

СИСТЕМИ

УДК 004.942:681.625.23

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТІВ ПЕРЕДАЧІ ФАРБИ В КОЛОВОМУ ТА ОСЬОВОМУ НАПРЯМАХ НА РОЗПОДІЛ МІКРОПОТОКІВ ФАРБИ НА ВИХОДІ ФАРБОДРУКАРСЬКОЇ СИСТЕМИ

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

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

Робота присвячена вирішенню проблеми дослідження інтегрального впливу коефіцієнтів колового і осьового розподілу фарби на рівномірність товщини фарби на поверхні відбитків. Для демонстрування запропонованого підходу розроблено математичну та структурну моделі фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури. На основі цих моделей у програмному пакеті Matlab-Simulink побудовано відповідний симулятор, який дає можливість відтворювати процеси розподілу і передачі фарби з врахуванням роботи усіх елементів фарбодрукарської системи. В результаті моделювання виявлено, що збільшення величини осьового ходу розтирального циліндра приводить до суттєвого перерозподілу потоків фарби на виході фарбодрукарської системи в поперечному напрямі відбитків. Але при цьому немає прямопропорційної залежності між осьовим ходом розтирального циліндра і зональним розподілом фарби. Виявлено, що збільшення величини коефіцієнта передачі фарби в осьовому напрямі негативно впливає на рівномірність товщини фарби на поверхні відбитків вздовж напрямку друкування. Встановлено, що зміна коефіцієнтів передачі фарби між елементами фарбодрукарської системи в коловому напрямі при дії розтирального циліндра має значний вплив на перерозподіл потоків фарби не тільки в коловому, а й поперечному напрямі, тобто вздовж твірних валиків і циліндрів, та на виході фарбодрукарської системи. Так, збільшення коефіцієнтів передачі фарби в коловому напрямі суттєво збільшує нерівномірність товщини фарби по ширині відбитків.

Отримані результати підтверджують тісний взаємозв'язок між коефіцієнтами передачі фарби в коловому і осьовому напрямках та їх вплив на рівномірність товщини фарби на поверхні друкарських відбитків, що обґрунтовує потребу в забезпеченні стабільності цих коефіцієнтів упродовж усього процесу друкування.

***Ключові слова:** фарбодрукарська система, математична модель, розтиральний циліндр, коефіцієнт передачі фарби, симулятор, розкочування фарби, друкарські відбитки.*

Постановка проблеми. Процес розкочування і передачі фарби є неперервно-дискретним. Фарба через систему валиків і циліндрів переміщується безперервно, а зміна її товщини відбувається дискретно, в моменти проходження че-

рез зони контакту елементів фарбодрукарської системи. Осьове розкочування застосовується для вирівнювання фарбового рельєфу, який виникає при подачі фарби на вході фарбодрукарської системи у вигляді кільцевих смужок, а також через прогини валиків і циліндрів, дефекти їх поверхонь, вибіркової передачі фарби з накочувальних валиків на друкувальні елементи форми та ін. Осьове розкочування фарби забезпечується розтиральними циліндрами, які приводяться в рух від головного привода офсетної машини та здійснюють, крім колового, ще й осьовий зворотно-поступальний рух. Тривалість циклу переміщення розтиральних циліндрів в осьовому напрямі може дорівнювати тривалості одного або двох обертів формного циліндра [1].

Сучасні офсетні машини у складі фарбодрукарської системи мають чотири розтиральних циліндри. Ймовірно, що на величину передачі фарби в осьовому напрямі, крім амплітуди осьового переміщення циліндрів, впливає ще й топологія їхнього розміщення у фарбодрукарській системі. Якість друкованої продукції залежить від рівномірності та точності передачі необхідної товщини фарби на відбитки, тому дослідження впливу коефіцієнтів передачі фарби в коловому і осьовому напрямках на розподіл фарби на виході фарбодрукарської системи є важливим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [2] експериментально встановлено, що зміна осьового ходу розтиральних циліндрів, які контактують з накочувальними валиками, впливає на якість друку. Величина осьового ходу розтиральних циліндрів накочувальної підсистеми залежить від характеру розміщення друкувальних елементів на формі. Осьовий хід розтиральних циліндрів розкочувальної підсистеми пов'язаний із зональною подачею фарби. Але в роботі не наводиться жодних варіантів математичного опису цих зв'язків.

Основою для побудови моделей динамічних процесів розкочування фарби, що відбувається у фарбодрукарських машинах, є часовий метод. У праці [3] поданий на основі перетворень Лапласа перехід від часового до операторного опису процесів розкочування фарби та отримана узагальнена математична модель послідовної фарбодрукарської системи, де опис процесів розподілу і передачі фарби подано за допомогою зперетворень. Розроблено симулятор фарбодрукарської системи та отримано графіки перехідних процесів зміни товщини потоків фарби на поверхні елементів фарбодрукарської системи під час дії розтирального циліндра. Але в цій роботі немає результатів дослідження впливу зміни величини коефіцієнта передачі фарби в осьовому напрямі на розподіл фарби на виході фарбодрукарської системи. У публікації [4] розглядається вплив розтирального циліндра на якість друкованої продукції. Однак через відсутність детального математичного опису складно проаналізувати достовірність наведених результатів.

Результати дослідження впливу величини осьового ходу розтирального циліндра та топології фарбодрукарської системи на характер розподілу мікропотоків фарби на виході фарбодрукарської системи подані в роботах [5, 6]. Проте ці дослідження проведені за умови, що коефіцієнти передачі фарби в коловому

напрямі були однаковими і сталими. Та відомо, що коефіцієнти передачі фарби між елементами фарбодрукарської системи можуть мати змінний характер, що підтверджується результатами дослідження, представленими в працях [7, 8]. Тому дослідження та аналіз впливу режиму роботи розтиральних циліндрів на розподіл фарби доцільно проводити з врахуванням зміни коефіцієнтів передачі в коловому напрямі.

Мета статті – моделювання та аналіз впливу коефіцієнтів передачі фарби в осьовому та коловому напрямках на характер розподілу мікропотоків фарби на поверхні фарбовідбитків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Фарбодрукарські системи мають різні структури розміщення валиків і циліндрів. Розглянемо дослідження впливу коефіцієнтів передачі фарби на перерозподіл потоків фарби на прикладі фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури. Приймаємо, що фарбодрукарська система оснащена фарбоживильною підсистемою дукторно-ножового типу. Товщина зональної подачі фарби регулюється відповідними гвинтами, або кулачковими механізмами. Величина зональної подачі задається відповідним кутом повороту дуктора за цикл роботи системи. З виходу фарбоживильного пристрою фарба поступає на вхід j -тих зон фарбодрукарської системи. Розтиральний циліндр, що знаходиться в першій позиції здійснює одночасно колове і осьове переміщення вхідних потоків фарби. З виходу розтирального циліндра фарба транспортується через вузловий валик до двох накочувальних валиків, які, обертаючись, наносять фарбу на поверхню друкувальних елементів форми, закріпленої на формному циліндрі. З поверхні друкарської форми фарба передається через офсетний циліндр на матеріал, що задруковується.

При розробленні математичної моделі приймаємо наступні допущення: поверхні елементів фарбодрукарської системи від входу до виходу умовно розділені на зони, кількість яких відповідає кількості зон регулювання подачі фарби; діаметри валиків і циліндрів розділені на ціле число умовних одиниць; лінійні швидкості елементів фарбодрукарської системи рівні між собою; переміщення фарби поверхнею валиків на віддаль в одну умовну одиницю здійснюється за одну відносну одиницю часу; проковзуванням валиків і циліндрів та впливом величини тиску на передачу фарби нехтуємо. За змінні приймаємо товщини прямих та зворотних потоків фарби на поверхнях валиків і циліндрів та товщини потоків фарби в місцях контакту елементів фарбодрукарської системи та відбитках.

На підставі прийнятих допущень та праць [9, 10] складаємо математичну модель фарбодрукарської системи для j -тої зони проходження фарби від дукторної скриньки до відбитків (1).

$$\begin{aligned}
h_0^j(z) &= P_n^j(z)h_n^j(z); & x_4^j(z) &= h_{2,2}^j(z) + l_4^j(z); \\
x_1^j(z) &= h_0^j(z) + l_1^j(z) + l_1^{j(j-1)}(z) + l_1^{j(j+1)}(z); & h_4^j(z) &= P_4^j(z)x_4^j(z); \\
h_1^j(z) &= P_1^j(z)x_1^j(z); & x_{5,1}^j(z) &= h_{5,1}^j(z) + h_3^j(z); \\
h_1^{(j-1)j}(z) &= P_1^{(j-1)j}(z)x_1^j(z); & l_3^j(z) &= R_3^j(z)x_{5,1}^j(z); \\
h_1^{(j+1)j}(z) &= P_1^{(j+1)j}(z)x_1^j(z); & h_{5,1}^j(z) &= P_{5,1}^j(z)x_{5,1}^j(z); \\
x_2^j(z) &= h_1^j(z) + h_1^{j(j-1)}(z) + h_1^{j(j+1)}(z) + l_2^j(z); & x_{5,2}^j(z) &= h_4^j(z) + l_5^j(z); \\
l_1^j(z) &= R_1^j(z)x_2^j(z); & l_4^j(z) &= R_4^j(z)x_{5,2}^j(z); \\
l_1^{(j-1)j}(z) &= R_1^{(j-1)j}(z)x_2^j(z); & h_{5,2}^j(z) &= P_{5,2}^j(z)x_{5,2}^j(z); \\
l_1^{(j+1)j}(z) &= R_1^{(j+1)j}(z)x_2^j(z); & x_6^j(z) &= h_{5,1}^j(z) + l_6^j(z); \\
h_{2,1}^j(z) &= P_{2,1}^j(z)x_2^j(z); & l_5^j(z) &= R_5^j(z)x_6^j(z); \\
x_3^j(z) &= h_{2,1}^j(z) + l_3^j(z); & h_6^j(z) &= P_6^j(z)x_6^j(z); \\
l_2^j(z) &= R_2^j(z)x_3^j(z); & x_7^j(z) &= h_6^j(z); \\
h_{2,2}^j(z) &= P_{2,2}^j(z)x_3^j(z); & l_6^j(z) &= R_6^j(z)x_7^j(z); \\
h_3^j(z) &= P_3^j(z)x_3^j(z); & h_n^j(z) &= P_c^j(z)x_7^j(z),
\end{aligned} \tag{1}$$

де $h_n^j(z)$ та $h_c^j(z) - z$ – зображення товщини потоків фарби, що подаються на вхід фарбодрукарської системи та передається на матеріал, що задруковується.

Для того щоб виключити можливий вплив на перерозподіл потоків фарби на виході фарбодрукарської системи, подаємо опис роботи фарбоживильної підсистеми у спрощеному вигляді за допомогою відповідного оператора передачі фарби, який не враховує зворотного повернення фарби від розкочувальної підсистеми у дукторну скриньку:

$$P_n^j(z) = (1 - z^{p_n}) \frac{z^d}{z^d - 1}, \tag{2}$$

де p_n – транспортне запізнення у в.о. при дискретній передачі порції (імпульса) відповідної ширини на вхід розкочувальної підсистеми; d – тривалість одного оберту формного циліндра, що відповідає циклу роботи фарбодрукарської системи.

Усі інші оператори передачі фарби детально описані в низці праць, які виконані на кафедрі АКТ УАД [9, 11, 12].

За математичною моделлю (1) будуємо структурну схему послідовно-паралельної фарбодрукарської системи, яка подана на рис. 1.

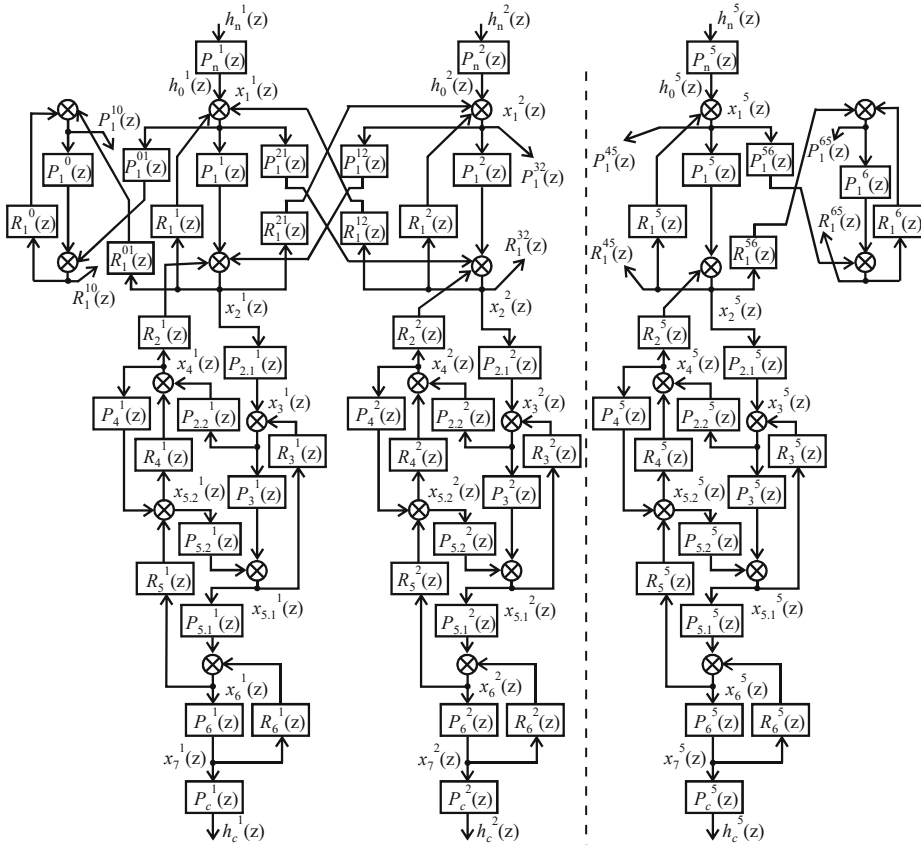


Рис. 1. Структурна схема послідовно-паралельної фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром

На основі системи рівнянь (1) та структурної схеми (рис. 1) в середовищі *Matlab-Simulink* розроблено симулятор послідовно-паралельної фарбодрукарської системи (рис. 2).

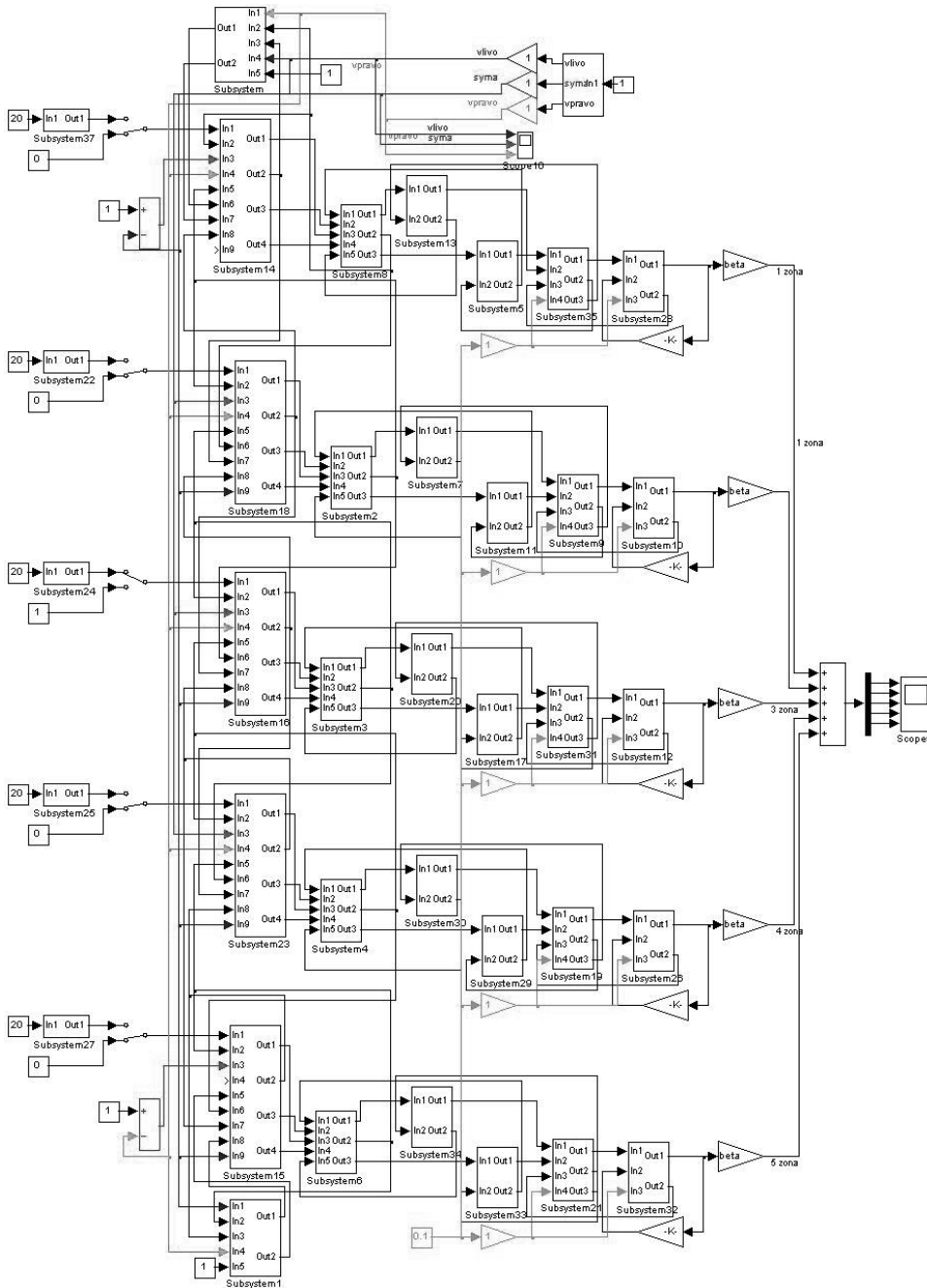


Рис. 2. Симулятор моделі послідовно-паралельної фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром на вході

У симулятор вводимо геометричні розміри валиків і циліндрів, які відповідають показникам степеня p_i , r_i в операторах передачі фарби, що відобра-

жають транспортне запізнення при проходженні фарби поверхнею елементів фарбодрукарської системи. Кількість зон проходження фарби прийняли $j=5$, а величину осьового ходу рівну ширині зони подачі фарби. Задаємо значення коефіцієнтів передачі фарби в зонах контактів елементів фарбодрукарської системи $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$, коефіцієнт передачі фарби на матеріал, що задруковується, $\beta = 0,5$. Приймаємо, що коефіцієнти заповнення форми \hat{e}_c^j у всіх зонах однакові і дорівнюють одиниці, тобто форма всією поверхнею приймає фарбу.

Товщину вхідного завдання подачі фарби можна отримати з виразу:

$$h_n^j = (l_f \cdot h_c^j) / b_n, \quad (3)$$

де b_n – ширина дискретної порції подачі фарби на вхід фарбодрукарської системи; l_f – довжина друкарської форми за умови, що вона всією поверхнею сприймає фарбу (суцільна плашка).

На вхід середньої зони фарбодрукарської системи подаємо дискретні порції подачі фарби товщиною h_d^j , визначеною на підставі виразу (3) за умови, щоб на виході фарбодрукарської системи при відсутності осьового ходу розтирального циліндра отримати в тій же зоні товщину фарби $h_c^j(z)=1$ у.о.

Змінюючи коефіцієнти передачі фарби в осьовому напрямі, які враховують зміну величини осьового ходу розтирального циліндра, проводимо симулювання до виходу фарбодрукарської системи на квазіусталений режим для кожного значення величини осьового ходу.

На підставі отриманих в результаті симулювання значень товщин фарби в різних зонах відбитків побудовано графічні залежності (рис. 3) розподілу потоків фарби на виході фарбодрукарської системи від величини коефіцієнтів передачі фарби в осьовому напрямі, тобто від величини осьового ходу розтирального циліндра.

При відсутності осьового ходу вся фарба передається тільки в третю зону відбитків і при виході фарбодрукарської системи на усталений режим товщина її становить 1 у.о. При збільшенні осьового ходу товщина потоку фарби в третій зоні зменшується, а в сусідніх зонах зростає. При максимальній величині осьового ходу розтирального циліндра, коли коефіцієнти передачі фарби в осьовому напрямі досягають максимального значення, товщина фарби в середній зоні відбитків зменшується на 66%, а в сусідніх зонах зростає. Так, в другій зоні товщина фарби збільшується на 26%, в четвертій зоні, яка розміщена симетрично до другої, товщина фарби зростає на 18%.

При максимальних значеннях коефіцієнтів передачі в осьовому напрямі товщина фарби в крайніх зонах теж зростає в першій зоні на 11,6%, а в п'ятій – на 10%. Отже, зміна величини осьового ходу суттєво впливає на перерозподіл потоків у послідовно-паралельній фарбодрукарській системі.

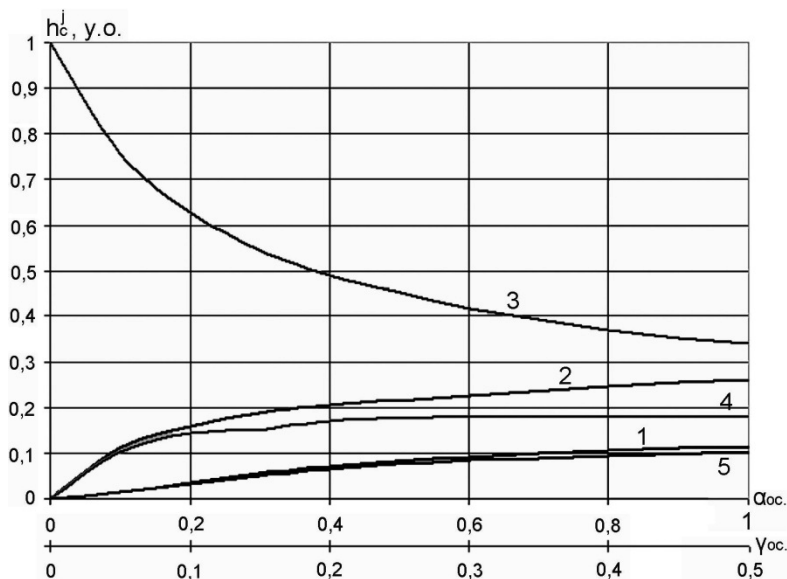


Рис. 3. Залежності товщини фарби в j -тих зонах відбитків послідовно-паралельної фарбодрукарської системи від коефіцієнтів передачі фарби в осьовому напрямі при дискретній подачі

Здійснимо аналіз впливу величини осьового ходу розтирального циліндра на рівномірність товщини фарби на виході послідовно-паралельної фарбодрукарської системи. Визначити відносне відхилення коливань товщини фарби в j -тих зонах відбитка можна таким чином:

$$\Delta h_c^j(z), \% = \frac{h_c^j(z) - h_{c\text{cep}}}{h_{c\text{cep}}} \times 100\% . \quad (4)$$

Тому доповнюємо симулятор фарбодрукарської системи блоками, які реалізують вираз (4). Приймаємо, що коефіцієнти передачі фарби в коловому напрямі $\alpha_1 = 1$, $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$, коефіцієнт передачі фарби на матеріал, що задруковується, $\beta = 0,5$, а коефіцієнт заповнення форми у всіх зонах рівний одиниці. Подаємо на вхід третьої зони фарбоживильного пристрою h_n^j такої величини, щоб при відсутності осьового ходу розтирального циліндра на виході фарбодрукарської системи отримати потік фарби товщиною 1 у.о. Для двох варіантів величини осьового ходу проводимо симулювання до виходу фарбодрукарської системи на квазіусталений режим: перший – величина осьового ходу становить 20% від максимальної ($\alpha_{oc} = 0,2$ і $\gamma_{oc} = 0,1$), другий – осьовий хід розтирального циліндра рівний максимальній величині ($\alpha_{oc} = 1,0$ і $\gamma_{oc} = 0,5$). Відносне відхилення коливань товщини фарби в j -тих зонах відбитка визначаємо на підставі виразу (4). Отримані результати подаємо у вигляді графіків на рис. 4 і рис. 5.

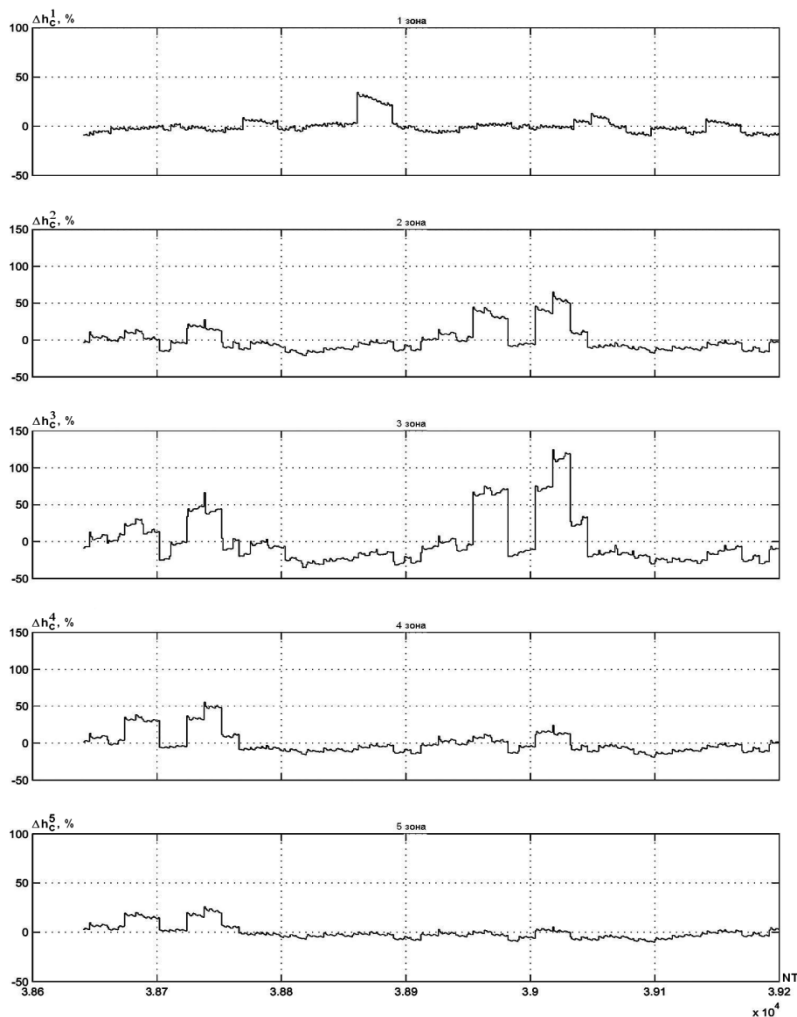


Рис. 4. Відносні відхилення товщини фарби від середнього значення в j -тих зонах відбитка послідовно-паралельної фарбодрукарської системи при $\alpha_{oc}=0,2$ і $\gamma_{oc}=0,1$

Як видно з рис. 4, вздовж відбитка у всіх його зонах спостерігається коливання товщини потоку фарби відповідно до середніх значень товщини в цих зонах. Найбільшого значення це відхилення досягає у третій зоні і становить 125%. Коливання товщини потоку фарби зменшується при віддаленні від середини відбитка, і в крайніх зонах максимальна величина цих коливань стосовно середніх значень складає близько 35%. При збільшенні осьового ходу до максимальної величини (рис. 5) амплітуда коливання товщини потоку фарби відповідно до середньої величини в третій зоні збільшилася до 150%, а в крайніх зонах значно зростає: так, в першій зоні максимальне значення амплітуди коливань становить 70% і в п'ятій – 60%. Збільшення осьового ходу розтирального циліндра приводить до вирівнювання середніх значень товщин фарби

в поперечному напрямі відбитка, але при цьому зростають відносні значення коливання товщини потоку фарби у порівнянні з середньою величиною у всіх зонах вздовж відбитка.

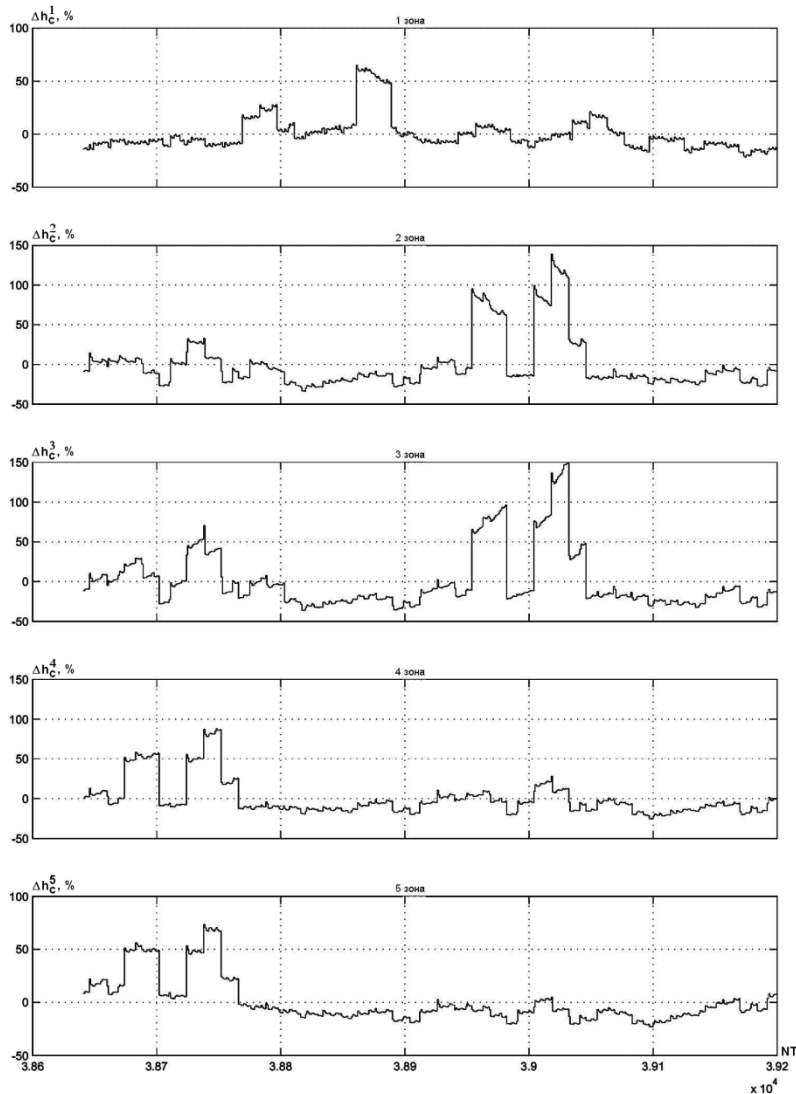


Рис. 5. Відносні відхилення товщини фарби від середнього значення в j -тих зонах відбитка послідовно-паралельної фарбодрукарської системи при $\alpha_{oc}=1,0$ і $\gamma_{oc}=0,5$

Розглядаємо завдання дослідження впливу коефіцієнтів передачі фарби в коловому напрямі на розподіл потоків фарби у послідовно-паралельній фарбодрукарській системі з розтиральним циліндром на вході.

Приймаємо, що коефіцієнти заповнення форми у всіх її зонах однакові і рівні $\hat{e}_c^j = 1$, тобто вважаємо, що фарба сприймається всією поверхнею формного

циліндра. Приймаємо, що осьовий хід розтирального циліндра становить 20% від максимальної величини, для такого значення осьового ходу максимальні значення коефіцієнтів осьової передачі фарби становитимуть $\alpha_{oc}=0,2$ і $\gamma_{oc}=0,1$. На вхід середньої зони фарбодрукарської системи подаємо дискретні порції фарби товщиною $h_n^j(z)$, яка визначається за допомогою виразу (4). Змінюючи величини коефіцієнтів передачі фарби в коловому напрямі $\alpha_i=0,4\div 0,6$, проводимо симулювання. На основі отриманих результатів моделювання будуємо графічні залежності товщини потоку фарби в j -тих зонах відбитків від коефіцієнтів передачі фарби α_i (рис. 6). Зі зростанням значень коефіцієнтів передачі фарби в коловому напрямі $\alpha_i=0,4\div 0,6$ товщини фарби в середніх зонах відбитків зростають на 86%. В сусідніх зонах, симетрично розміщених відносно середньої зони, товщини фарби на поверхні відбитків зменшуються: в зоні 2 на 39%, а в зоні 4 – 53%. У крайніх зонах відбитків – в першій і в п'ятій зоні – це падіння складає 90%. Отже, зміна коефіцієнтів передачі фарби в коловому напрямі суттєво впливає на перерозподіл фарби на виході послідовно-паралельної фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром.

Задаємо величини коефіцієнтів передачі фарби прямих і зворотних потоків в осьовому напрямі таким чином, щоб їхні максимальні значення досягали величини $\alpha_{oc}=\gamma_{oc}=0,5$, що відповідає максимальній величині осьового ходу розтирального циліндра. Всі інші параметри симулятора залишаємо такими, як в попередньому випадку.

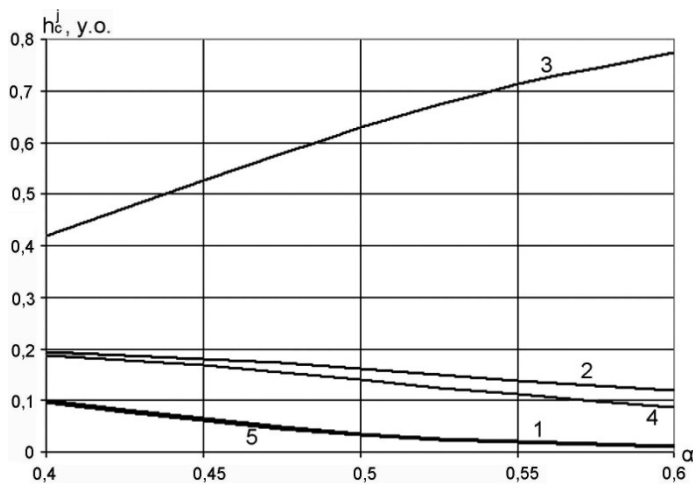


Рис. 6. Залежності товщини потоку фарби в j -тих зонах відбитків послідовно-паралельної фарбодрукарської системи від коефіцієнтів передачі фарби α_i (при $\alpha_{oc}=0,2$ і $\gamma_{oc}=0,1$)

Змінюючи величини коефіцієнтів α_i від 0,4 до 0,6, подаємо в середню зону товщину потоку фарби $h_n^j(z)$ такої величини, щоб на виході фарбодрукарської системи отримати при відсутності осьового ходу розтирального товщину фарби 1 у.о. Проводимо симулювання для кожного значення α_i до виходу фарбодрукарської системи на квазіусталений режим.

На основі отриманих в результаті симулювання даних будуємо графічні залежності товщин фарби в j -тих зонах відбитків від коефіцієнтів передачі фарби в коловому напрямі α_j , які подані на рис. 7.

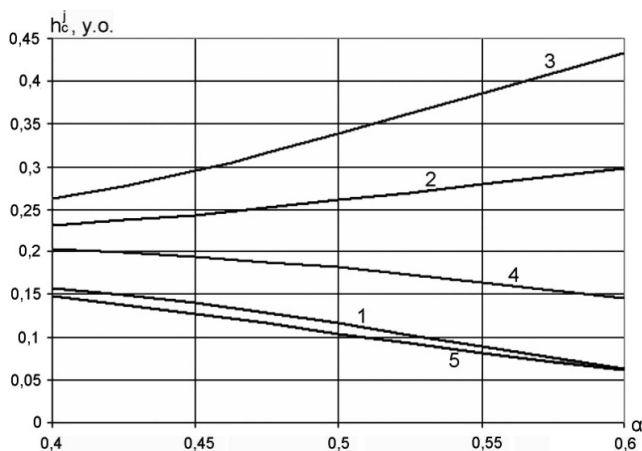


Рис. 7. Залежності товщини потоку фарби в j -тих зонах відбитків послідовно-паралельної фарбодрукарської системи від коефіцієнтів передачі фарби в коловому напрямі α_j (при $\alpha_{oc.} = \alpha_{oc.max}$)

При осьовому ході розтирального циліндра, рівному максимальній величині, збільшення значень коефіцієнтів передачі фарби α_j від 0,4 до 0,6 приводить до зростання товщини фарби в середніх зонах відбитків на 65%. В другій зоні товщина фарби на відбитках збільшується на 29%, а в симетрично розміщеній четвертій зоні – зменшується на 28%. В першій зоні товщина фарби на відбитках із зростанням α_j зменшується на 60%, а в симетрично розміщеній від центру в п'ятій зоні – на 58%. При максимальній величині осьового ходу розтирального циліндра спостерігається значно менший вплив коефіцієнтів передачі фарби α_j на зональний розподіл потоків фарби на виході фарбодрукарської системи, тобто на зміну товщини фарби на відбитках в поперечному напрямі.

Висновки. Розроблено математичну та структурну моделі послідовно-паралельної фарбодрукарської системи з розтиральним циліндром, який здійснює одночасно з обертливим рухом ще й осьове переміщення. У середовищі *Matlab-Simulink* побудовано симулятор фарбодрукарської системи, який відтворює роботу розтирального циліндра та фарбоживильного пристрою. Проведено моделювання та дослідження впливу коефіцієнтів передачі фарби в осьовому та коловому напрямках на перерозподіл потоків фарби, що передаються на відбитки. Встановлено, що із збільшенням величини осьового ходу розтирального циліндра до максимального значення товщина фарби в середній зоні відбитків зменшується на 66%, в сусідній зоні зліва зростає на 18%, а справа на 26%, тобто товщина фарби вирівнюється в поперечному напрямі відбитків. Виявлено, що при максимальній величині коефіцієнта передачі фарби в осьовому напрямі амплітуда коливань товщини фарби в середній зоні відбитка збільшилася до 150%, а в крайніх зонах, тобто в першій і останній зростає відповідно на 70% і 60%. Встановлено, що зміна коефіцієнта пере-

дачі фарби в коловому напрямі суттєво впливає і на перерозподіл фарби по ширині відбитків. Так, зі збільшенням коефіцієнта передачі фарби в коловому напрямі від 0,4 до 0,6 при максимальній величині осьового ходу розтирального циліндра, товщина фарби в середній зоні відбитків зростає на 65%, в суміжній – зліва на 29%, а симетрично розміщеній від неї справа товщина фарби зменшується на 28%. Отже, зі збільшенням коефіцієнта передачі фарби в коловому напрямі зростає нерівномірність товщини фарби в поперечному напрямі відбитків.

Отримані результати обґрунтовують тісний взаємозв'язок між коефіцієнтами передачі фарби в коловому і осьовому напрямках та їх вплив на рівномірність товщини фарби на поверхні друкарських відбитків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ллойд Деджидас. Листовая офсетная печатная машина: механизмы, эксплуатация, обслуживание : [для вузов по специальности 261202 «Технология полигр. пр-ва» : пер. с англ.] / Ллойд Деджидас. – Принт-Медиа центр. – 2007. – 482 с.
2. Алексеев Г. А. Красочные аппараты ротационных машин высокой и плоской печати / Г. А. Алексеев. – М. : Книга. – 1980. – 184 с.
3. Верхола М. І. Моделювання та визначення розподілу фарби в динаміці у фарбових системах з розтиральними циліндрами / М. І. Верхола, І. Б. Гук // Комп'ютерні технології друкарства : збірник наукових праць. – Львів : УАД. – 2006. – № 16. – С.3-13.
4. Shem M. Chou. Computer Simulation of Offset Printing: II. Effects of Vibrator Oscillation and Image Layout // Warrendale: Printing Industries of America. – 1997. – Pages: 25 <http://www.printing.org>
5. Верхола М. І. Моделювання та аналіз впливу траєкторії руху розтирального циліндра на процес розкочування фарби / М. І. Верхола, І. Б. Гук // Комп'ютерні технології друкарства : Збірник наукових праць / УАД. – 2001. – №6. – С. 337-353.
6. Дослідження процесу колового і осьового розкочування фарби розкочувальними групами фарбових апаратів друкарських машин : звіт про НДР (заключн.) / Українська академія друкарства (УАД); кер.: М. І. Верхола; викон.: І.Б. Гук, В.М. Бабінець [та ін.]. – Львів, 2001. – 63 с. – № ДР 0101U007700. – Інв. Б №487-2001.
7. Верхола М. І. Информационная технология анализа передачи краски в краскопечатных системах офсетных печатных машин / М. І. Верхола, У. П. Пановик // «Труды БГТУ» : Научный журнал. – 2015. – № 9. – С. 18-23.
8. Створення основних засад інформаційних технологій аналізу передавання фарби, тоновідтворення зображень та автоматизації налагодження фарбодрукарських систем : звіт про НДР (заключн.) / Українська академія друкарства (УАД); кер.: Б. В. Дурняк; викон.: М. М. Луцків [та ін.]. – Львів, 2014. – 220 с. – № ДР 0113U000236. – Інв. Б № 401-2013.
9. Верхола М. І. Моделювання та визначення розподілу фарби в динаміці у фарбових системах з розтиральними циліндрами / М. І. Верхола, І. Б. Гук // Комп'ютерні технології друкарства : збірник наукових праць. – Львів : УАД. – 2006. – № 16. – С.3-13.
10. Верхола М. І. Аналіз розподілу фарби у послідовних фарбових системах з розтиральним циліндром за їх статичними моделями / М. І. Верхола, І. Б. Гук, У. П. Пановик // Комп'ютерні технології друкарства : збірник наукових праць. – Львів : УАД. – 2013. – №29. – С.27-42.
11. 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 : збірник наукових праць. – Львів : УАД. – 2007. – №18. – С.5–21.

12. Верхола М. І. Моделювання та аналіз впливу математичного опису режиму роботи фарбоживильного пристрою на розподіл потоків фарби у фарбодрукарській системі / М. І. Верхола, В. М. Бабинець, І. Б. Гук // Комп'ютерні технології друкарства : збірник наукових праць. – Львів : УАД. – 2018. – №2(40). – С.8–24.

REFERENCES

1. Llojd Dedzhidas. (2007). Listovaja ofsetnaja pechatnaja mashina: mehanizmy, jekspluatacija, obsluzhivanie : [dlja vuzov po special'nosti 261202 "Tehnologija poligr. pr-va" : per. s angl.] / Llojd Dedzhidas. – Print-Media centr. — 482 s. (in Russian)

2. Alekseev G. A. (1980). Krasochnye apparaty rotacionnyh mashin vysokoj i ploskoj pechati / G. A. Alekseev. – M. : Kniga. — 184 s. (in Russian)

3. Verkhola M. I. (2006). Modeliuvannia ta vyznachennia rozpodilu farby v dynamitsi u farbovykh systemakh z roztyrallymy tsylindramy / M. I. Verkhola, I. B. Huk // Kompiuterni tekhnologii drukarstva : zbirnyk naukovykh prats. – Lviv : UAD. — № 16. – S.3-13. (in Ukrainian)

4. Shem M. Chou. (1997). Computer Simulation of Offset Printing: II. Effects of Vibrator Oscillation and Image Layout // Warrendale: Printing Industries of America. — Pages: 25 <http://www.printing.org> (in English)

5. Verkhola M. I. (2001). Modeliuvannia ta analiz vplyvu traektorii rukhu roztyrochnoho tsylindra na protses rozkochuvannia farby / M. I. Verkhola, I. B. Huk // Kompiuterni tekhnologii drukarstva : Zbirnyk naukovykh prats / UAD. — №6. – S. 337-353. (in Ukrainian)

6. Doslidzhennia protsesu kolovoho i osovoho rozkochuvannia farby rozkochovalnymy hrupamy farbovykh aparativ drukarskykh mashyn : zvit pro NDR (zakliuchn.) / Ukrainska akademiia drukarstva (UAD); ker.: M. I. Verkhola; vykon.: I.B. Huk, V.M. Babinets [ta in.]. – Lviv, 2001. – 63 s. – № DR 0101U007700. – Inv. B №487-2001. (in Ukrainian)

7. Verhola M. I. (2015). Informacionnaja tehnologija analiza peredachi kraski v kraskopechatnyh sistemah ofsetnyh pechatnyh mashin / M. I. Verhola, U. P. Panovik // «Trudy BGTU» : Nauchnyj zhurnal. — № 9. – S. 18-23. (in Russian)

8. Stvorennia osnovnykh zasad informatsiinykh tekhnologii analizu peredavannia farby, tonovidtvorennia zobrazhen ta avtomatyzatsii nalahodzhennia farbodrukarskykh system : zvit pro NDR (zakliuchn.) / Ukrainska akademiia drukarstva (UAD); ker.: B. V. Durniak; vykon.: M. M. Lutsiv [ta in.]. – Lviv, 2014. – 220 s. – № DR 0113U000236. – Inv. B № 401-2013. (in Ukrainian)

9. Verkhola M. I. (2006). Modeliuvannia ta vyznachennia rozpodilu farby v dynamitsi u farbovykh systemakh z roztyrallymy tsylindramy / M. I. Verkhola, I. B. Huk // Kompiuterni tekhnologii drukarstva : zbirnyk naukovykh prats. – Lviv : UAD. — № 16. – S.3 13. (in Ukrainian)

10. Verkhola M. I. (2013). Analiz rozpodilu farby u poslidovnykh farbovykh systemakh z roztyrallym tsylindrom za yikh statychnymy modeliamy / M. I. Verkhola, I. B. Huk, U. P. Panovik // Kompiuterni tekhnologii drukarstva : zbirnyk naukovykh prats. – Lviv : UAD. — №29. – S.27–42. (in Ukrainian)

11. Verkhola M. I. (2007). Modeliuvannia ta analiz vplyvu rozmishchennia drukuiuchykh elementiv na formi na protses rozpodilu farby u farbovykh systemakh / M. I. Verkhola, I. B. Huk, V. M. Babynets // Kompiuterni tekhnologii drukarstva : zbirnyk naukovykh prats. – Lviv : UAD. — №18. – S.5–21. (in Ukrainian)

12. Verkhola M. I. (2018). Modeliuvannia ta analiz vplyvu matematychnoho opysu rehymu roboty farbozhyvlynoho prystroiu na rozpodil potokiv farby u farbodrukarskii

systemi / M. I. Verkhola, V. M. Babynets, I. B. Huk // Kompiuterni tekhnolohii drukarstva : zbirnyk naukovykh prats. – Lviv : UAD. — №2(40). – S.8–24. (in Ukrainian)

DOI 10.32403/2411-9210-2019-1-41-8-22

MODELLING AND ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF INK TRANSFER COEFFICIENTS IN THE CIRCULAR AND AXIAL DIRECTIONS ON THE DISTRIBUTION OF THE INK MICRO-FLOWS AT THE INK-PRINTING SYSTEM OUTPUT

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

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

The paper is devoted to solving the problem of the integral influence research of the coefficients of circular and axial ink distribution on the uniformity of the ink thickness on the imprint surface. A mathematical and structural model of the ink-printing system of a sequential-parallel structure has been developed to demonstrate the suggested approach. An appropriate simulator has been built based on these models in the Matlab-Simulink software package that allows one to reproduce the processes of ink distribution and transfer, taking into account the operation of all elements of the ink-printing system. The simulation has revealed that an increase in the axial movement of the grinding cylinder leads to a significant redistribution of the ink flows at the output of the ink-printing system in the transverse direction of imprints. But there is no direct proportional relationship between the axial movement of the grinding cylinder and the zonal ink distribution. It has been found that increasing the value of the ink transfer coefficient in the axial direction adversely affects the uniform ink thickness on the imprint surface along the printing direction. It has been established that the change of the ink transfer coefficients between the elements of the ink-printing system in the circular direction under the action of the grinding cylinder has a significant impact on the redistribution of the ink flows not only in the circular direction but also in the transverse direction, i.e. along the forming rollers and cylinders, and at the output of the ink-printing system. Thus, an increase in the ink transfer coefficients in the circular direction significantly increases the uneven ink thickness along the width of the imprints.

The results confirm the close relationship between the ink transfer coefficients in the circular and axial directions and their effect on the uniformity of the ink thickness on the imprint surface, which substantiates the need to ensure the stability of these coefficients throughout the printing process.

Keywords: *ink-printing system, mathematical model, grinding cylinder, ink transfer coefficient, simulator, rolling of ink, imprints.*

*Стаття надійшла до редакції 12.02.2019
Received 12.02.2019*