

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНОСТІ КОРОТКИХ ФАРБОДРУКАРСЬКИХ СИСТЕМ ПРИ ВІДТВОРЕНІ ЗОБРАЖЕНЬ

Розглядається задача визначення статичної похибки короткої фарбодрукарської системи при відтворенні растрового напівтонового зображення, приведені результати комп'ютерного симулювання.

The problem of determining the static errors of the system with short inkprinting reproduced in grayscale raster images, The results of computer simulation.

1. ФОРМУЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ

Проблема налагодження фарбових апаратів офсетних друкарських машин на заданий наклад, перевитрати фарби на його друкування та забезпечення рівномірності покриття фарби на всій поверхні відбитку вирішується двома основними шляхами: удосконалення існуючих фарбових класичних фарбових апаратів дукторно – ножового типу [9, 10, 12] та створення нових коротких фарбових апаратів із анілоксовим фарбоживильним пристроєм [12, 13].

В останні роки для газетних офсетних машин розроблено і почато впровадження нових конструкцій фарбових апаратів із фарбоживильним пристроєм на основі растрового циліндра (анілокса), який здійснює дозовану подачу фарби у фарбову систему і є простіші за традиційні фарбові апарати і мають значно меншу кількість фарбових валиків і тому їх назвали короткими фарбовими апаратами [13]. Такі фарбові апарати є маловивчені і ще немає відповідного досвіду їх експлуатації. Тому проблема вдосконалення, моделювання, аналізу і зокрема визначення точності при відтворенні растрових напівтонових зображень є на сьогодні актуальною задачею.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Складність процесів що протікають у фарбодрукарських системах та труднощі експериментальних досліджень, пов'язаних із вимірюванням товщини тонного шару на фарбових валиках, які обертаються, привели до розвитку моделювання фарбових систем. В останні роки появилось ряд публікацій на тему моделювання динаміки розкочуван-

¹ Українська академія друкарства

ня фарби у фарбових апаратах друкарських машин офсетного та високого друку [3,4]. Побудовано математичні моделі різних схем фарбових систем і здійснено комп'ютерне симулювання, одержано ряд нових результатів. Натомість, статичні властивості фарбових систем, точність при відтворенні напівтонового зображення практично не вивчені.

У роботах [8,9] виконано аналіз і побудовано статичні характеристики фарбових апаратів із растровим циліндром флексографських машин яких фарба безпосередньо із растрового циліндра передається на друкарську форму.

У роботах [6,7,8] здійснено аналіз коротких фарбових апаратів офсетних газетних машин, які складаються із растрового циліндра і додаково 2-3 розкочувальних валиків.

Традиційно при аналізі поліграфічного відтворення чорно – білого тонового зображення застосовують такі основні параметри як яскравість, оптична щільність, насичення тощо [1,2,9,11]. Для оцінки фізичних параметрів зображення враховується психофізичні фактори зорового сприйняття зображення, які діють на органи відчуття (зору) людини. Найчастіше застосовують оптичну щільність зображення, яка є логарифмічною одиницею. Тому має «сильну» не лінійність (логарифмічний масштаб). Числові значення оптичної щільності зображень знаходяться у межах 0,1,2,3, якщо світло відбивається (приходить) від поверхні зображення все світло, його десята, сота або тисячна частина.

Зауважимо, що застосування логарифмічної одиниці до певної міри відповідає зоровому сприйняттю зображення людини, але є незручне для аналізу фарбово – друкарської системи, яка призначена для накопчування тонкого шару фарби на друкарську форму, перенесення його на офсетний циліндр і передачі на задруковуваний матеріал. Крім цього оптична щільність відбитка залежить від властивостей паперу (білизни), фарби (прозорості), тощо. Тому при аналізі точності фарбово – друкарських систем застосування одиниць оптичної щільності зображення є незручне і мало придатне.

З викладеного випливає задача дослідження – моделювання і визначення похибки короткої фарбово – друкарської системи послідовної структури при відтворенні растрових напівтонових зображень, яка вирішується шляхом комп'ютерного симулювання.

3. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Фарбодрукарську систему можна розглядати як своєрідну систему автоматичного регулювання, яка із потрібною точністю повинна забезпечити задану товщину фарби на відбитку при дії збурень. У офсе-

тному друці відтворення величини тону зображення при заданій сталі товщині фарби на відбитку залежить від ступеня покриття зображення фарбою, яке визначається відносною площею растрових елементів зображення.

Основним збуренням у фарбово – друкарських системах є зміна величини тону зображення на окремих ділянках, яка може змінюватися у широких межах при зміні накладу. Щоби зменшити вплив величини тону зображення на рівномірність шару фарби на відбитках, у традиційних фарбових апаратах є регулюючі гвинти за допомогою яких здійснюють зонально налагодження подачі фарби на заданий наклад шляхом зміни товщини шпарини між дукторним валом і дукторним ножом [1,2,9,10,12].

Звернемо увагу на те, що у коротких фарбових апаратах можна здійснювати загальну подачу фарби у залежності від друкованої продукції і накладу шляхом відбору відповідної ємності растрового циліндра. Натомість не має можливості здійснювати налагодження зональної подачі фарби.

Як показали дослідження статична точність фарбово – друкарської системи при дії збурення (величини тону зображення) залежить від її структури і параметрів. Щоби аналітичним шляхом визначити статичну похибку фарбо – друкарської системи потрібно мати залежність товщини фарби на зображенні від ступеня покриття поверхні растрових елементів. Тому для вирішення поставленої задачі потрібно спочатку побудувати статичну модель фарбово – друкарської системи. Враховуючи різноманітність структур і складність поставленої задачі розглянемо коротку фарбово – друкарську систему послідовної структури, яка складається із фарбоживильного пристрою на основі растрового циліндра, чотирьох розкочувальних валиків, формного і офсетного циліндрів з якого фарбове зображення передається на задруковуваний матеріал.

При побудові статичної моделі фарбово – друкарської системи приймаємо наступні припущення:

- на перший фарбовий валик передається суцільний рівномірний потік фарби;
- при передачі фарби з друкарської форми на офсетний циліндр, частина фарби через накочувальний валик повертається назад, створює зворотний потік фарби і частково повертається у фарбову комору;
- растрові зображення і елементи є своєрідними і рівномірно розподілені по всій поверхні форми;
- швидкість друкування тиск у зонах контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів є сталі;

– розглядаємо усталений режим роботи фарбово – друкарської системи.

При таких припущеннях задачу визначення точності фарбодрукарської системи можна розглядати як одномірну.

На підставі викладеного коротку фарбово – друкарську систему послідовної структури яка складається із шести фарбових валиків можна представити сигнальним графом [4], який приведений на рис.1.

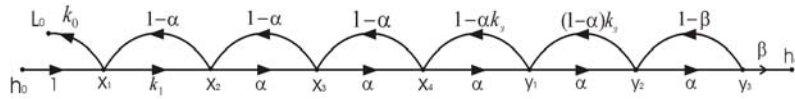


Рис. 1. Граф фарбово – друкарської системи послідовної структури

Вершини графа позначені $x_1 - x_4$ та $y_1 - y_3$ відповідають товщини фарби у точках контакту фарбових валиків формного і офсетного циліндра, h_0, h_c - товщини фарби на вході і виході системи. Дуги підпорядковані потокам фарби між точками контакту валиків позначені α та $1 - \alpha$ - відповідають коефіцієнтам передачі прямих і зворотних потоків фарби на валиках, $1 - \alpha k_3$, $(1 - \alpha)k_3$ - коефіцієнти передачі фарби на накочу вальному валіку і формному циліндрі, β - коефіцієнт передачі фарби на задруковуваний матеріал, k_0 - коефіцієнт передачі зворонього потоку фарби на вході системи, k_3 - коефіцієнт заповнення, який враховує ступінь покриття зображення фарбою і визначається відносною площею растрових елементів зображення.

На основі відомих співвідношень у фарбовій системі в усталеному режимі роботи [3,4,10], прийнятих припущень відповідно до графа рис.1 складемо систему рівнянь системи:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= h_0 + (1 - \alpha)x_2 \\
 l_0 &= k_0 x_1 \\
 x_2 &= k x_1 + (1 - \alpha)x_3 \\
 x_3 &= \alpha x_2 + (1 - \alpha)x_4 \\
 x_4 &= \alpha x_3 + (1 - \alpha k_3)y_1 \\
 y_1 &= \alpha x_4 + (1 - \alpha)k_3 y_2 \\
 y_2 &= \alpha y_1 + (1 - \beta)y_3 \\
 y_3 &= \alpha y_2 \\
 h_c &= \alpha y_2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Щоби встановити залежність товщини фарби h_c на зображенні від заданої товщини h_0 на вході системи і коефіцієнта заповнення k_c , який враховує ступінь покриття зображення, потрібно розв'язати систему рівнянь (1), або одержати цю залежність безпосередньо із графа на підставі формули Мезона, яку у загальному вигляді подано так:

$$h_c = \frac{k_1 \beta \alpha^5}{\Delta_6} h_0. \quad (2)$$

Визначник графа характеризує контурну частину графа і визначається безпосередньо за графом без додаткових перетворень:

$$\begin{aligned} \Delta_6 = & 1 - k_1(1 - \alpha) - 2\alpha(1 - \alpha) - \alpha(1 - \alpha)k_c - \alpha(1 - \beta) + k_1(1 - \alpha)[\alpha(1 - \alpha) + \\ & + \alpha(1 - \alpha k_c) + \alpha(1 - \alpha)k_c + \alpha(1 - \beta)] + \alpha(1 - \alpha)[\alpha(1 - \alpha k_c) + \alpha(1 - \alpha)k_c + \\ & + \alpha(1 - \beta)] + \alpha(1 - \alpha)[\alpha(1 - \alpha)k_c + \alpha(1 - \beta)] + \alpha(1 - \alpha k_c)(1 - \beta) - \\ & - k_1 \alpha^2 (1 - \alpha)^3 k_c - k_1 \alpha^2 (1 - \alpha)^2 (1 - \beta) - \alpha^3 (1 - \alpha)(1 - \alpha k_c)(1 - \beta) \end{aligned} \quad (3)$$

Для кількісної оцінки точності фарбово – друкарської системи при відтворенні растрового відхилення товщини фарби на зображенні від заданого значення, тобто статичну похибку фарбово – друкарської системи таким чином:

$$\Delta h = h_c - h_{0z}, \quad (4)$$

де h_{0z} - задане значення товщини фарби на вході системи, h_c - бажане значення товщини фарби на растровому зображенні.

Підставимо у вираз похибки (3) значення товщини фарби h_c , одержане у (2), матемо аналітичний вираз для статичної похибки фарбово – друкарської системи:

$$\Delta h = \frac{k_1 \beta \alpha^5}{\Delta_6} h_0 - h_{0z}. \quad (4)$$

Для зручності розрахунків приймаємо задане значення товщини фарби рівне одиниці, тоді із (4) легко визначити відносну статичну похибку фарбово – друкарської системи у процентах:

$$\delta h = \left[\frac{k_1 \beta \alpha^5}{\Delta_6} h_0 - 1 \right] \cdot 100\%. \quad (5)$$

На підставі цього виразу можна визначити статичну похибку фарбово – друкарської системи для заданого коефіцієнта заповнення k_c .

Як уже відзначалося основним збуренням у фарбово – друкарській системі є зміна величини тону зображення, яке залежить від коефіцієн-

та заповнення k_c , що враховує ступінь покриття зображення фарбою і визначається відносною площею растрових елементів зображення. Якщо задати діапазон відхилення коефіцієнта заповнення k_c від деякого значення (наприклад, від середнього значення), то за виразом (5) можна визначити залежність похибки фарбово – друкарської системи при тоновідтворенні зображень для заданого діапазону k_c .

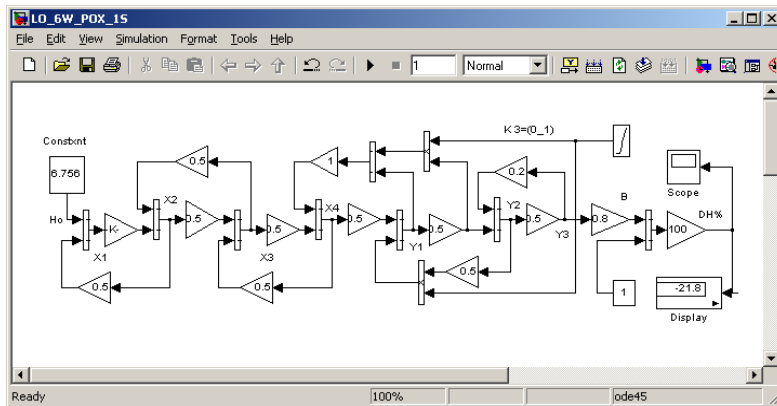


Рис. 2. Вікно симулятора для визначення похибки фарбово – друкарської системи тоновідтворенні зображень

Розв’язання цієї задачі аналітичним шляхом з огляду громіздкості визначення (3), який фігурує у виборі статичної похибки (5) є трудомістке. Тому для спрощення задачі визначення похибки здійснено шляхом комп’ютерного симулювання.

На підставі системи рівнянь (1) і графа рис.1 розроблено структурну схему симулятора у популярному пакеті Matlab – Simulink [5] для визначення похибки фарбово – друкарської системи при тоновідтворенні зображення для заданого діапазону коефіцієнта заповнення, представлено на рис.2.

Вершинам графа відповідають блоки суматорів на вході яких додаються прямі і зворотні потоки фарби, а на виході розділяються. Дугам графа відповідають блоки Gain, які задають коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби. Щоби здійснити автоматичну побудову графіка залежності похибки для заданого значення k_c потрібно у моделі лінійно змінювати коефіцієнт заповнення у заданому інтервалі, що здійснюється за допомогою блока Ramp. Встановлення заданого значення товщини фарби на вході моделі фарбової системи здійсню-

ється за допомогою блока Constant. Візуалізацію похибки фарбово – друкарської системи при тоновідтворенні зображень для заданого інтервалу коефіцієнта заповнення здійснюється за допомогою блока Skope.

4. РЕЗУЛЬТАТИ КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЮВАННЯ

Метою комп'ютерного симулювання було побудова графіків залежності похибок короткої фарбово – друкарської системи при тоновідтворенні відтворення зображень для вибраних інтервалів коефіцієнта заповнення фарбою растрових елементів для різних коефіцієнтів відбору фарби на вході системи. Визначали похибку фарбово – друкарської системи при відтворенні зображення із заданою величиною тону, вираженою відносною площею растрових елементів, поданою коефіцієнтом заповнення k_{ζ} : яскраві тони - $k_{\zeta} = 0.4$, півтіні - $k_{\zeta} = 0.8$, темні $k_{\zeta} = 1$.

При моделюванні приймали, що коефіцієнти передачі фарби прямих і зворотних потоків $\alpha = 0.5$, а коефіцієнт передачі фарби із офсетного циліндра на задруковуваний матеріал $\beta = 0.8$. Налаштовували модель таким чином, щоби при коефіцієнті заповнення $k_{\zeta} = 0.4$ на виході моделі системи товщина фарби дорівнювала одиниці, тобто похибка фарбово – друкарської системи дорівнювала нулеві.

Результати комп'ютерного симулювання у вигляді сімейства графічних залежностей похибок фарбово – друкарської системи при зміні коефіцієнта заповнення k_{ζ} від нуля до одиниці для коефіцієнтів відбору фарби на вході системи $k_0 = 0.55, 0.5, 0.45, 0.4$ приведені на рис. 3.

Як це видно із рисунка при відтворенні яскравих і світлих тонів похибка фарбово – друкарської системи знаходяться в межах $+(10-20)\%$ і товщина фарби є більша заданого значення. При відтворенні півтонів ($k_{\zeta} \approx 0.4$) похибка є найменша. При відтворенні півтіней і темних ділянок зображення зменшується товщина фарби на зображенні до $-(15-25)\%$.

Отже, коротка фарбово – друкарська система послідовної структури при відтворенні яскравих і світлих тонів надає більшу кількість фарби на друкувальні елементи, тому світлі ділянки зображення дещо притемнюють ся. Натомість, на темних ділянках зменшується товщина фарби, тому темні ділянки стають дещо світлішими.

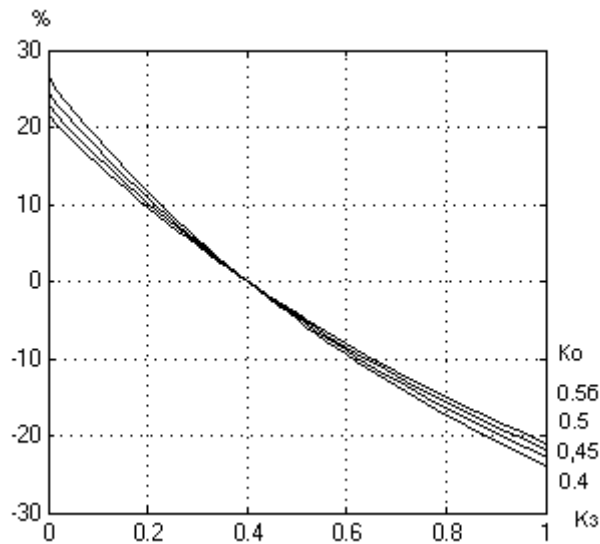


Рис. 3. Графічні залежності статичної похибки фарбово – друкарської системи від коефіцієнта заповнення

Потрібно відзначити, що похибка фарбово – друкарської системи при тоновідтворенні зображень залежить від коефіцієнта відбору фарби на вході фарбової системи і від довжини інтервалу тоновідтворення.

Більш повні результати комп’ютерного симулювання похибки фарбово – друкарської системи приведені у таблиці.

Таблиця 1

Коефіцієнт відбору фарби k_0	Похибка фарбово – друкарської системи на вибраних інтервалах коефіцієнта заповнення $k_c \delta h$ %				
	0	0.2	0.4	0.8	1.0
0.55	+22.84	+10.25	0	-15.63	-21.8
0.5	+24.49	+10.89	0	-16.42	-27.76
0.45	+26.43	+11.68	0	-17.28	-23.86
0.4	+28.9	+12.63	0	-18.3	-25.15

Як це видно із таблиці найбільша статична похибка короткої фарбово – друкарської системи послідовної структури є при відтворенні яскравих і світлих тонів і при малих коефіцієнтах відбору на вході системи ($k_0 = 0.4$). Зміна знаку похибки означає, що при малих величинах

тону товщина шару фарби на зображенні є більше заданого оптимального значення. При збільшенні величини тону товщина фарби поступово зменшується і прямує до заданого оптимального значення, а похибка прямує до нуля. При подальшому збільшенні величини тону товщина шару фарби на зображенні продовжує зменшуватися і прямує до мінімального значення у кінці інтервалу. Тому похибка є від'ємна.

При зменшенні коефіцієнта відбору фарби k_0 похибка системи зростає. Тому потрібно періодично очищувати поверхню і растрові комірки від забруднення.

Отже, статична похибка коротких фарбово – друкарських систем послідовної структури при відтворенні широких інтервалів тону не в повній мірі відповідає нормативам на рівномірність покриття відбитка для високоякісного офсетного друку [2,10,11].

5. ВИСНОВКИ

1. Короткі фарбово – друкарські системи є маловивчені і немає відповідного досвіду їх експлуатації, тому проблема аналізу і визначення точності при відтворенні растрових напівтонових зображень є актуальною.

2. Фарбово – друкарську систему можна розглядати і аналізувати як своєрідну систему автоматичного регулювання, яка із потрібною точністю повинна забезпечити задану технологічно оптимальну товщину фарби на відбитку при зміні величини тону зображення на окремих ділянках, яке може змінюватися в широких межах при зміні накладу.

3. Запропоновано кількісно оцінювати точність фарбово – друкарської системи при відтворенні растрового напівтонового зображення і визначати відхилення товщини фарби на зображенні від заданого значення, тобто статичну похибку системи, що здійснюється шляхом комп'ютерного моделювання.

4. Встановлено, що при відтворенні яскравих і світлих тонів, похибка фарбово – друкарської системи знаходиться в межах $+ (10 - 20)\%$ і товщина фарби на зображенні є більша заданого значення, а при відтворенні напів тіней і темних ділянок зображення товщина фарби зменшується і складає $- (15 - 30)\%$.

5. Статична точність фарбово – друкарської систем є найвища при відтворенні середніх тонів зображення.

6. При відтворенні яскравих і світлих тонів фарбово – друкарська система подає більшу кількість фарби на растрові друкувальні елементи, тому світлі ділянки зображення дещо притемнені, а на темних ді-

лянках зменшується товщина фарби, тому темні ділянки є більш світліші.

7. При зменшенні коефіцієнта відбору фарби на вході системи статична похибка збільшується.

8. Статична похибка короткої фарбово – друкарської системи при відтворенні широких інтервалів тону не в повній мірі відповідає нормативам на рівномірність покриття відбитках для якісного офсетного друку.

1. Барановський І.В., Яхимович Ю.П. Поліграфічна переробка образотвірної інформації: Київ-Львів. ІЗМН. 1999.-400с.
2. Величко О.М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією друкарського контакту: Монографія. – к.:Видавництво-поліграфічний центр «Київський університет». 2009. 246с.
3. 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.
4. Верхола М.І., Луцків М.М. Сигнальний граф процесу розкочування фарби // Вісник ДУ «Львівська політехніка». Львів. Том 2. с.248-353.
5. Дяков В.П., Круглов В.В. Matlab 6.5 SP/7/7; SPI/7Sprz – Simulink 5/6. –М.: Салон Прес. 2006. 456с.
6. Лозовий П.І. Симулятор статичних характеристик фарбових систем послідовної структури // Наукові записки №2. УАД. Львів 2007. с.120-124.
7. Лозовий П.І. Побудова навантажувальних характеристик коротких фарбових систем // Комп'ютерні технології друкарства. Зб.наук.праць. №1(18).2008. с.149-155.
8. Луцків М.М., Павлак І. Моделювання нерівномірності шару фарби в анілоксовим фарбових апаратах // Кваліологія книги. –Львів.2005.№8. с. 142-152.
9. Мельничук С.І., Ярема С.М. Офсетний друк. Кн.І. Технологія та обладнання до друкарських процесів. – К.: Укр. HDICBD: Хагар.200. -467с.
10. Чехман Я.І. та ін. Друкарське устаткування: Підручник. – Львів: УАД.2005.468с.
11. Ярема С.М. Флексографія. Обладнання. Технологія. – К.: «Либідь».1998.310с.
12. Ярема С.М., Мамут Б.Г. Фарбові та зволожуючі апарати, ракельні та лакувальні пристрої друкарських машин. – К.: Ун-т «Україна»: Бліц-Інформ.2003.
13. Ciupalski S/ Maszyny offsetowe zwojowe. Warszawa. Ow Politechniki Warszawskiej.2000.274s.
14. Konraderal Patent Application Publication.US.Pub.№US 2002/00/417/F1,7.2002.