

РІВНОМІРНІСТЬ ПОКРИТТЯ РАСТРОВОГО ВІДБИТКА ФАРБОЮ У КОРОТКІЙ ФАРБОДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ ПОСЛІДОВНОЇ СТРУКТУРИ

Розглядається задача аналізу рівномірності покриття растрового відбитка фарбою у короткій фарбодрукарській системі послідовної структури з анілоксовим живильним пристроєм, приведені результати комп'ютерного моделювання.

The task of analysis of evenness covering of ink halftone track in short ink printing system of sequence structure with anilox nutriment device have been described. Computer simulation results presented.

1. ФОРМУЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ

Зарубіжні фірми розробили прості за конструкцією фарбові апарати на основі растрового фарбо живильного пристрою (анілокса), які мають тільки декілька фарбових валиків, тому їх називають короткими фарбовими апаратами. Вони не мають механізмів регулювання зональної подачі фарби, тому не вимагають складної і дорогої багатоканальної системи налагодження подачі фарби на заданий наклад. Перші взірці апаратів встановлено на газетних рулонних друкарських машинах [5,6]. Накопичено перший позитивний досвід їх експлуатації дав підставу для їх застосування на аркушевих офсетних машинах для друкування книжкової і журнальної продукції, де вимоги до якості є значно вищі, ніж до газетної продукції.

У даний час немає належного досвіду експлуатації і налагодження коротких фарбодрукарських систем. Переважають експериментальні методи дослідження, які вимагають дорогої вимірювальної апаратури і часу. Тому виникає задача теоретичних досліджень коротких фарбових систем, зокрема аналізу рівномірності покриття растрового відбитку фарбою. В роботі виконана актуальна задача дослідження рівномірності покриття растрової тональної шкали фарбою одержаної на короткій фарбодрукарській системі послідовної структури, яка вирішується шляхом комп'ютерного моделювання.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анілоксові фарбові апарати широко застосовуються в флексографії.

¹ Українська академія друкарства

Розроблено десятки різних схем і конструкцій з паралельною і послідовною подачею фарби на еластичну форму.

Існують фарбові апарати, у яких фарба з поверхні растрового циліндра безпосередньо накопчується на еластичну друкарську форму [5]. Однак офсетний спосіб друку значно відрізняється від флексографії. Зокрема, флексографічна форма випукла і еластична, натомість офсетна форма плоска і тверда. Тому накопичений виробничий досвід і теорія аналізу флексографічних фарбових апаратів безпосередньо не можна застосовувати для офсетних коротких фарбових апаратів.

У традиційних фарбових апаратах офсетних машин рівномірність покриття растрового відбитка фарбою забезпечується шляхом зонального налагодження подачі фарби на заданий наклад, залежно від коефіцієнта заповнення форми друкувальними елементами [5,6].

Короткі фарбодрукарські апарати не мають окремих засобів регулювання зональної подачі фарби. Тому не повною мірою забезпечують рівномірність покриття поверхні растрового відбитку фарбою [5,3]. Зауважимо, що до цього часу нерівномірність покриття недостатньо вивчена. Аналіз коротких фарбодрукарських систем значно відрізняється від аналізу традиційних об'єктів і систем автоматичного регулювання. Це обумовлено складністю процесів, що відбуваються у фарбодрукарських системах, зокрема циркуляцією прямих і зворотних потоків у системі та нерівномірністю заповнення растрової друкарської форми.

У роботі автора [3,4] розроблена математична модель короткої фарбо друкарської системи, за якою побудовано характеристики покриття для заданих параметрів. Аналіз точності коротких фарбодрукарських систем при відтворенні тонових зображень виявив, що точність залежить від діапазону тонопередачі і може становити 10-20% і більше. Зауважимо, що за точністю короткі фарбо друкарські системи не забезпечують нормативні вимоги до якісної книжкової і журнальної продукції [2].

Мета задачі дослідження - моделювання і аналіз рівномірності покриття растрового відбитка фарбою у короткій фарбодрукарській системі послідовної структури п'ятої розмірності, яка розв'язується шляхом комп'ютерного моделювання.

3. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Носієм зображення у фарбодрукарській системі є друкарська форма, поверхня якої містить растрові друкувальні елементи. Форма

здійснює модуляцію фарбового потоку, внаслідок чого на її поверхні створюється фарбове растрове зображення, яке переноситься на офсетний циліндр, а з нього – на задруковуваний матеріал [м.]. Оптична густина зображення формується шляхом зміни площі растрових елементів. Тому при аналізі процес модуляції неперервного фарбового потоку растровою друкарською формою будемо розглядати, як перетворення потоку у фарбове растрове зображення, що розширяє інформативність моделі.

Враховуючи новизну і складність поставленої задачі, обумовлену наявністю прямих і зворотних фарбових потоків, розглянемо рівномірність покриття растрового відбитка у фарбодрукарській системі п'ятої розмірності послідовної структури, схема якої подана на рис. 1.

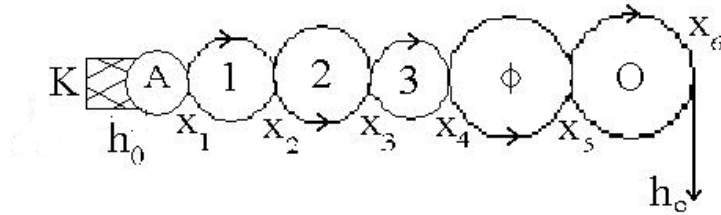


Рис.1. Схема короткої фарбодрукарської системи

У замкнутій камері K фарба під тиском заповнює дрібні растрові комірки на поверхні циліндра A (анілокса). Надлишок фарби з поверхні циліндра згортається ракелем, а рівномірний потік фарби передається на перший фарбовий валик і послідовно розкочується. Третій валик подає фарбу на форму, яка здійснює модуляцію фарбового потоку. Промодульований фарбовий потік передається на офсетний циліндр O і з нього на задруковуваний матеріал (паперову стрічку). Частина фарби, яка не сприйнялася формою і задруковуваним матеріалом, повертається назад і створює зворотний потік фарби у системі, який через растровий циліндр повертається назад до фарбової камери. Таким чином у фарбодрукарській системі відбувається інтенсивна циркуляція і змішування прямих і зворотних потоків фарби, що сприяє кращій рівномірності покриття растрового відбитка фарбою.

Для спрощення задачі зручно від моделі модульованих потоків [5] перейти до моделі товщини потоків, виразивши модульовані потоки через товщини шару фарби. Щоб здійснити перехід від моделі модульованих потоків до моделі товщин модульованих потоків, зробимо наступні припущення: товщини прямих промодульованих друкарською формою растрових потоків на формі, офсетному циліндрі

і на задрукованому матеріалі – це їх амплітудні значення; усереднення прямих промодульованих потоків здійснюється при виході із точок контакту формного і офсетного циліндра, а зворотніх потоків – на накочувальному валику.

На основі балансу фарбових потоків [2,3] та прийнятних припущень складемо систему рівнянь для моделі товщин потоків, промодульованих растровою друкарською формою

$$\begin{aligned}
 x_1 &= h_0 + \gamma_1 x_2 \\
 \ell_0 &= \gamma_0 x_1 \\
 x_2 &= \alpha_1 x_1 + \gamma_2 x_3 \\
 x_3 &= \alpha_2 x_2 + f_3(m) x_4 \\
 x_4 &= \alpha_3 x_3 + f_4(m) x_5 \\
 x_5 &= \alpha_4 x_4 + \gamma_5 x_6 \\
 x_6 &= \alpha_5 x_5 \\
 N_\alpha &= \beta x_6 \\
 h_c &= \beta f_5(m) x_6.
 \end{aligned} \tag{1}$$

де x_i - товщина шару фарби в точках контакту фарбових валиків і циліндрів, h_0 , ℓ_0 - товщина шару фарби, яка подається на вихід системи і повертається назад у фарбову камеру, N_α , h_c - товщина шару фарби на растровому відбитку, α_i , γ_i - коефіцієнти передачі фарби для прямих і зворотніх потоків на виході із точок контакту фарбових валиків, β - коефіцієнт передачі фарби з офсетного циліндра на задруковуваний матеріал. $f_3(m)$, $f_4(m)$, $f_5(m)$ - функції, які характеризують модуляцію фарбового потоку растровою друкарською формою.

Розв'язавши систему рівнянь, визначимо залежність товщини фарбового покриття на відбитку для заданих коефіцієнтів модуляції растрової друкарської форми

$$N_\alpha = \frac{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \beta}{\Delta} h_0. \tag{2}$$

Визначник системи рівнянь фарбодрукарської системи

$$\begin{aligned}
 \Delta &= 1 - \alpha_1 \gamma_1 - \alpha_2 \gamma_2 - \alpha_3 f_3(m) - \alpha_4 f_4(m) - \alpha_5 \gamma_5 + \alpha_1 \gamma_1 [\alpha_3 f_3(m) + \alpha_4 f_4(m) + \alpha_5 \gamma_5] \\
 &+ \alpha_2 \gamma_2 [\alpha_4 f_4(m) + \alpha_5 \gamma_5] + \alpha_3 f_3(m) \alpha_5 \gamma_5 - \alpha_1 \gamma_1 \alpha_3 f_3(m) \alpha_5 \gamma_5.
 \end{aligned} \tag{3}$$

Отже, товщина фарби на растровому відбитку в значній мірі залежить від числового значення функції модуляції фарбового потоку растровою друкарською формою, та інтервалу тонопередачі. Зазвичай коефіцієнт модуляції фарбового потоку растровою друкарською формою визначають виразом:

$$f(m) = \frac{S_r}{S_{pk}} = K_m, \tag{4}$$

де S_r , S_{pk} – площа растрової точки на заданому інтервалі тонопередачі і растрової комірки, яка є сталою і залежить від лініатури растра.

Функції, які характеризують модуляцію фарбового потоку у фарбодрукарській системі

$$\begin{aligned} f_5(m) &= K_M \\ f_4(m) &= \gamma_4 K_M \\ f_3(m) &= 1 - \gamma_3 K_M, \text{ для } 0 \leq K_M \leq 1 \end{aligned} \quad (5)$$

Визначення рівномірності покриття відбитка фарбою безпосередньо за виразом (2) трудомістке, вимагає розв'язку системи рівнянь і складання програми для побудови характеристик, тому використовували комп'ютерне моделювання.

4. РЕЗУЛЬТАТИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Для спрощення задачі використовували об'єктно-орієнтоване моделювання у пакеті Matlab-Simulink. На основі рис.1 і системи рівнянь (1) розроблено структурну схему моделі фарбодрукарської системи. За схемою із операційних блоків бібліотеки Simulink за допомогою графічного редактора у вікні моделі побудована структурна схема моделі короткої фарбодрукарської системи. Вікно стимулятора полано на рис.2.

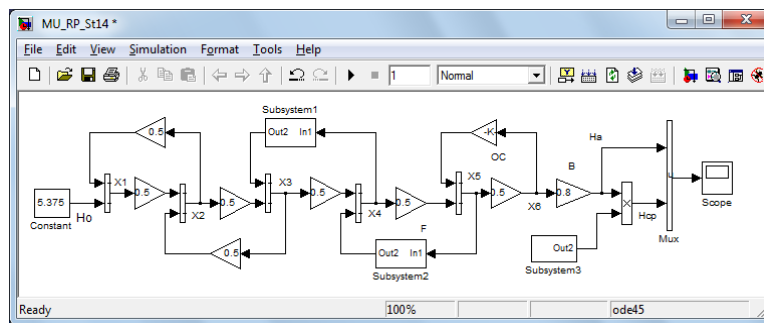


Рис.2. Вікно стимулятора фарбо друкарської системи

Точкам контакту валиків і циліндрів відповідають блоки сумування, на вихід яких подаються прямі і зворотні потоки фарби. Після виходу із зон контакту фарбові потоки множаться на коефіцієнти передачі, які імітують блоки Gain. Функції передачі модульованих потоків $f(m)$ реалізовані за допомогою блоків Subsystem, які формують зміну коефіцієнта модуляції в межах $0 \leq K_M \leq 1$ згідно виразів (5). Товщину потоку фарби на вході моделі задає блок

Constanta. Візуалізація характеристики покриття растрової тонової шпалі на відбитку здійснюється за допомогою блока Score.

Основною метою комп'ютерного моделювання була побудова характеристики покриття фарбодрукарської системи і визначення рівномірності покриття растрового відбитка фарбою. При моделюванні задавали номінальні коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$, коефіцієнт передачі фарби з офсетного циліндра на задруковуваний матеріал $\beta = 0,8$. Налаштовували товщину потоку фарби таким чином, щоб при коефіцієнті модуляції $K_M = 1$ амплітудне значення товщини фарби становило 1мкм. Результати комп'ютерного моделювання у вигляді характеристики покриття растрового зображення і середнього значення товщини фарби подані на рис.3

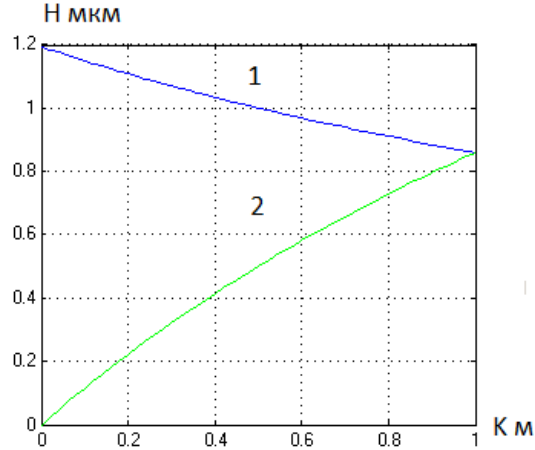


Рис. 3. Характеристика покриття растрового зображення на відбитку

На яскравих ділянках зображення ($K_M = 0,01$) товщина фарби більша заданого значення і становить 1,194мкм. При переході від яскравих до світлих ділянок зображення товщини фарби поступово зменшується і прямує до заданого значення 1мкм. У тінях ($K_M \approx 1$) товщина фарби найменша і становить 0,86мкм. Отже, рівномірність покриття растрового зображення залежить від діапазону тонопередачі і знаходиться в межах +19,4 о 14% і не відповідає нормативним вимогам до якісної книжкової продукції [1].

У нижній частині рисунка подана випукла крива 2 середнього значення товщини фарби на лінійній растровій шкалі відбитка, яка характеризує тонопередачу у фарбодрукарській системі. Максимальне відхилення від лінійної передачі є на світлих ділянках і становить 7-10%.

У наступній серії моделювання досліджували вплив зміни коефіцієнта передачі фарби із офсетного циліндра на задруковуваний матеріал внаслідок зношування декеля. Результати другої серії комп'ютерного моделювання у вигляді сімейства характеристик покриття для зношування декеля. Отож для зменшення коефіцієнта передачі фарби $\beta=0,8; 0,7$ та $0,6$ подано на рис.4.

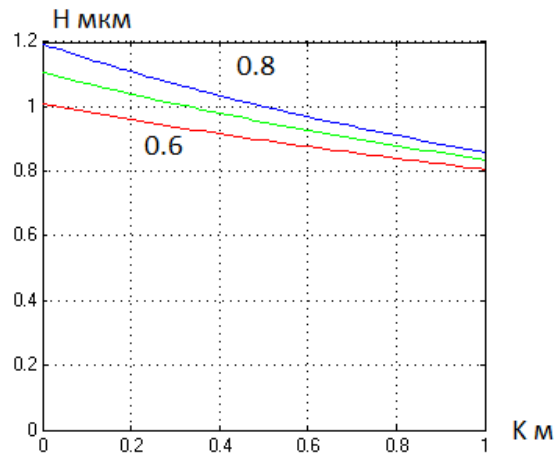


Рис.4. Сімейство характеристик покриття растрового зображення на відбитку для різних коефіцієнтів передачі фарби

При зменшенні коефіцієнта передачі β характеристики покриття зміщуються вниз, тому при зношуванні декеля зменшується товщина фарби на усіх ділянках зображення. На яскравих ділянках зображення ($K_M=0,01$) товщина фарби становить 1,94; 1,11 та 1,01 мкм, на середніх тонах 1,0; 0,953 та 0,896 мкм, а у інях 0,86; 0,836 та 0,806 мкм. Отже, при зношуванні декеля зменшується коефіцієнт передачі фарби з офсетного циліндра на задруковуваний матеріал, внаслідок чого покриття растрового зображення на світлих ділянках зменшується на 20%, а на темних – до 12,5%.

5. ВИСНОВКИ

1. Шляхом комп'ютерного моделювання побудовані характеристики покриття короткої фарбодрукарської системи послідовної структури встановлено, що при номінальних параметрах системи нерівномірність товщини покриття растрової шкали залежить від інтервалу тонопередачі і змінюється в межах 19,4 до 14% і не

відповідає нормативним вимогам до якісної книжкової і журнальної продукції.

2. При зношуванні декаля коефіцієнт передачі фарби зменшується із 0,8 до 0,6, внаслідок чого товщина покриття растрового зображення на світлих ділянках зменшується на 20%, а на темних – до 12,5%.

1.Величко О.М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту: Монографія.-К.:Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет».2005.-264с. 2.Верхола М.І., Луцків М.М. Основні засади та сутність розкочування фарби у фарбових системах//Комп'ютерні технології друкарства.-Львів.2004.№12.С.14-25. 3.Луцків М.М., Мусійовська М.М. Моделювання і побудова характеристики покриття тональної шкали//Поліграфія і видавнича справа,-2010.№1(51).-С.80-88. 4.Мусійовська М.М. Статична точність коротких фарбодрукарських систем при відтворенні тонового зображення//Поліграфія і видавнича справа.2011.№1(53),-С.28-38. 5.Ярема С.М. Фарбові та зволожуючі апарати, ракельні та лакувальні пристрої друкарських машин.-К.:Університет «Україна»:ХК«Бліц-Інформ»,2003.-191с. 6. Ciupalski S. Maszyny offsetowe zwojowe.Warsawa.OW Politechniki Warszawskiej.200-274с.