндрами в середовищі *Matlab-Simulink*.

Будуючи симулятор, геометричні розміри валиків і циліндрів, які відповідають розмірам елементів фарбодрукарської системи офсетної машини *Romayor-314*, задаємо через оператори передачі фарби. Вважатимемо, що кількість зон проходження фарби поверхнею фарбодрукарської системи дорівнює кількості зон регулювання її подачі $n = 22$ в офсетній друкарській машині. На основі публікації [10] задаємо значення коефіцієнтів прямих і зворотних потоків передачі фарби поверхнями елементів фарбодрукарської системи $\alpha_i = 0,45 + 0,1e^{-(3x_i/20)}$, $\gamma_i = 1 - \alpha_i$, коефіцієнт ділення фарби в зоні контакту офсетного циліндра з папером, що друкується, $\beta = 0,7$.

Вважаємо, що максимальний осьовий хід розтирального циліндра дорівнює ширині зони проходження фарби. Приймаємо, що тестова форма має смуги друкувальних елементів, спрямованих уздовж твірної формного циліндра, де ширина смуги a_i^j і пробіли між ними b_i^j мають однакову величину — 20 мм, а довжина смуг становить 420 мм. На основі виразу (3) будуємо симулятор, який генерує розміщення друкувальних елементів на формі.

Проаналізуємо вплив на процес розкочування фарби першого розтирального циліндра. Тривалість циклу роботи розтиральних циліндрів дорівнює тривалості одного оберту формного циліндра, а величина їх осьового ходу становить $v_{oc,max} = 20$ мм. Для більшої наочності результатів моделювання фарбу подаватимемо лише в три зони посередині фарбодрукарської системи: 11, 12, 13, за умови, що період дискретної подачі фарби дорівнює часу двох обертів формного циліндра.

Товщину і ширину імпульсів дискретної подачі фарби підбираємо так, щоб при виході фарбодрукарської системи на усталений режим, коли немає осьового ходу розтиральних циліндрів, товщина фарби у відповідних зонах відбитка дорівнювала технологічно необхідній величині.

Спочатку вимикаємо осьове переміщення усіх розтиральних циліндрів і віртуально запускаємо фарбодрукарську систему, тобто проводимо симулювання процесу друкування. Характер зміни товщини фарби, що наноситься на відбитки, в процесі «друкування» до виходу фарбодрукарської системи на усталений режим в 11, 12, 13 зонах збігається (рис. 2). На усталений режим роботи фарбодрукарська система виходить приблизно на сотому відбитку. Після того як модель фарбодрукарської системи вийшла на усталений режим роботи, вмикається осьовий хід першого розтирального циліндра, і наступних сто відбитків отримуємо уже із врахуванням його дії. На рис. 2 подано всі графіки, які відображають зміну товщини фарби, що передається на виході фарбодрукарської системи у відповідні зони відбитка.

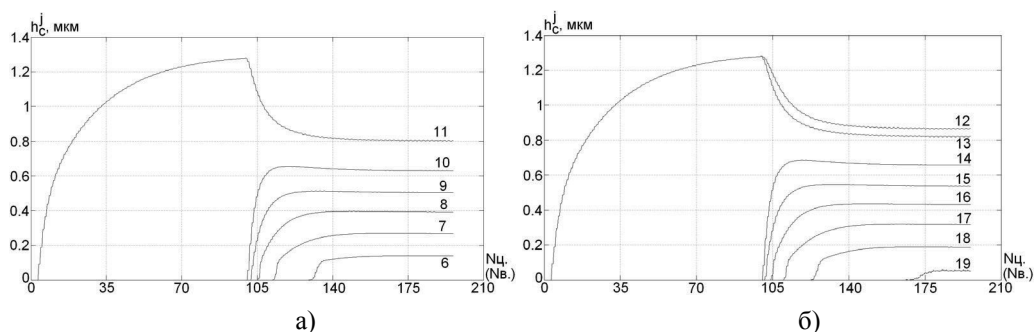


Рис. 2. Перехідний процес зміни товщин фарби у відповідних зонах при осьовому переміщенні першого розтирального циліндра:

Нц. — кількість циклів роботи фарбодрукарської системи; Nв. — кількість відбитків

Отже, як зображено на графіках (рис. 2), потік фарби, який подається фарбоживильним пристроєм лише в три зони (11, 12, 13 зони), розширився вліво на п'ять зон (6–10) і вправо на шість зон (14–19), але товщина фарби в трьох середніх зонах зменшується порівняно з тим випадком, коли осьове переміщення розтиральних циліндрів вимкнено. Крім того, спостерігається тенденція до зменшення потоків фарби вправо. Це пояснюється тим, що в реальній машині передавальний валик обертається разом із першим розтиральним циліндром у той момент, коли циліндр рухається вправо, і фарба, яка передається передавальним валиком, спочатку переміщається вправо, а пізніше вліво, і цей процес повторюється періодично.

Для аналізу впливу другого розтирального циліндра, який контактує з розкочувальним та першим і другим накочувальними валиками, зберігаємо всі попередні параметри завдання і після виходу фарбодрукарської системи на усталений режим роботи надаємо осьове переміщення лише другому розтиральному циліндру. Отримані результати подано на рис. 3.

Як показують графіки, перехідний процес розподілу потоків фарби в поперечному напрямку відбитків закінчується значно швидше, приблизно на 50-му відбитку порівняно з випадком, коли ввімкнений лише перший розтиральний циліндр, для якого він становить 90 відбитків. Крім того, потік фарби розподіляється в осьовому напрямку менше, порівняно з попереднім випадком, коли вліво переміщається на

чотири зони (10–7) щодо зони 11, куди подається фарба на вході, і вправо — на чотири зони (14–17) від зони 13, в яку теж здійснюється подача фарби.

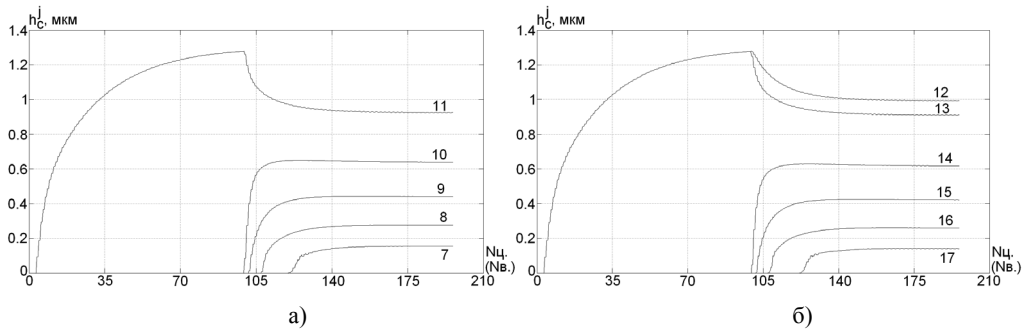


Рис. 3. Перехідний процес зміни товщин фарби у відповідних зонах при осьовому переміщенні другого розтирального циліндра

Для дослідження впливу на розподіл потоків фарби третього розтирального циліндра, як і в попередніх випадках, подаємо завдання лише в три середні зони — 11, 12, 13 — та запускаємо симулятор фарбодрукарської системи при вимкненому осьовому переміщенні всіх розтиральних циліндрів. Після виходу фарбодрукарської системи на усталений режим «вмикаємо» третій розтиральний циліндр та отримуємо ще сто відбитків. Результати моделювання наведено на рис. 4. Час перехідного процесу в цьому випадку такий, як і при дії лише другого розтирального циліндра, і значно менший від випадку, коли осьове переміщення має перший розтиральний циліндр. Це пояснюється тим, що другий і третій розтиральні циліндри контактують безпосередньо з накочувальними валиками. Ширина потоку фарби на відбитку в цьому випадку зменшилася порівняно з попереднім (рис. 3), вліво — перемістилася у зони (10–8) і вправо — у зони (14–16).

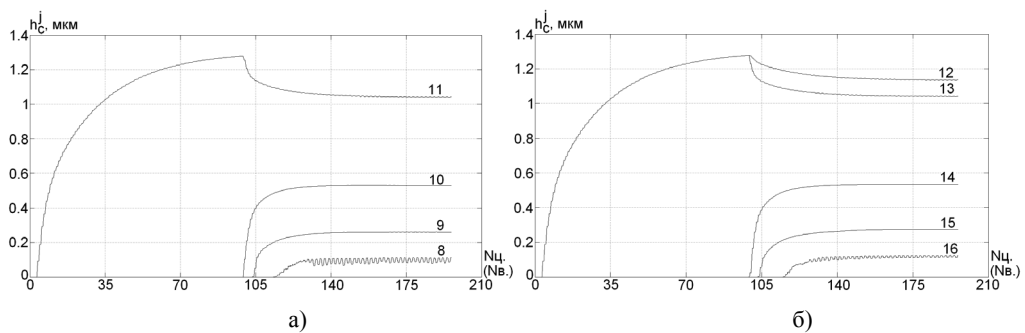


Рис. 4. Перехідний процес зміни товщин фарби у відповідних зонах при осьовому переміщенні третього розтирального циліндра

Отримані результати моделювання наочно демонструють залежність характеру розподілу потоків фарби по ширині відбитків від позиції розтиральних циліндрів у структурі фарбодрукарської системи та підтверджують той факт, що і з

наближенням розтирального циліндра до виходу фарбодрукарської системи за одного і того самого значення величини осьового ходу вплив його на поперечний розподіл фарби на відбитках зменшується.

Висновки. Розроблено математичну модель та сигнальний граф розгалуженої фарбодрукарської системи з трьома розтиральними циліндрами. У середовищі *Matlab-Simulink* побудовано симулятор, який відтворює процес розподілу і передачі фарби з врахуванням дискретної дії фарбоживильного пристрою та режимів роботи розтиральних циліндрів. Проведено моделювання процесу розподілу і передачі фарби у фарбодрукарській системі, в результаті якого отримано перехідні процеси зміни товщини фарби на виході системи під час руху розтиральних циліндрів, які перебувають у різних позиціях схеми фарбодрукарської системи. Встановлено, що перехідний процес розподілу потоків фарби у поперечному напрямку відбитків під час дії одного з розтиральних циліндрів, що контактують з накочувальними валиками, закінчується значно швидше, приблизно на 50 відбитку порівняно з випадком, коли функціонує лише перший розтиральний циліндр, для якого перехідний процес завершується за 90 відбитків. Крім того, з наближенням розтирального циліндра до виходу фарбодрукарської системи вплив його на поперечний розподіл фарби на відбитках зменшується.

На основі поданих у статті матеріалів можна проводити значно ширший спектр досліджень фарбодрукарської системи розгалуженої структури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства / пер. с нем. Москва : МГУП, 2003. 1280 с.
2. Штоляков В. И., Румянцев В. Н. Печатное оборудование : учеб. / Моск. гос. ун-т печати. Москва : МГУП, 2011. 519 с.
3. Пристрій для регулювання величини осьового ходу розтирального циліндра в друкарській машині : пат. DE 10061652 A1 (DE); МКЛ В41f 31/15 / Фелікс Доренкамп; заявник Хейдельберг Друкмашинен (DE). № 10061652.6 ; заявл. 11.12.2000 ; опубл. 26.07.2001.
4. Пристрій для осьового розкочування фарби в друкарських машинах : пат. 54191 А Україна: МПК 7 В41 F31/00. № 2002064578 ; заявл. 04.06.2002 ; опубл. 17.02.2003, Бюл. № 2. 3 с.
5. Пристрій для осьового розкочування фарби в друкарських машинах : пат. 59865 А Україна: МПК 7 В41 F31/00. № 20021210655 ; заявл. 06.03.2003 ; опубл. 15.09.2003, Бюл. № 9. 5 с.
6. Верхола М. І., Гук І. Б., Бабинець В. М. Колове і осьове розкочування фарби у фарбовій системі з трьома накочувальними валиками. Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні : Український міжвідомчий НТЗ. 2001. № 36. С. 81–90.
7. Верхола М. І., Гук І. Б. Моделювання та дослідження впливу розтирального циліндра на передачу фарбоживильного пристрою фарбової системи. Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів : тези доповідей. Львів : УАД, 2010. С. 71.

8. Верхола М. І., Гук І. Б. Моделювання та аналіз впливу траєкторії руху розтирочного циліндра на процес розкочування фарби. Комп'ютерні технології друкарства. 2001. № 6. С. 337–353.
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.
10. Верхола М. І., Гук І. Б., Споляк Р. М. Інформаційна технологія визначення впливу передачі фарби між елементами фарбодрукарської системи на товщину її шару на відбитках. Комп'ютерні технології друкарства. 2012. № 28. С. 30–39.

REFERENCES

1. Kippkhan, G. (2003). Entciklopediia po pechatnym sredstvam informatcii. Tekhnologii i sposoby proizvodstva / per. s nem. Moskva : MGUP (in Russian).
2. Shtoliakov, V. I., & Rumiantcev, V. N. (2011). Pечатное оборудование / Mosk. gos. un-t pechatii. Moskva : MGUP (in Russian).
3. Prystirii dlia rehuliuвання velychyny osovoho khodu roztyralnogo tsylindra v drukarskii mashyni : pat. DE 10061652 A1 (DE): MKL B41f 31/15 / Feliks Dorenkamp; zaiavnyk Kheidelberh Drukmarshynen (DE). № 10061652.6 ; zaiavl. 11.12.2000 ; opubl. 26.07.2001 (in Ukrainian).
4. Prystirii dlia osovoho rozkochuvannya farby v drukarskykh mashynakh : pat. 54191 A Ukraina: MPK 7 V41 F31/00. № 2002064578 ; zaiavl. 04.06.2002 ; opublik. 17.02.2003, Biul. № 2. 3 s. (in Ukrainian).
5. Prystirii dlia osovoho rozkochuvannya farby v drukarskykh mashynakh : pat. 59865 A Ukraina: MPK 7 V41 F31/00. № 20021210655 ; zaiavl. 06.03.2003 ; opublik. 15.09.2003, Biul. № 9. 5 s. (in Ukrainian).
6. Verkhola, M. I., Huk, I. B., & Babynets, V. M. (2001). Kolove i osove rozkochuvannya farby u farbovii systemi z troma nakochuvalnymy valykamy: Avtomatyzatsiia vyrobnychyykh protsesiv u mashynobuduvanni ta prykladobuduvanni : Ukrainyski mizhvidomchy NTZ, 36, 81–90 (in Ukrainian).
7. Verkhola, M. I., & Huk, I. B. (2010). Modeliuвання та doslidzhennia vplyvu roztyralnogo tsylindra na peredachu farbozhyvlynogo prystroiu farbovoi systemy. Naukovo-tekhnichna konferentsiia profesorsko-vykladatskoho skladu, naukovykh pratsivnykiv i aspirantiv : tezy dopovidei. Lviv : UAD (in Ukrainian).
8. Verkhola, M. I., & Huk, I. B. (2001). Modeliuвання та analiz vplyvu traiektorii rukhu roztyrrochnogo tsylindra na protses rozkochuvannya farby: Komp'uterni tekhnologii drukarstva, 6, 337–353 (in Ukrainian).
9. Verkhola, M. I., & Huk, I. B. (2006). Modeliuвання та vyznachennia rozpodilu farby v dynamitsi u farbovykh systemakh z roztyralnymy tsylindramy: Komp'uterni tekhnologii drukarstva, 16, 3–13 (in Ukrainian).
10. Verkhola, M. I., Huk, I. B., & Spoliak, R. M. (2012). Informatsiina tekhnologhiia vyznachennia vplyvu peredachi farby mizh elementamy farbodrukarskoi systemy na tovshchynu yii sharu na vidbytkakh: Komp'uterni tekhnologii drukarstva, 28, 30–39 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/0554-4866-2019-2-78-16-26

MODELLING AND RESEARCH OF OSCILLATING CYLINDERS INFLUENCE ON THE INK FLOWS DISTRIBUTION IN THE INK PRINTING SYSTEM

M. I. Verkhola, I. B. Huk, M. I. Kalytka

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

In this article the task of studying the impact effect of grinding cylinders, which are in different positions of the ink printing system scheme on the ink thickness distribution at the imprints surface has been considered. It is suggested to solve this problem by the way of ink printing system work computer simulation. To achieve this goal, a signal graph has been constructed, which clearly describes the process of circular and axial rolling and ink transfer from the ductor box to the imprints. A mathematical model of an ink printing system of a branched structure with three form rollers and oscillating cylinders has been developed, which adequately describes the process of ink distribution and transfer by all system elements, which makes it possible to change the parameters of the oscillating cylinders operation and the ink feeding device parameters. Based on a mathematical model and a signal graph, a simulator has been constructed in the Matlab-Simulink environment, which makes it possible to simulate the operation of the ink printing system taking into account the oscillating cylinders operation modes and an ink feeding device work. Modelling of the ink distribution and transfer process in the ink printing system has been carried out, which results in transient processes of the ink thickness changing at the system output during the oscillating cylinders movement, which are located in different positions of the ink printing system scheme. It has been found that the transient process of ink distribution at the ink printing system output during the axial movement at one of the cylinders which contacts with the form rollers ends almost twice times faster than in the case when the first oscillating cylinder with the feeding device contact operates. It has been established that with the placing nearer of the oscillating cylinders to the ink printing system output their influence on the ink distribution in the axial direction decreases. Modelling and analysis of the oscillating cylinders influence on the ink flows distribution at the imprints surfaces with different form filling coefficients via printing elements have been performed.

The developed simulator of the ink printing system can be used to determine the optimal oscillating cylinders set-up parameters when printing different types of products.

Keywords: *ink printing system, oscillating cylinder, printing form, imprints, ink feeding device, modelling.*

Стаття надійшла до редакції 05.06.2019.

Received 05.06.2019.