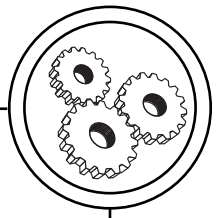
Machinery_4_1(27)_2010_12.qxd 07.06.2010 12:50 Page 53



УДК 681.3.665

СИМУЛЯТОР ТОНОПЕРЕДАЧІ ТОНОВОЇ ШКАЛИ ФАРБОДРУКАРСЬКОЇ СИСТЕМИ ФІРМИ КВА

© П. І. Лозовий, УАД, Львів, Україна

Рассматривается задача построения симулятора для определения характеристики тонопередачи линейной тоновой растровой шкалы красочного аппарата фирмы КВА.

The problem of construction of a simulator for characteristic definition of tone transfer linear of tone a raster scale ink transfer by firm KBA.

Постановка проблеми

Традиційні фарбові апарати офсетних друкарських машин дукторно-ножового типу мають складну конструкцію, велику кількість фарбових валиків і регулювальних гвинтів для зонального налагодження подачі фарби, вимагають складної багатоканальної системи автоматичного налагодження на заданий наклад. Тому західні фірми розробили нові конструкції фарбових апаратів офсетних машин на основі анілоксового вала, поверхня якого містить дрібні растрові комірки, що наповнюються фарбою, яка подається у фарбову систему. Вони мають просту конструкцію, не мають регулювальних гвинтів зонального налагодження, складаються із двох-п'яти фарбових валиків, тому одержали назву короткі фарбові апарати [5].

Розроблені конструкції коротких фарбових апаратів спочатку почали встановлювати на рулонних офсетних газетних агрегатах і показали непогані результати. Дослідні конструкції коротких фарбових апаратах почали застосовувати на офсетних аркушевих машинах для друкування книжкової журнальної продукції, які мають значно вищі вимоги до якості ніж до газетної.

Короткі фарбові апарати не мають механізмів для регулювання зональної подачі фарби, тому не в повній мірі забезпечують рівномірність покриття фарбою растрового зображення на всьому інтервалі тоновідтворення від яскравих ділянок зображення до тіней, що є основною причиною погіршення якості відбитків. Нерівномірність покриття фарбою растрових точок зображень на різних інтервалах тону утруднює синтез тонопередачі. Експериментальні дослідження і побудова характеристики тонопередачі вираженої в кількостях фарби на зображенні є складне, вимагає дорогої вимірювальної апаратури, витрат коштів і часу. Тому виникає актуальна задача побудови характеристики тонопередачі в коротких фарбодрукарських системах.

Аналіз попередніх досліджень

Фарбові апарати із анілоксовим фарбо-живильним прист-

Machinery_4_1(27)_2010_12.qxd 07.06.2010 12:50 Page 54

роєм тривалий час широко використовуються у флексографічному друці для дозованої подачі фарби безпосередньо на друкарську форму. Накопичений значний досвід вибору технічних параметрів анілоксового валика для друкування різного роду продукції і синтезу тонопередачі [9]. Однак їх безпосередньо неможливо використати в офсетному друці для коротких фарбодрукарських систем, тому що процеси і явища, що відбуваються при друкуванні у цих способах друку є різні.

Короткі фарбодрукарські системи мало вивчені. Це обумовлено коротким часом їх застосування і складністю процесів, що в них протікають. Більшість схем коротких фарбодрукарських систем не виготовлено в металі та не досліджено. Тому для вивчення властивості параметрів коротких фарбодрукарських систем почали застосовувати математичне моделювання і інформаційні технології.

В роботі [6] опрацьована статична модель короткої фарбодрукарської системи послідовної структури і розроблено симулятор для побудови статичних навантажувальних характеристик. Встановлено, що товщина фарби яка передається на задруковуваний матеріал в значній мірі залежить від інтервалу тональності зображення і параметрів фарбодрукарської системи. В роботі автора [7] визначено точність короткої фарбодрукарської системи при відтворенні лінійної тонової шкали. Максимальна статична похибка короткої фарбодрукарської системи за товщиною фарби при відтворенні яскравих тонів може сягати до + 28 %, а тіней до — 27 %. Виконані дослідження підтверджують актуальність задачі побудови характеристики тонопередачі лінійної тонової растрової шкали коротких фарбодрукарських систем, якими почали обладнуватися офсетні друкарські машини.

Мета роботи

Опрацювання симулятора для побудови характеристики тонопередачі лінійної тональної растрової шкали фарбодрукарської системи фірми KBA.

Результати проведених досліджень

Враховуючи різноманітність структур, новизну і складність поставленої задачі, розглянемо фарбовий апарат німецької фірми KBA, який встановлено на офсетних газетних рулонних друкарських машинах [8]. Схема цієї фарбодрукарської системи відноситься до типової послідовно-паралельної структури з двома накочувальними валиками із фарбоживильним пристроєм з анілоксовим валиком, приведена на рис. 1.

У замкненій фарбовій камері *K* фарби під тиском заповнює дрібні растрові комірки на поверхні анілоксового валика *A*. Надлишок фарби згортається ракелем і дозований потік фарби подається на фарбовий валик, який накочує на перший шар фарби на друкарську форму *Ф*. Друга частина потоку фарби подається на другий проміжний валик, а з нього на

Machinery_4_1(27)_2010_12.qxd 07.06.2010 12:50 Page 55

третій накочувальний валик, який накочує другий шар фарби на друкарську форму, що сприяє формуванню більш рівномірного за товщиною фарбового зображення на формі, яке переноситься на офсетний циліндр *О*, а з нього передається на задруковуваний матеріал. Зазначимо, що перший валик має діаметр рівний діаметру формного циліндра, що запобігає створенню рельєфу фарби, друкарською формою. Другий накочувальний валик є розгладжувальним і вирівнює товщину фарби на друкарській формі.

Для опрацювання статичної моделі фарбодрукарської системи, необхідної для побудови характеристики тонопередачі лінійного растрового зображення приймаємо наступні припущення:

— на вхід першого накочувального валика подається рівномірний суцільний потік фарби,

— зображення на друкарській формі є лінійна растрова, тонова шкала, довжина якої дорівнює довжині ободу циліндра,

— існують стабільні умови друкарського процесу,

— відсутнє розтискування растрових фарбових точок,

— розглядаємо усталений режим роботи фарбодрукарської системи.

При таких припущеннях задача побудови характеристики тонопередачі растрового зображення фарбодрукарської системи можна розглядати як одномірну.

На основі викладеного і відомих співвідношень балансу приходу і розходу потоків фарби у точках контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів з врахуванням прийнятих припущень, відповідно до схеми рис. 1 складемо систему рівнянь балансу для усіх точок контакту фарбової системи:

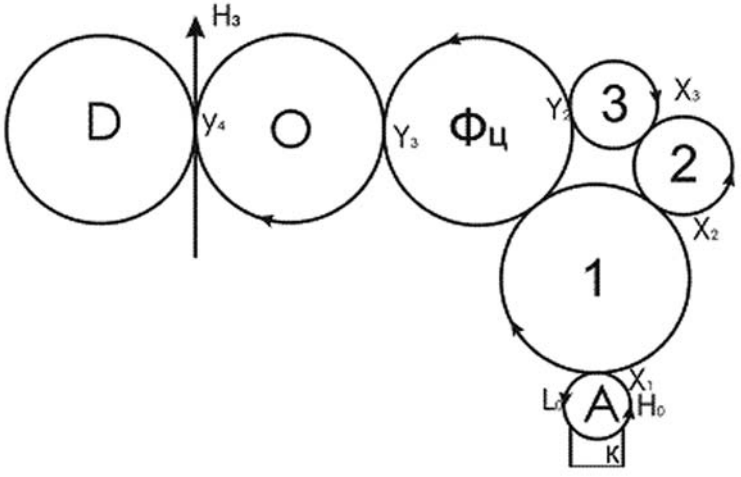


Рис. 1. Схема фарбодрукарської системи фірми KBA

Machinery_4_1(27)_2010_12.qxd 07.06.2010 12:50 Page 56

$$
\begin{aligned}
x_1 &= h_0 + (1-\alpha)x_2 \\
l_0 &= k_0 x_1 \\
y_1 &= k_1 x_1 + \alpha^2 S^2_{ш} y_3 \\
x_2 &= (1-\alpha S_{ш}) y_1 + (1-\alpha) x_3 \\
x_3 &= \alpha x_2 + (1-\alpha S_{ш}) y_2 \\
y_2 &= \alpha x_3 + \alpha y_1 \\
y_3 &= \alpha y_2 + (1-\beta) y_4 \\
y_4 &= \alpha y_3 \\
h_7 &= \beta y_4
\end{aligned}
\qquad (1)
$$

де h_0, $h_з$ — товщина фарби на вході системи і зображенні (відбитку), y_i — товщина фарби у точках контакту друкарської форми, накочувального та офсетного циліндрів, x_i — товщина фарби у точках контакту фарбових валиків, l_0 — товщина зворотного потоку фарби на вході системи, α — коефіцієнт поділу фарби на виході із точок контакту валиків, k_0, k_i — коефіцієнти передачі фарби зворотного і прямого потоків фарби на вході системи, $S_ш$ — відносна площа растрових точок тонової шкали, β — коефіцієнт передачі фарби із офсетного циліндра на задруковуваний матеріал.

Традиційний метод визначення товщини фарби на зображенні тонової шкали шляхом розробки алгоритму і складання програми для побудови характеристики тонопередачі є громіздкий, і немодний. Для спрощення вирішення поставленої задачі застосуємо сучасні інформаційні технології та комп'ютерне симулювання. Для цього на основі системи рівнянь (1) і схеми рис. 1 побудовано граф короткої фарбодрукарської системи фірми KBA, який представлений на рис. 2.

Вершини графа відповідають товщини фарби у точках контакту. Дуги графа підпорядковані коефіцієнтам передачі фарби. Граф є наочний і зручний для аналізу та комп'ютерного симулювання.

Безпосередньо за графом визначимо залежність товщини фарби на зображенні від товщини фарби на вході системи:

$$
h_з = \frac{k_1\alpha^3\beta[1-\alpha(1-\alpha)] + k_1(1-\alpha S_ш)\alpha^4\beta}{\Delta} h_0. \qquad (2)
$$

Визначник графа характеризує контурну частину і визначається так:

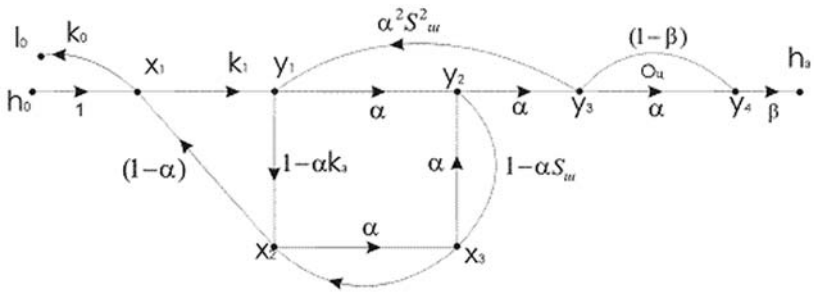


Рис. 2. Граф фарбодрукарської системи

Machinery_4_1(27)_2010_12.qxd 07.06.2010 12:50 Page 57

$$\Delta = 1 - k_1(1-\alpha)(1-\alpha S_ш) - \alpha(1-\alpha) - \alpha(1-\alpha S_ш) - \alpha^4 S_ш - \alpha(1-\beta) - k_1\alpha(1-\alpha)^2(1-\alpha S_ш)^2 - (1-\alpha)(1-\alpha S_ш)^2 + k_1(1-\alpha)(1-\alpha S_ш)[(1-\alpha S_ш) + \alpha(1-\beta)] + \alpha(1-\alpha)[\alpha^4 S^2_ш + \alpha(1-\beta)] + \alpha^2(1-\alpha S_ш)(1-\beta) + \alpha^2(1-\alpha)(1-\beta)(1-\alpha S_ш)^2 - k_1\alpha^2\beta(1-\alpha S_ш)^2. \quad (3)$$

При побудові характеристик тонопередачі приймаємо, що растрова тонова шкала визначається відносною площею растрових точок, який є лінійною функцією, яку при симулюванні зручно подати функцією часу:

$$S_ш = \begin{cases} 0 & \text{для } t = t_0 \\ kS_{шо}\, t & \text{для } t_0 \le t \le t_1 \end{cases}, \quad (4)$$

де $S_{шо}$ — початкове значення відносної площі растрової точки шкали, t_0 — початковий час моделювання, який відповідає початковому значенню відносної площі, t_1 — кінцевий час моделювання, який відповідає кінцевій на більшій площі точок на растрової шкалі, k — коефіцієнт масштабу.

Як уже зазначалося, товщина покриття растрового зображення одержаного в короткій фарбодрукарській системі не є стала і залежить від відносної площі растрових точок. Тому відносної площі растрових точок. Тому характеристику тонопередачі визначатимемо кількістю фарби на растрових точках тонової шкали:

$$Q_ш = S_ш h_з. \quad (5)$$

Після підстановки $h_з$ із (2) одержимо вираз характеристики тонопередачі відтворення тонової растрової шкали короткою фарбодрукарською системою:

$$Q_ш = \frac{k_1\alpha^3\beta[1-\alpha(1-\alpha)+ +k_1\alpha^4\beta(1-\alpha S_ш)}{\Delta} h_0 S_ш. \quad (6)$$

Отже, характеристика тонопередачі є нелінійною функцією параметрів короткої фарбодрукарської системи.

Для спрощення вирішення задачі побудови характеристики тонопередачі пропонується її розв'язувати шляхом комп'ютерного симулювання в популярному пакеті MATLAB:Simulink, який широко використовується для моделювання різного роду систем [1].

На основі графа короткої фарбодрукарської системи та системи рівнянь і виразу (6) у вікні моделі із операційних блоків бібліотеки Simulink за допомогою графічного редактора побудовано симулятор для побудови характеристик тонопередачі короткої фарбодрукарської системи. Вікно симулятора представлено на рис. 3.

Товщинам фарби $x_i y_i$ в точках контакту відповідають блоки сумування Sum на вході яких додаються прямі і зворотні потоки фарби, а на їх виході розділяються. Коефіцієнтам передачі фарби у системі рівнянь (1) відповідають блоки підсилення Gain. Для зручності моделювання і спрощення симулятора рас-

Machinery_4_1(27)_2010_12.qxd 07.06.2010 12:58 Page 58

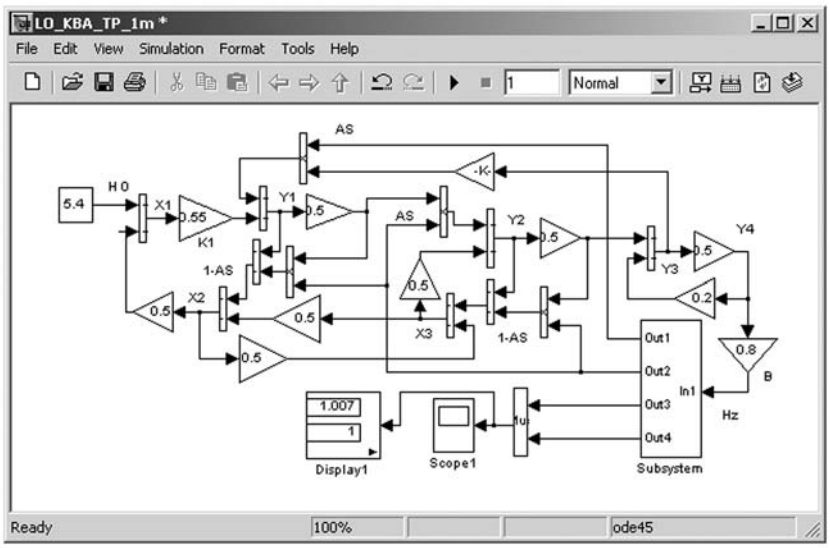


Рис. 3. Вікно симулятора для побудови характеристик тонопередачі короткої фарбодрукарської системи

трова тонова шкала задана виразом (4) реалізована генератором лінійно наростаючою сигнала, який розміщений в блоці SubSystem. Там же здійснюється обчислення характеристика тонопередачі відповідно до виразу (5). Завдання необхідної товщини фарби на вході моделі здійснюється за допомогою блоку Constant. Візуалізація результатів обчислення характеристики тонопередачі здійснюється за допомогою блоків Scope і Display.

Результати комп'ютерного симулювання

Метою комп'ютерного симулювання було ілюструвати можливості розробленого симулятора для побудови і налагодження характеристики тонопередачі та побудувати сімейство характеристик тонопередачі при варіації коефіцієнта подачі фарби на вході системи.

При моделюванні задавали номінальні коефіцієнти передачі $\alpha = 0{,}5$; $k_1 = 0{,}5$; $\beta = 0{,}8$. Налагоджували товщину фарби на вході моделі $h_0 = 5{,}4$ мкм, при якій в тінях ($S_ш = 1$) товщина фарби на шкалі дорівнювала 1 мкм. Тоді кількість фарби на растровому елементі шкали буде виражена об'ємом. у відносних одиницях, що є зручно для аналізу.

Результати першої серії комп'ютерного симулювання — це характеристика тонопередачі лінійної тонової растрової шкали зображена на рис. 4.

Для порівняння на графіку подано ідеальну (лінійну) характеристику тонопередачі. При оптимальному налагодженні моделі характеристика тонопередачі короткої фарбодрукарської системи фірми КВА розміщена над лінійною характеристикою. Отже, фарбодрукарська система передає більшу кількість

Machinery_4_1(27)_2010_12.qxd 07.06.2010 12:51 Page 59

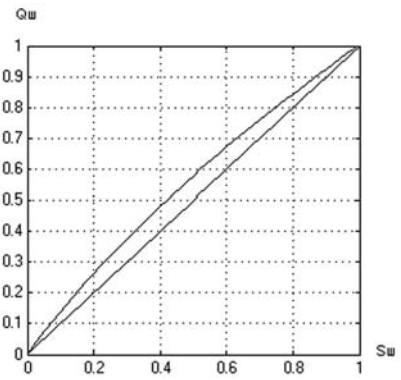


Рис. 4. Характеристика тонопередачі лінійної тонової растрової шкали

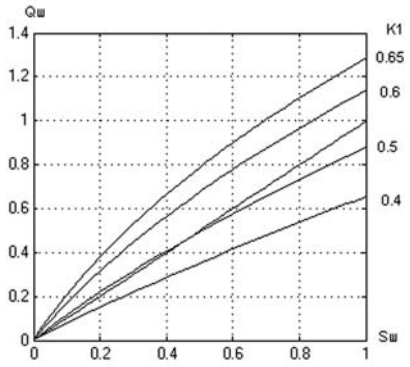


Рис. 5. Сімейства характеристик тонопередачі для різних коефіцієнтів передачі фарби на вході системи

фарби від заданого значення. Це приводить до затемнення зображення, величина якого залежить від діапазону тону. Світлі ділянки шкали затемнюються більше, тіні — менше.

В процесі експлуатації друкарської машини реальні параметри фарбодрукарської системи можуть відхилятися від номінальних значень, обумовлені тими чи іншими причинами (наприклад, забрудненням растрових комірок анілоксового вала). Тому у другій серії комп'ютерного симулювання досліджували вплив коефіцієнта передачі фарби на вході фарбодрукарської системи на характеристики тонопередачі. На рис. 5 представлено сімейство характеристик тонопередачі для різних коефіцієнтів передачі фарби на вході системи (k_1 = 0,65; 0,6; 0,5; 0,4).

При збільшені коефіцієнта передачі на вході системи до 0,60 та 0,65 характеристика тонопередачі поступово переміщається вверх, внаслідок чого на растрових точках шкали збільшується кількість фарби і в тінях складає 1,142 та 1,288, тому зображення притемняються. Натомість при зменшенні коефіцієнта передачі від 0,50 до 0,40 кількості фарби на растрових точках шкали зменшується до 0,657, тому зображення растрової шкали становиться більш світлим. Отже, коротка фарбодрукарська система фірми KBA не в повній мірі забезпечує тонопередачі зображення на всьому інтервалі тону при зміні коефіцієнта передачі фарби на виході системи.

Висновки

1. Недоліками традиційних фарбових апаратів офсетних друкарських машин дукторноножового типу є складність конструкції, велика кількість фарбових валиків та регулювальних гвинтів для зонального налагодження подачі фарби і вимагають складної багатоканальної системи налагодження на заданий наклад, що обумовило роз-

Machinery_4_1(27)_2010_12.qxd 07.06.2010 12:51 Page 60

робку альтернативних коротких фарбових апаратів, які є значно простіші і не мають механізмів налагодження на заданий наклад.

2. Окремі офсетні машини тільки почали оснащувати короткими фарбовими апаратами, тому не має належного виробничого досвіду їх налагодження і експлуатації, що стримує їх широке впровадження.

3. Короткі фарбодрукарські системи мало вивчені, що обумовлено коротким часом їх застосування і складністю процесів, що в них протікають, тому актуальною задачею є вивчення їх властивостей і характеристик тонопередачі шляхом математичного моделювання і комп'ютерного симулювання.

4. Вперше шляхом математичного моделювання одержано аналітичний вираз характеристики тонопередачі короткої фарбодрукарської системи фірми КВА, яка залежить від основних параметрів системи.

5. Розроблено симулятор, який розраховує і будує сімейство характеристик тонопередачі короткої фарбо-друкарської системи для різних параметрів.

6. За результатами комп'ютерного симулювання встановлено, що при оптимальному налагоджені моделі характеристика тонопередачі розміщається вище ідеальної характеристики, що приводить до затемнення зображення порівняно з оригіналом, величина якого залежить від діапазону тону: світлі ділянки зображення затемнюється більше ніж тіні.

7. Опрацюваний симулятор можна застосувати при аналізі короткої фарбодрукарської системи і у виробництві для синтезу, і у виробництві для налагодження фарбових апаратів і синтезу тонопередачі при виготовлені друкарських форм.

1. Барановський І. В. Поліграфічна переробка образотворчої інформації / І. В. Барановський, Ю. П. Яхимович. — Київ-Львів : ІЗМН, 1999. — 400 с. 2. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією друкарського контакту : Монографія / О. М. Величко. — К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2009. — 246 с. 3. Гультяєв А. К. Matlab 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows. Практическое пособие / А. К. Гультяєв. — М. : Корона принт, 1999. — 282 с. 6. Зирнзак Л. Ф. Листовые офсетные печатные машины / Л. Ф. Зирнзак. — М : Изд-во МГУП, 1998. — 136 с. 4. Луцків М. М. Симулятор статичних характеристик фарбодрукарських систем / М. М. Луцків, П. І. Лозовий // Комп'ютерні технології друкарства. Зб. наук. праць. — Львів, 2002. — № 7. — С. 27—34. 5. Лозовий П. І. Побудова навантажувальних характеристик коротких фарбодрукарських систем / П. І. Лозовий // Комп'ютерні технології друкарства. Зб. наук. праць. — Л., 2008. — № 12(8). — С. 140—155. 6. Верхола М. І. Сигнальний граф процесу розкочування фарби / М. І. Верхола, М. М. Луцків // Вісник ДУ «Львівська політехніка». — Львів, 1998. — Том 2. — С. 248—353. 7. Ciupulskis. Maszyny offsetowe zwojowe. — Warszawa : OW Politechnika Warszawkiej, 200. — 274 s.

Рецензент — М. М. Луцків,
д.т.н., професор, УАД

Надійшла до редакції 21.03.09