

МОДЕЛЮВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТІВ РОЗЩЕПЛЕННЯ ФАРБИ НА РОЗПОДІЛ ЇЇ МІКРОПОТОКІВ У ФАРБОДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ ОФСЕТНОГО ДРУКУ

Abstract. Work related to the study of circulation and distribution of ink micro flows in the ink printing system during the reproduction of imprints. The solution of the task is realized using computer technology. For that the mathematical model was developed, based on which was built a simulator of the ink printing system in the Matlab-Simulink environment. A simulation of the system operation was performed based on which a significant influence of the ink splitting coefficients change at the contact zones of the rollers and cylinders on the accuracy of imprints reproduction was revealed.

Постановка проблеми. Як відомо головним призначенням фарбодрукарських офсетних машин є формування рівномірного шару фарби з технологічно необхідними реологічними властивостями, який би добре накочувався на друкувальні елементи дрібної растрової структури форми та передача цього шару фарби на матеріал, що задруковується [1]. Якість поліграфічної продукції залежить не тільки від рівномірності шару фарби на поверхні відбитків, але і від його товщини. Забезпечення бажаної товщини фарби на виході фарбодрукарської системи досягається за рахунок відповідного налаштування фарбоживильного пристрою у процесі підготовки системи до друку.

У ряді наукових праць встановлено, що кількість фарби, яку необхідно подавати на вхід фарбодрукарської системи в основному залежить від щільності заповнення форми друкувальними елементами, коефіцієнтів передачі фарби в місцях контакту валиків і циліндрів, та топології фарбодрукарської системи. У публікації [2] міститься інформація про те, що на величину коефіцієнтів розщеплення фарби в місцях контакту елементів фарбодрукарської системи впливають швидкість роботи друкарської машини, діаметри валиків та їх матеріал, дія розтиральних циліндрів, в'язкість фарби та температура. Виходячи з вище зазначеної інформації можна стверджувати, що коефіцієнти передачі фарби в місцях контакту елементів фарбодрукарської системи можуть змінюватися навіть в процесі друкування одного накладу. Тому дослідження впливу коефіцієнтів розщеплення і передачі фарби на розподіл її мікропотоків у фарбодрукарській системі є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Транспортування фарби від входу фарбодрукарської системи до виходу супроводжується її коловим та

осьовим переміщенням між зонами контактів валиків та циліндрів. Фарба має неперервно передаватись від одного елемента фарбодрукарської системи на інший, добре змочуючи при цьому, їх поверхні та міцно утримуючись на них. Поведінку потоку фарби в зоні контакту і механізм його ділення розглянуто в роботі [3]. В основному приймають, що коефіцієнт передачі фарби в зонах контакту елементів фарбодрукарської системи становить $\alpha=0,5$. В науковій праці [4] запропоновано модель фарбопередачі між двома циліндричними поверхнями. Представлено результати досліджень температурного режиму двох обертових валиків на підставі яких встановлено, що температура фарби на виході із зони конту вища ніж на вході. Проте не наведено інформації про вплив зміни температури на величину коефіцієнта розщеплення фарби. В публікації [5] розроблена на основі рівняння Рейнольдса модель передачі фарби у фарбодрукарській системі офсетного друку. У результаті моделювання встановлено прямо пропорційну залежність товщини фарби в зоні контакту валиків від їх еквівалентного радіуса. Виявлено, що чим більший контактний тиск, тим менша товщина фарби в зазорі між елементами системи. Проте відсутня інформація, що до параметрів розщеплення фарби в зонах контакту елементів фарбодрукарської системи. Робота [6] присвячена дослідженню розподілу температури в фарбодрукарській системі офсетної машини. Розроблено математичну модель для опису розподілу температури, що викликана явищем тертя між розтиральними циліндрами та валиками. Проведено аналіз коефіцієнта теплопередачі, але інформація про розщеплення фарби в місцях контакту валиків і циліндрів відсутня. Слід зазначити, що в роботі [2] представлено результати експериментальних досліджень, які показують, що коефіцієнти розщеплення фарби при виході із контактів валиків і циліндрів знаходяться в діапазоні від 0,42 до 0,58. Проте як впливає така зміна коефіцієнтів розщеплення на товщину фарби на виході фарбодрукарської системи інформація відсутня. Тому дослідження впливу коефіцієнтів розщеплення і передачі фарби в місцях контакту елементів фарбодрукарської системи є важливим завданням.

Виклад основного матеріалу дослідження.

В даній роботі вирішення поставленого завдання продемонстровано на прикладі фарбодрукарської системи послідовної структури, схема якої представлена на рис. 1. У фарбодрукарських системах друкарських машин використовуються дукторно-ножеві фарбоживильні пристрої. Дукторний циліндр (ДЦ), повертаючись на певний кут, виводить із фарбової скриньки (ФС) потік фарби заданої товщини та ширини. Товщини зональної подачі фарби задаються відповідним регулювальним органом (РО). Передавальний валик (ПВ), який здійснює коливальний рух у момент контакту з дукторним циліндром забирає частину цієї фарби з поверхні дуктора і передає її до першого розкочувального валика (1) фарбодрукарської системи. Далі фарба через систему валиків та розтиральних циліндрів (1-8) передається до

накочувального валика (9), яким наноситься на друкувальні елементи форми, закріпленої на формному циліндрі (ФЦ). З поверхні форми фарба, за допомогою офсетного циліндра (ОЦ), передається на папір (П), що задруковується, проходячи між офсетним та друкарським циліндром (Д). Загальне регулювання дискретної передачі фарби здійснюється зміною кута повороту або швидкості обертання дуктора. Місцеве регулювання подачі фарби здійснюється зміною щілини між дукторним циліндром та дукторним ножом.

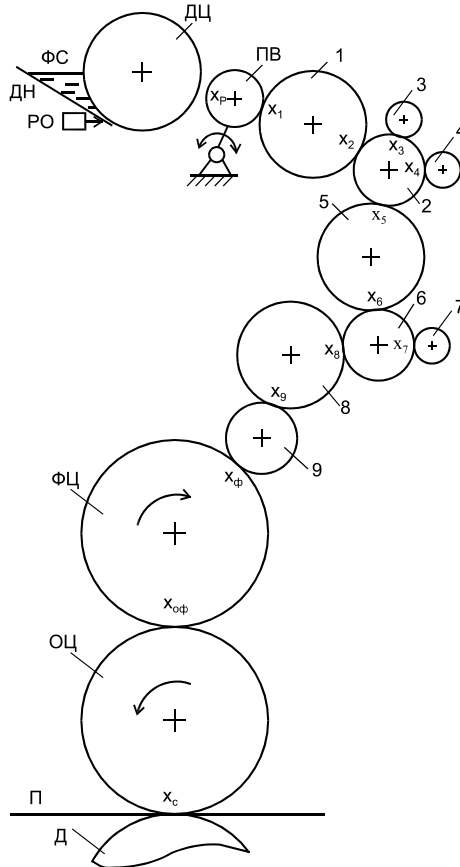


Рис. 1 Схема фарбодрукарської системи послідовної структури

Процес циркулювання прямих і зворотніх потоків фарби елементами фарбодрукарської системи наочно відображає сигнальний граф, який зображений на рис. 2. Вхідні вершини графа відображають товщини зональної подачі фарби. Всі інші вершини сигнального графа відповідають

товщинам потоків фарби в місцях контакту елементів фарбодрукарської системи. Дуги графа імітують оператори передачі прямих потоків фарби (стрілки направлені вниз) і зворотніх потоків (стрілки направлені вверх) у відповідних зонах поверхонь валиків і циліндрів. Відрізки, що з'єднують між собою сусідні зони відображають переміщення прямих та зворотніх потоків фарби в осьовому напрямі. Вихідні вершини сигнального графа відображають товщину фарби на друкарському відбитку.

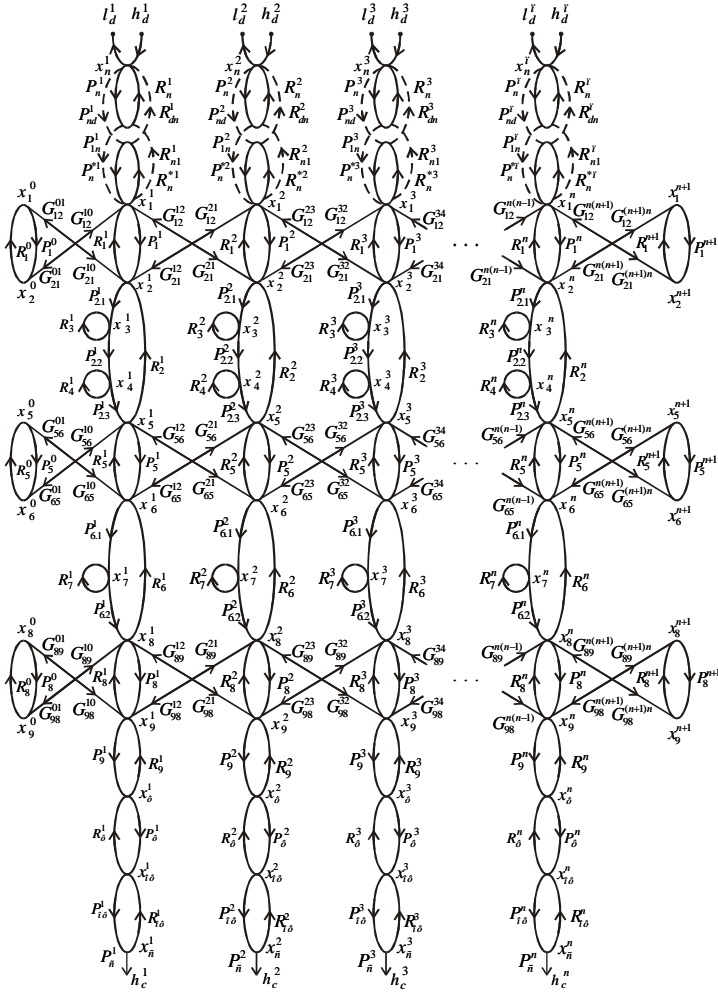


Рис. 2 Сигнальний граф для j -тої зони фарбодрукарської системи послідовної структури

При розробленні математичної моделі прийнято такі допущення: поверхні валиків і циліндрів фарбодрукарської системи умовно розділено на: зони передачі фарби від входу до виходу фарбодрукарської системи, тобто в напрямі перпендикулярному до осі валиків циліндрів; кількість зон відповідає кількості регулюючих органів подачі фарби; ширини зон рівні між собою; лінійні швидкості елементів фарбодрукарської системи в коловому напрямі є однаковими; діаметри валиків і циліндрів – різні; період коливання передавального валика фарбоживильного пристрою може змінюватися; за змінні приймаємо товщини потоків фарби на поверхнях елементів фарбодрукарської системи та в зонах їх контактів, та товщини потоків зональної подачі фарби на вході і передачі на відбитки; величини коефіцієнтів розщеплення і передачі фарби в місцях контактів валиків, і циліндрів можуть змінюватися. На підставі праць [7,8] та сигнального графу з використанням вище наведених припущень розроблено математичну модель багатозонної фарбодрукарської системи, фрагмент якої для j -тої зони циркулювання потоків має наступний вигляд:

$$\begin{aligned}
 x_n^j(z) &= P_d^j(z)h_d^j(z) + R_n^j(z)x_{nd}^j(z) + R^*{}^j_n(z)R_{dn}^j(z)x_1^j(z); \\
 l_d^j(z) &= R_d^j(z)x_n^j(z); \\
 x_{nd}^j(z) &= P_n^j(z)P_g^j(z)x_n^j(z) + R_{n1}^j(z)x_{n1}^j(z); \\
 x_{n1}^j(z) &= P_{nd}^j(z)x_{nd}^j(z) + R^*{}^j_n(z)P_p^j(z)x_1^j(z); \\
 x_1^j(z) &= P_n^j(z)P_{1n}^j(z)x_n^j(z) + P^*{}^j_n(z)x_{n1}^j(z) + R_1^j(z)x_2^j(z) + \\
 &\quad + R_1^j(z)x_2^j(z) + G_{12}^{j(j-1)}(z)x_2^{j-1}(z) + G_{12}^{j(j+1)}(z)x_2^{j+1}(z); \\
 x_2^j(z) &= P_1^j(z)x_1^j(z) + R_2^j(z)x_5^j(z) + G_{21}^{j(j-1)}(z)x_1^{j-1}(z) + G_{21}^{j(j+1)}(z)x_1^{j+1}(z); \\
 x_3^j(z) &= P_{2.1}^j(z)x_2^j(z) + R_3^j(z)x_3^j(z); \\
 x_4^j(z) &= P_{2.2}^j(z)x_3^j(z) + R_4^j(z)x_4^j(z); \\
 x_5^j(z) &= P_{2.3}^j(z)x_4^j(z) + R_5^j(z)x_6^j(z) + G_{56}^{j(j-1)}(z)x_6^{j-1}(z) + G_{56}^{j(j+1)}(z)x_6^{j+1}(z); \\
 x_6^j(z) &= P_5^j(z)x_5^j(z) + R_6^j(z)x_8^j(z) + G_{65}^{j(j-1)}(z)x_5^{j-1}(z) + G_{65}^{j(j+1)}(z)x_5^{j+1}(z); \\
 x_7^j(z) &= P_{6.1}^j(z)x_6^j(z) + R_7^j(z)x_7^j(z); \\
 x_8^j(z) &= P_{6.2}^j(z)x_7^j(z) + R_8^j(z)x_9^j(z) + G_{89}^{j(j-1)}(z)x_9^{j-1}(z) + G_{89}^{j(j+1)}(z)x_9^{j+1}(z); \\
 x_9^j(z) &= P_8^j(z)x_8^j(z) + R_9^j(z)x_\phi^j(z) + G_{98}^{j(j-1)}(z)x_8^{j-1}(z) + G_{98}^{j(j+1)}(z)x_8^{j+1}(z); \\
 x_\phi^j(z) &= P_9^j(z)x_9^j(z) + R_\phi^j(z)x_{o\phi}^j(z); \\
 x_{o\phi}^j(z) &= P_\phi^j(z)x_\phi^j(z) + R^j_{o\phi}(z)x_c^j(z); \\
 x_c^j(z) &= P^j_{o\phi}(z)x_{o\phi}^j(z); \\
 h_c^j(z) &= P_c^j(z)x_c^j(z).
 \end{aligned} \tag{1}$$

де $j=1,2,3,\dots,n$ – кількість зон регулювання подання фарби; $x_n^j(z)$, $x_1^j(z)$, $x_2^j(z)$, ..., $x_9^j(z)$ – товщини потоків фарби в межах окремої зони в місцях контакту елементів фарбодрукарської системи, які подають і розкочують

фарбу; $x_{\phi}^j(z)$, $x_{o\phi}^j(z)$, $x_c^j(z)$ – товщини потоків фарби в місцях контакту накочувальних валиків з друкарською формою, товщини потоків фарби в місцях контакту офсетного циліндра з формою та паперовими аркушами; $\square_d^j(z)$ – товщина фарби, що подається на вхід j -тої зони фарбодрукарської системи; $\square_c^j(z)$ – товщина фарби на поверхні j -тої зони відбитка; $P_1^j(z)$, $P_2^j(z), \dots, P_9^j(z)$, $P_{\phi}^j(z)$, $P_{o\phi}^j(z)$ – оператори передачі прямих та $R_1^j(z)$, $R_2^j(z), \dots, R_9^j(z)$, $R_{\phi}^j(z)$, $R_{o\phi}^j(z)$ – зворотних потоків фарби в межах j -тої зони поверхні валиків і циліндрів; $P_c^j(z)$ – оператор передачі фарби з офсетного циліндра на папір; $G_{12}^{j(j-1)}(z)$, $G_{56}^{j(j-1)}(z)$, $G_{89}^{j(j-1)}(z)$ – оператори передачі потоків фарби між зонами при русі розтирального циліндра вправо та вліво $G_{12}^{j(j+1)}(z)$, $G_{56}^{j(j+1)}(z)$, $G_{89}^{j(j+1)}(z)$; $P_d^j(z)$, $R_d^j(z)$ – оператори передачі фарби поверхнею дукторного циліндра від фарбової скриньки до позиції його контакту з передавальним валиком у прямому і зворотному напрямках; $P_n^j(z)$, $R_n^j(z)$ – оператори передачі фарби поверхнею передавального валика під час його спільного руху з дукторним циліндром та першим валиком розкочувальної групи; $P_n^{*j}(z)$, $R_n^{*j}(z)$; $P_{nd}^j(z)$, $P_{1n}^j(z)$ – оператори передачі фарби, що враховують вистій передавального валика біля дукторного циліндра та переміщення до першого розкочувального валика; $R_{n1}^j(z)$, $R_{dn}^j(z)$ – оператори передачі фарби, які відображають переміщення передавального валика від розкочувального валика до дукторного циліндра і вистій до початку їх спільного руху; $P_p(z)$ – оператори, що задають тривалість спільного руху передавального валика з першим розкочувальним валиком.

На основі математичної моделі (1) та сигнального графа (рис.2) в середовищі Matlab-Simulink побудовано симулятор багатозонної фарбодрукарської системи.

При побудові симулятора геометричні розміри валиків і циліндрів задавались через показники степеня ($p_i, r_i, p_{\phi}, r_{\phi}, p_{o\phi}, r_{o\phi}$) операторах передачі фарби. Кількість зон проходження фарби прийнято $j = 12$.

Значення коефіцієнта ділення фарби в місці контакту офсетного циліндра з матеріалом, що задруковується становить $\beta = 0.7$. Щільність загального заповнення форми друкувальними елементами симуляторів задаються блоками, що відображають оператори передачі фарби $F^j(z)$. Коефіцієнти розщеплення фарби в місцях потоку елементів фарбодрукарської системи задаються блоками, що відтворюють оператори передачі фарби. Приймаємо тривалість загальної подачі фарби такою, що за цей час поверхнею дукторного циліндра з дуктурної скриньки виводиться смуга фарби шириною $b_n = 30$ мм. Після введення певних параметрів друкарської форми та коефіцієнтів передачі фарби визначаються величини зональної передачі фарби.

Для дослідження впливу коефіцієнтів у розщепленні фарби на процес розподілу і передачі фарби у фарбодрукарській системі послідовної структури проведено серію модельних експериментів, результати яких представлено в таблиці 1 та відображено на рис. 3 (а, б, в).

На підставі праці [9] оператори передачі прямих і зворотніх потоків фарби для валиків і розтиральних циліндрів матимуть наступний вигляд (2):

$$\begin{aligned}
 P_i^j(z) &= d_i z^{-p_i}; \\
 R_i^j(z) &= j_i z^{-r_i}; \\
 P_1^j(z) &= (\alpha_1 - \alpha_{\text{ос.л}}(z) - \alpha_{\text{ос.п}}(z)) z^{-p_1} \\
 R_1^j(z) &= (\gamma_2 - \gamma_{\text{ос.л}}(z) - \gamma_{\text{ос.п}}(z)) \cdot z^{-r_1} \\
 P_5^j(z) &= (\alpha_5 - \alpha_{\text{ос.л}}(z) - \alpha_{\text{ос.п}}(z)) \cdot z^{-p_5} \\
 R_5^j(z) &= (\gamma_5 - \gamma_{\text{ос.л}}(z) - \gamma_{\text{ос.п}}(z)) \cdot z^{-r_5} \\
 P_8^j(z) &= (\alpha_8 - \alpha_{\text{ос.л}}(z) - \gamma_{\text{ос.л.п}}(z)) \cdot z^{-p_8} \\
 R_8^j(z) &= (\gamma_8 - \gamma_{\text{ос.л}}(z) - \gamma_{\text{ос.л.п}}(z)) \cdot z^{-r_8} \\
 P_\phi^j(z) &= \alpha_\phi F^j(z) z^{-p_\phi}; \\
 R_\phi^j(z) &= \gamma_{\text{оф}} z^{-r_\phi}; \\
 P_{\text{оф}}^j(z) &= \gamma_{\text{оф}} z^{-p_{\text{оф}}}; \\
 R_{\text{оф}}^j(z) &= (1 - \beta) z^{-r_{\text{оф}}}
 \end{aligned} \tag{2}$$

де $\alpha_{\text{ос.л}}(z)$, $\alpha_{\text{ос.п}}(z)$, $\gamma_{\text{ос.л}}(z)$, $\gamma_{\text{ос.п}}(z)$ – змінні коефіцієнти передачі прямих і зворотніх потоків фарби в основному напрямі.

Налаштовуємо симулятор фарбодрукарської системи таким чином, щоб при тиражуванні відбитків з друкарської форми з малою щільністю заповнення друкувальними елементами $K_3 = 0,1$ і $\alpha_i = \alpha_{\text{п}} = \alpha_\phi = \alpha_{\text{оф}} = 0,4$, товщина фарби на поверхні відбитків становила 1 мікрон, що відповідає технологічно необхідній величині. При незмінному вхідному завданню з одночасним збільшенням коефіцієнтів розщеплення передачі фарби в усіх місцях контакту фарбодрукарської системи товщина фарби на відбитках суттєво зростає і при $\alpha_i = 0,6$ збільшується у 13,4 рази. Якщо симулятор фарбодрукарської системи налаштувати таким чином, щоб оптимальне значення товщини фарби на поверхні відбитків отримати за умови, що коефіцієнти передачі фарби у всіх місцях контакту валиків і циліндрів рівні між собою і становлять 0,5, то зі зміною коефіцієнтів α_i має значно менший вплив на відхилення товщини фарби на відбитках від заданої величини. При збільшенні α_i до 0,6 товщина фарби зростає на 55%, а при зменшенні α_i до 0,4 зменшується на 86%, проте співвідношення між максимальним і

мінімальним значенням товщини фарби на поверхні відбитків становитиме 11,5 раз. Ще менший перепад товщини фарби ми отримаємо на поверхні відбитків, якщо фарбодрукарська система буде налаштована виходячи з умови, що всі коефіцієнти передачі будуть рівні $\alpha_i=0,4$. Тоді із зменшенням коефіцієнтів передачі фарби до $\alpha_i=0,4$ товщина фарби зменшиться на 89%, а співвідношення між максимальними та мінімальними величинами товщини фарби на поверхні відбитків складатиме 9,5.

Проведено серію аналогічних модельних експериментів за умови, що відбитки отримуються з друкарської форми, щільність заповнення якої друкувальними елементами, становить $K_3=0,5$. У даному випадку спостерігається певне зменшення впливу коефіцієнтів передачі фарби α_i на товщину фарбовідбитків, за умови, що фарбодрукарська система була оптимально налаштована при $\alpha_i=0,4$ збільшення коефіцієнтів передачі фарби до $\alpha_i=0,6$, товщина фарби на поверхні відбитків зростає у 3,8 рази. Якщо симулятор фарбодрукарської системи налаштувати так, щоб бажану товщину фарби на відбитках, яка становить 1 мкм, коли усі коефіцієнти передачі $\alpha_i=0,6$, то зі зменшенням α_i до 0,4 товщина фарби на поверхні відбитків становитиме 0,34 мкм, тобто зменшується у 2,9 раз.

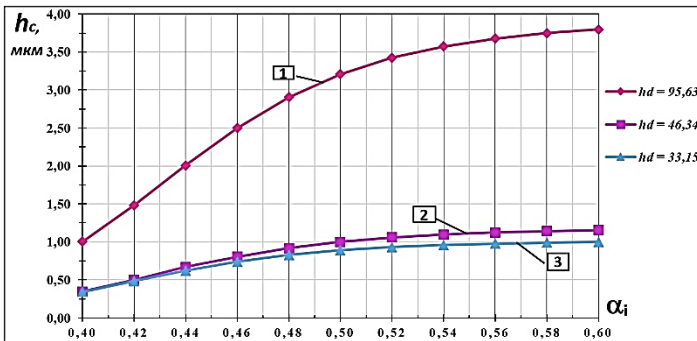
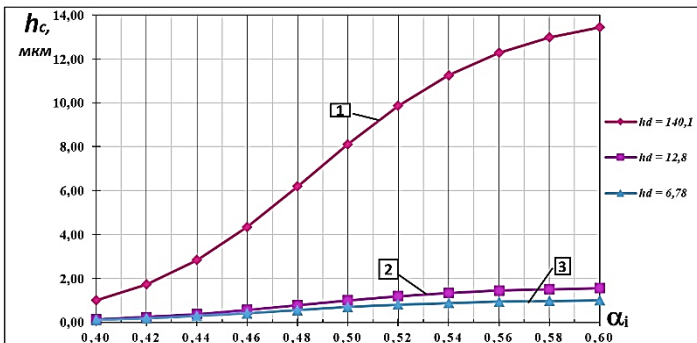
При імітаційному моделюванні процесу друкування відбитків з плашкової форми заповнення якої друкувальними елементами складає 100%, тобто $K_3 = 1,0$, отримуємо результати, які зведено в табл. 1.

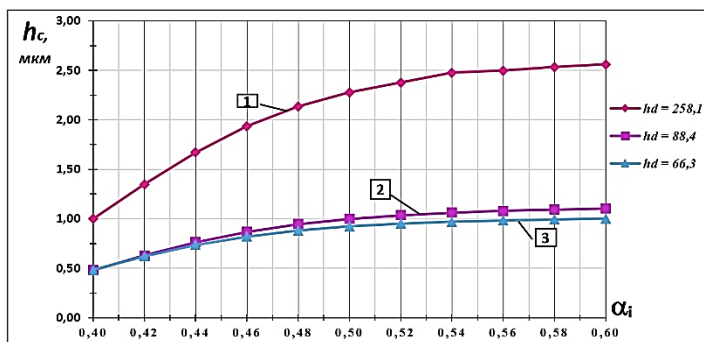
При налаштуванні симулятора на отримання оптимальної товщини фарби на виході фарбодрукарської системи за умови, що $\alpha_i=0,4$ зі збільшенням всіх коефіцієнтів передачі фарби до $\alpha_i = 0,6$, крім α_n товщина фарби на поверхні відбитків збільшується майже у 2,6 разів. Це зростання є на 33% менше, ніж при тиражуванні відбитків з $K_3 = 0,5$ і на 81% менше, ніж при отриманні відбитків з $K_3 = 0,1$. Якщо симулятор фарбодрукарської системи налаштовано на отримання оптимальної товщини відбитків при величині всіх коефіцієнтів передачі фарби $\alpha_i=0,6$, то зі зменшенням коефіцієнта передачі, крім α_n , до 0,4 отримаємо друкарські відбитки товщина фарби на поверхні яких становитиме до 0,48 мкм, яка майже у 2,1 рази буде меншою від технологічно необхідної.

Після оптимального налаштування симулятора фарбодрукарської системи за умови, що коефіцієнт передачі фарби у місцях контакту усіх елементів системи рівні 0,5, отримаємо товщину фарби на відбитках 1 мкм. Зі зменшенням коефіцієнтів передачі фарби, крім α_n до величини $\alpha_i = 0,4$, товщина фарби на поверхні відбитків зменшується на 52%, а зі збільшенням α_i до 0,6 зростає лише на 10%.

Результати імітаційного моделювання

№ з/п	a_i	γ_i	$\kappa_3=0,1$			$\kappa_3=0,5$			$\kappa_3=1,0$		
			$h_d=140,1$	$h_d=12,8$	$h_d=6,78$	$h_d=95,63$	$h_d=46,34$	$h_d=33,15$	$h_d=258,1$	$h_d=88,4$	$h_d=66,3$
			$\alpha_n=0,4$ $\gamma_n=0,6$	$\alpha_n=0,5$ $\gamma_n=0,5$	$\alpha_n=0,6$ $\gamma_n=0,4$	$\alpha_n=0,4$ $\gamma_n=0,6$	$\alpha_n=0,5$ $\gamma_n=0,5$	$\alpha_n=0,6$ $\gamma_n=0,4$	$\alpha_n=0,4$ $\gamma_n=0,6$	$\alpha_n=0,5$ $\gamma_n=0,5$	$\alpha_n=0,6$ $\gamma_n=0,4$
1	0,40	0,60	0,9998	0,1351	0,1051	1,004	0,3457	0,3414	1,000	0,4789	0,4831
2	0,42	0,58	1,7260	0,2320	0,1771	1,483	0,4996	0,4817	1,348	0,6298	0,6205
3	0,44	0,56	2,8310	0,3732	0,2804	2,007	0,6698	0,6205	1,671	0,7633	0,7353
4	0,45	0,55	3,5410	0,4625	0,3431	2,261	0,7348	0,6827	1,812	0,8196	0,7817
5	0,46	0,54	4,3490	0,5622	0,4114	2,498	0,8034	0,7378	1,936	0,8685	0,8211
6	0,48	0,52	6,1890	0,7813	0,555	2,904	0,9172	0,8260	2,134	0,9454	0,8813
7	0,50	0,50	8,1150	1,000	0,6902	3,208	1,0	0,8878	2,277	0,9992	0,9225
8	0,52	0,48	9,8610	1,189	0,8011	3,424	1,057	0,9296	2,377	1,036	0,9505
9	0,54	0,46	11,26	1,335	0,8829	3,573	1,096	0,9574	2,477	1,062	0,9698
10	0,56	0,44	12,28	1,439	0,9391	3,675	1,123	0,9762	2,497	1,081	0,9834
11	0,58	0,42	12,98	1,508	0,976	3,747	1,141	0,9891	2,534	1,094	0,9932
12	0,60	0,40	13,44	1,554	1,000	3,798	1,154	0,9982	2,561	1,104	1,001

а) $\kappa_3 = 0,1$ б) $\kappa_3 = 0,5$



в) $K_3 = 1,0$

Рис. 3. Залежності товщини фарби на поверхні відбитків від коефіцієнтів передачі при різних K_3

- де: 1. отримано при h_d визначеному за умови $\alpha_n = \alpha_\phi = \alpha_{оф} = \alpha_i = 0,4$;
 2. отримано при h_d визначеному за умови $\alpha_n = \alpha_\phi = \alpha_{оф} = \alpha_i = 0,5$;
 3. отримано при h_d визначеному за умови $\alpha_n = \alpha_\phi = \alpha_{оф} = \alpha_i = 0,6$.

Висновки.

Розроблено математичну модель фарбодрукарської системи послідовної структури з акумулюючими валиками, яка описує процес циркулювання мікропотоків фарби поверхнями її елементів з врахуванням режиму роботи фарбоживильного пристрою та розтиральних циліндрів. Побудовано симулятор фарбодрукарської системи в середовищі Matlab-Simulink, який відтворює роботу усіх її компонентів та дає можливість імітувати процес розподілу і передачі фарби в системі, та отримання друкованих відбитків. Проведено моделювання та дослідження впливу коефіцієнтів розщеплення фарби на процес, при імітаційному відтворенні, фарбопередачі процесу тиражування відбитків з різною щільністю елементів зображення. Виявлено значний вплив зміни коефіцієнтів розщеплення фарби в місцях контактів валиків і циліндрів на її товщину, що передається на відбитки. Встановлено, що при тиражуванні відбитків з малим коефіцієнтом заповнення їх елементами зображення, чутливість фарбодрукарської системи до зміни коефіцієнтів розщеплення фарби суттєво зростає. Отримані результати обґрунтовують необхідність врахування при визначенні параметрів вхідного завдання не тільки щільності заповнення форми друкарськими елементами, але і величини коефіцієнтів передачі фарби в місцях контакту елементів фарбодрукарської системи.

1. Раскин А. Н. Технология печатных процессов: Учебник для вузов / А. Н. Раскин, И. В. Ромейков, Н. Д. Бирюкова. – М.: Книга. – 1989. – 432 с.
2. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства / Г. Киппхан; пер. с нем. – М.: МГУП, – 2003. – 1280 с.

3. *Козаровицкий Л. А.* Бумага и краска в процессе печатания / Л. А. Козаровицкий – М.: Книга. – 1965. – 368 с.
4. *Hongyan Chu.* Analysis of temperature characteristics of ink fluid based on power law model in microchannel / Hongyan Chu, Xuecong Lin, Ligang Cai // *Advances in Mechanical Engineering.* – 2019. – Vol. 11(3). – P. 1–15. DOI: 10.1177/1687814019833585.
5. *Linlin Liu.* Dynamic simulation modeling of inking system based on elastohydrodynamic lubrication / Linlin Liu, Kaikai Li, Fei Lu // *International journal of heat and technology.* – 2016. – Vol. 34, № 1. – P. 124–128. DOI: 10.18280/ijht.340118.
6. *Pyryev Y.* Analytical solution of thermal conduction in a two-layer cylinder modeling oscillator roller in an offset machine / Y. Pyryev // *International Journal of Thermal Sciences.* – 2019. – Vol. 136. – P. 433–443. DOI: doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2018.11.004.
7. *Верхола М. І.* Моделювання та визначення коефіцієнта передачі фарби передавальним валіком у фарбовій системі з розтиральним циліндром / М. І. Верхола, І. Б. Гук // *Комп'ютерні технології друкарства : Збірник наукових праць / УАД.* – 2009. – № 21. – С. 39 – 52.
8. *Верхола М. І.* Моделювання та комп'ютерне визначення зонального розподілу товщини шарів фарби на виході фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром / М. І. Верхола, І. Б. Гук, Р. М. Споляк // *Комп'ютерні технології друкарства : Збірник наукових праць / УАД.* – 2010. – № 23. – С. 27 – 34.
9. *Верхола М. І.* Моделювання та аналіз впливу розміщення друкуючих елементів на формі на процес розподілу фарби у фарбових системах / М. І. Верхола, І. Б. Гук, В. М. Бабинець // *Комп'ютерні технології друкарства: УАД.* – 2007. – № 18. – С. 5 – 21.

<http://doi.org/10.5281/zenodo.3860776>

Поступила 7.10.2019р.

УДК 009.4

А.Т. Кобевко¹,
О.В. Тимченко^{1, 2}

ОСОБЛИВОСТІ DDoS-АТАК НА ХМАРНІ СЕРВІСИ

Abstract. The paper provides a brief description of the features of DDoS attacks on cloud services, the taxonomy of attacks, their types and countermeasures to mitigate the impact. Methods of detection and prevention of attacks are described, the principle of a choice of decisions for protection is defined.

¹ Українська академія друкарства

² University of Warmia and Mazury Olsztyn, Poland