

## ПОШУК МАЛОЧУТЛИВИХ КОРОТКИХ ФАРБОДРУКАРСЬКИХ СИСТЕМ З КРАТНИМИ ЦИЛІНДРАМИ

Розглядається задача пошуку малочутливих коротких фарбодрукарських систем за допомогою зміни її структури. Приведені результати комп'ютерного симулювання.

The task of search of the not sensitive short farbodrourarscih systems by means the change of its structure is considered. The resulted results of computer simulation.

Виробники офсетних друкарських машин розробили прості за конструкцією фарбові апарати на основі фарбоживильного пристрою з растровим циліндром (аніаксом), які мають тільки декілька фарбових валиків. Вони не мають регульовальних гвинтів для налагодження зональної подачі фарби, що спрощує їх експлуатацію і не вимагає налагодження фарбового апарата на заданий наклад. Запатентовано десяток нових схем коротких фарбових апаратів різної структури, які у більшості не виконані, в металі, тому не відомі їх властивості. Отже, не можна визначити який із них кращий [6,7]. Експериментальні дослідження вимагають виготовлення фарбового апарата, встановлення на офсетній друкарській машині та складної апаратури для вимірювання товщини фарби на валиках і друкарській формі, які обертаються, вимагають значних коштів і часу. Тому для визначення властивостей коротких фарбодрукарських систем почали застосовувати математичне моделювання, яке здійснюється при певних припущеннях. Встановлено, що короткі фарбодрукарські системи не певною мірою забезпечують рівномірності покриття растрових відбитків фарбою, що є основним недоліком і унеможливує їх застосування для друкування високоякісної книжкової і журнальної продукції [7,8].

У роботах [5,6] опрацьована математична модель коротких фарбодрукарських систем послідовної структури і за допомогою комп'ютерного моделювання встановлено, що рівномірність покриття растрового відбитка фарбою залежить від числа валиків у системі та інтервалу тонопередачі і може становити 20–40%. Аналіз статичних властивостей короткої фарбодрукарської системи, яку застосовує фірма КВА на газетних агрегатах, показав, що статична точність системи становить 10 – 25% і значною мірою залежить від інтервалу тонопередачі растрового зображення [2, 3, 4].

Отже, існує актуальна проблема пошуку кращих схем коротких фарбодрукарських систем. Для її розв'язання пропонується визначати їх чутливість і знаходити малочутливі фарбодрукарських систем малочутливі фарбодрукарських систем до зміни окремих параметрів.

Чутливість динамічних систем характеризує вплив зміни параметрів елементів на їх властивості. Математичні методи чутливості є відомі і широко застосовуються для аналізу систем автоматичного керування [1]. Однак задача побудови моделей параметричної чутливості фарбодрукарської системи має свої особливості, обумовлені їх структурою і призначенням, яке полягає у тоновідтворенні фарбового растрового зображення різної тональності, залежно від сюжету друкарської форми і накладу. Метою роботи є пошук малочутливих коротких фарбодрукарських систем за допомогою ціленаправленої зміни її структури, яка здійснюється шляхом зменшення розмірності системи. Для визначення чутливості фарбодрукарської системи приймаємо наступні припущення: основним змінним параметром є лінійна растрова тонова шкала, яка є функцією відносних площ растрових точок шкали: функція передачі модульованих фарбових потоків є функцією лінійної растрової шкали: основною змінною, яка характеризує властивості фарбодрукарської системи є середня значення модульованих фарбових потоків на виходів системи.

Вважаємо, що відома математична модель фарбодрукарської системи, що відповідає прийнятим припущенням, яку в загальному вигляді подамо так:

$$P(s) = \frac{g_c}{g_a}, \quad (1)$$

де  $P(s)$  – функція передачі фарбодрукарської системи,  $g_c$  та  $g_a$  – величина фарбових потоків на виході та вході системи,  $s$  – відносна площа растрових точок тонової шкали – незалежна змінна, варіативний параметр системи.

Для кількісної оцінки впливу зміни відносної площі растрових точок тональної шкали запропонована визначати чутливості фарбодрукарської системи

$$V(s) = \frac{dP(s)}{df(s)}, \quad (2)$$

де  $f(s)$  – функція растрової шкали.

Зауважимо, що чутливість (2) є параметричною функцією існує з умови  $-0 \leq S \leq 1$ , тобто на повному інтервалі тонопередачі від яскравих зображень до тіней. Недивлячись на простоту виразу (2), визначення чутливості вимагає знаходження функції передачі фарбодрукарської системи, яка є багатоконтурною. Отож прямі математичні методи визначення і аналізу чутливості фарбодрукарських систем є трудомісткими. Тому розв'язання поставленої задачі здійснюватимемо шляхом комп'ютерного моделювання у такій послідовності: розробляємо математичну модель фарбодрукарської системи для заданої змінної системи і будуємо її граф: за графом здійснюємо аналіз її системи і будуємо імітаційну модель системи для розрахунку і візуалізації чутливості; здійснюємо комп'ютерне моделювання і оцінюємо чутливість фарбодрукарської системи.

Розглянемо задачу пошуку малочутливих фарбодрукарських систем до зміни товщини фарбодрукарських систем до зміни товщини покриття

растрового відбитка фарбою, яку здійснюватимемо шляхом редукування заданої системи. Для прикладу візьмемо перспективну коротку фарбодрукарську систему з двома накопичувальними валиками, один із яких має діаметр рівний друкарському циліндрові. Математичні моделі аналогічних коротких фарбодрукарських систем послідовно – паралельної структури розроблено в роботах [3, 4]. На їх основі на рис.1.. побудовано граф короткої фарбодрукарської системи з кратними циліндрами восьмої розмірності.

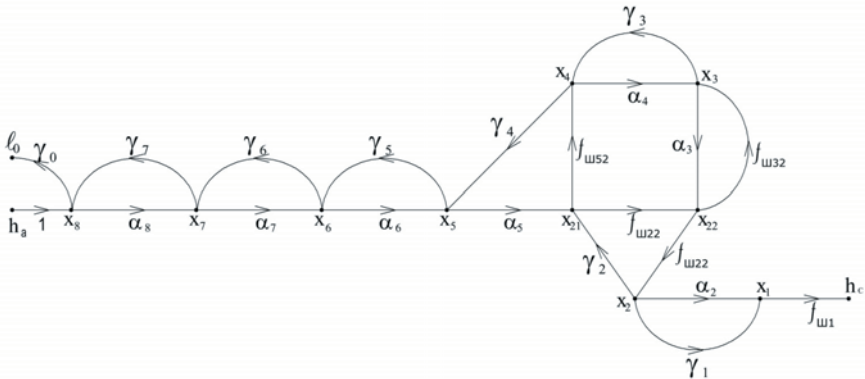


Рис.1 Граф фарбодрукарської системи

Вузли графа відповідають товщині фарби у точках контакту валиків і циліндрів. Вхідною вершиною графа є товщина потоку фарби на вході системи, вихідною – амплітудне значення товщини фарби на растрових точках задрукуваного матеріалу. Дуги графа підпорядковані коефіцієнтам передачі прямих і зворотних потоків фарби. Стрілками позначено напрям руху потоків фарби на поверхнях валиків та циліндрів. Граф є зручний для аналізу і комп’ютерного симулювання.

Безпосередньо за графом за формулою Мезона визначимо вираз характеристики покриття короткої фарбодрукарської системи.

$$h_c = \left[ \begin{array}{c} \alpha_8 \alpha_7 \alpha_6 \alpha_5 f_{ш21} f_{ш22} \alpha_2 f_{ш1} \Delta_1 \\ + \alpha_8 \alpha_7 \alpha_6 \alpha_5 f_{ш52} \alpha_4 \alpha_3 f_{ш22} \alpha_2 f_{ш1} \end{array} \right] \Delta_8^{-1} h_a, \quad (3)$$

де  $\alpha_i, \gamma_i$ - коефіцієнт передачі фарби при виході із точки контакту валиків,  $f_{шиj}$  - функції передачі прямих і зворотних потоків на друкарській формі накопичувальних валиках, промодульованих растрового друкарською формою,  $x_i$  - товщина фарби у точках контакту фарбових валиків,  $x_{2j}$  - товщина фарби у точках контакту формного циліндра з валиками,  $h_a$ - товщина фарби на поверхні анілокса, яка подається на вхід системи,  $h_c$ - амплітудне значення товщини фарби на задрукуваному матеріалі,  $l_0$  - товщина зворотного

поток фарби, яка подається назад у камеру.

Визначник графа характеризує його контурну частину у загальному вигляді подаємо так:

$$\Delta_8 = 1 - \sum_{ki}^{10} P_{ki} + \sum_{kj}^{25} P_{ki}P_{kj} - \sum_{kr}^8 P_{ki}P_{kj}P_{kr} + \sum_{km}^4 P_{ki}P_{kj}P_{kr}P_{km}, \quad (4)$$

де  $\sum^{10} P_{ki}$  - сума передач усіх замкнутих контурів, число яких дорівнює 10,  $\sum^{25} P_{ki}P_{kj}$  - сума добутків передач несуміжних пар контурів, яких є 25,  $\sum^8 P_{ki}P_{kj}P_{kr}$  - сума добутків передач несуміжних трьох контурів, яких є 8,  $\sum^4 P_{ki}P_{kj}P_{kr}P_{km}$  - сума добутків передач несуміжних чотирьох контурів.

Враховуючи громіздкість визначника (4) запишемо тільки суму передач усіх замкнутих контурів

$$\sum_{ki}^{10} P_{ki} = \alpha_8 \gamma_7 + \alpha_2 \gamma_6 + \alpha_6 \gamma_5 + \alpha_5 f_{ш52} \gamma_4 + \alpha_4 \gamma_3 + \alpha_3 f_{ш32} + \gamma_2 f_{ш21} f_{ш22} + \alpha_2 \gamma_1 + \gamma_3 \gamma_4 \alpha_5 f_{ш21} f_{ш32} + \alpha_4 \alpha_3 f_{ш21} \gamma_2 f_{ш52},$$

Із викладеного доходимо висновку про складність побудови моделі фарбодрукарської системи, визначення функції чутливості і пошуку малочутливих систем, тому розв'язуватимемо поставлену задачу шляхом комп'ютерного модулювання і об'єктно-орієнтованого програмування, застосувавши графічне програмування у MATLAB-Simulink [1]. Відповідно до параметрів графічного програмування вона реалізується у вигляді імітаційної моделі, яка складається із функціональних блоків, що знаходяться у бібліотеці Simulink, з'єднаними лініями для передачі даних. Така графічна програма дозволяє реалізувати модель потоку даних, які проходять через відповідні функціональні блоки, послідовно обробляються і поступають на блоки візуалізації, записуються у файли, чи роздруковуються у вигляді графіків та числових результатів.

Запропоновано метод пошуку малочутливих коротких фарбодрукарських систем з кратними циліндрами за допомогою ціленапрявленої зміни її структури шляхом редукції вихідної системи, за умови обмеження на усунення основних технологічно необхідних елементів системи - формного і офсетного циліндрів та накочувальних валиків.

Першу редукцію системи здійснено зменшенням на одиницю розмірності вихідної системи. Фізично це означає, що із вихідної фарбодрукарської системи вилучено восьмий валик. Рівняння редукованої фарбодрукарської системи можна одержати із виразу (3), або за графом редукованої системи із якої видалено перший контур

$$h_c = [\alpha_7 \alpha_6 \alpha_5 f_{ш21} f_{ш22} \alpha_2 f_{ш1} \Delta_1 + \alpha_7 \alpha_6 \alpha_5 f_{ш52} \alpha_4 \alpha_3 f_{ш22} \alpha_2 f_{ш1}] \Delta_7^{-1} h_a$$

Визначник графа  $\Delta_7$  редукованої системи можна визначити із виразів (4) та (5) за умови, що  $\alpha_8 \gamma_7 = 0$ . Отже, після першої редукції залежність товщини покриття растрового відбитка (4) дещо відрізняється від вихідної (3). Для обчислення і побудови функції чутливості застосовували імітаційну модель фарбодрукарської системи у Simulink. Результати імітаційного моделювання вихідної і редукованої фарбодрукарських систем для номінальних параметрів ( $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$ ;  $\beta = 0,8$ ) подано на рис.2 у відносних одиницях.

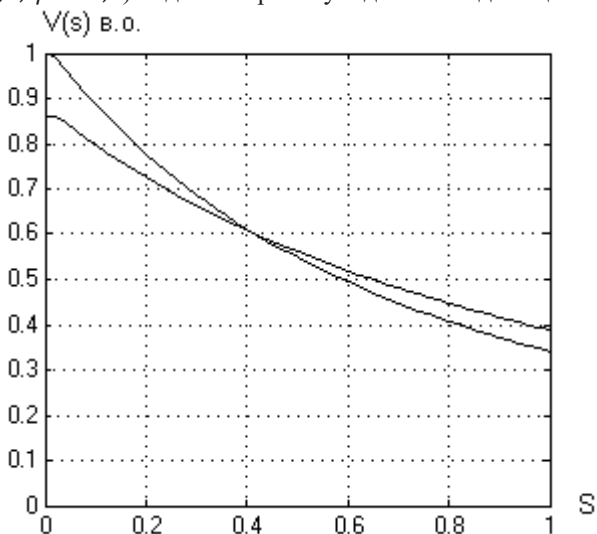


Рис.2. Графіки функцій чутливості

Графік функції чутливості редукованої системи розміщується дещо нижче вихідної. На яскравих ділянках шкали ( $S=0,01$ ) значення функції чутливості становить 0,9911 та 0,8615 в.о., поступово спадає. На середніх тонах ( $S=0,4$ ) чутливість становить 0,6079 та 0,6062 в.о., а у тінях 0,3418 та 0,3893 в.о. Отже редукція системи зменшує її чутливість, тому вона має кращі властивості ніж вихідна. Аналогічно проводили другу редукцію фарбодрукарської системи, здійснювали її аналіз і будували графік функції чутливості.

Третя редукція здійснена шляхом зменшення розмірності фарбодрукарської системи на три одиниці. Із вихідної системи вилучено восьмий, сьомий та шостий фарбові валики. Граф фарбодрукарської системи після третьої редукції поданий на рис.3.

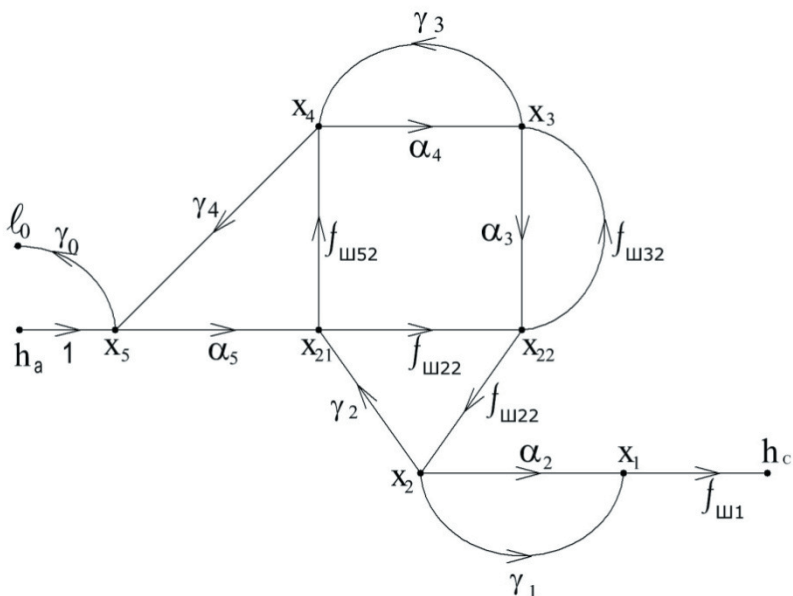


Рис. 3. Граф фарбодрукарської системи після третьої редукції

Після третьої редукції фарбодрукарська система має п'ять розмірність, а граф має сім замкнутих контурів. За формулою Мезона безпосередньо за графом визначимо вираз характеристики покриття фарбодрукарської системи.

$$h_c = [\alpha_5 f_{ш21} f_{ш22} \alpha_2 f_{ш1} \Delta_1 + \alpha_5 f_{ш52} \alpha_4 \alpha_3 f_{ш22} \alpha_2 f_{ш1}] \Delta_5^{-1} h_a \quad (5)$$

Визначник графа редукованої фарбодрукарської системи визначається безпосередньо за графом

$$\begin{aligned} \Delta_5 &= 1 - \alpha_5 \gamma_4 f_{ш52} - \alpha_4 \gamma_3 - \alpha_3 f_{ш32} - \gamma_4 f_{ш21} f_{ш22} - \alpha_2 \gamma_1 - \gamma_3 \gamma_4 \alpha_5 f_{ш21} f_{ш32} \\ &- \alpha_4 \alpha_3 f_{ш21} \gamma_2 f_{ш52} + \gamma_4 \alpha_5 f_{ш52} [\alpha_3 f_{ш32} + \alpha_2 \gamma_1] + \alpha_4 \gamma_3 [\gamma_2 f_{ш21} f_{ш22} + \alpha_2 \gamma_1] \\ &+ \alpha_2 \gamma_1 [\alpha_3 f_{ш31} \\ &+ \gamma_4 \alpha_5 f_{ш21} f_{ш32} \gamma_3] \end{aligned} \quad (6)$$

Складність перетворення і обчислення очевидна. Тому визначення функції чутливості здійснювали за допомогою імітаційної моделі. Результати комп'ютерного моделювання подано на рис.4.

Графік функції чутливості фарбодрукарської системи після третьої редукції значно відрізняється від попередньої і є практично горизонтальною лінією, яка розташована в межах 0,5781 – 0,5853 в.о. Отже, фарбодрукарська система після третьої редукції має найменшу чутливість, тому має кращі властивості ніж попередні.

Проаналізуємо сутність зменшення параметричної чутливості до вихідної змінної фарбодрукарської системи з кратними циліндрами. Після

третьої редукції при відтворенні лінійної растрової шкали чутливість системи до передачі модульованого фарбового потоку зменшується і після третьої редукції становиться сталою. Отже на усьому інтервалі тонопередачі ( $0 \leq S \leq 1$ ) фарбовий потік змінюється лінійно, тому похідна за виходом (чутливість) є сталою. Зазвичай при тонопередачі засобами поліграфії у більшості випадків застосовують лінійний закон зміни тонопередачі, який є найкращим [1]. За допомогою редукції вихідної системи знайдено структуру системи, яка має найменшу і сталу параметричну чутливість на усьому інтервалі растрової тонопередачі. Отже, умова сталої параметричної чутливості забезпечує найкращу лінійну передачу фарбодрукарської системи на усьому інтервалі тоновідтворення.

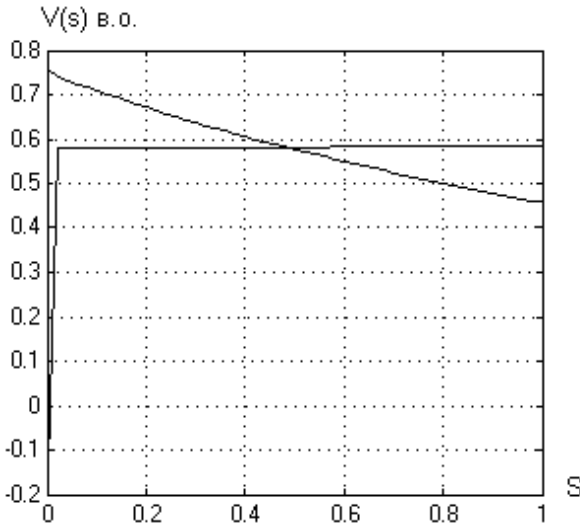


Рис. 4. Графіки функції чутливості фарбодрукарської системи після другої та третьої редукції

На підставі викладеного подамо основні висновки і результати роботи: запропоновано метод пошуку малочутливих коротких фарбодрукарських систем шляхом зміни її структури, що дає можливість знаходити структури, що дає можливість знаходити структури системи, які мають малу чутливість до зміни параметрів; проведемо аналіз чутливості фарбодрукарських систем і визначено структуру системи п'ятої розмірності, яка має найменшу і сталу чутливість на усьому інтервалі тонопередачі, тому вона має кращі властивості за інші системи.

1. Гультяев А.К. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде WINDOWS. Практическое пособие. С – Пт.Корона принт. 1999. – 282 с.
2. Луцків М.М. Лозовий П.І. Визначення точності коротких фарбодрукарських систем при відтворенні зображень // Комп'ютерні технології друкарства: Зб.наук.пр. – Львів:

УАД. 2010. – №23. – С.35-34.

3. Лозовий П.І. Симулятор тонопередачі тонової шкали фарбодрукарської системи фірми КВА // Технологія і техніка друкарства: 36. наук. пр. – К.: НТУУ КПІ. 2010. Вип.1. – С.171–178.

4. Луцків М.М., Косик М.Б. Визначення точності короткої фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури при відтворенні растрової шкали // Комп'ютерні технології друкарства: 36.наук.пр. – Львів: УАД, 2011. – №26. – С.18–39.

5. Мусійовська М.М. Статична точність коротких фарбодрукарських систем при відтворенні тонового зображення // Поліграфія і видавнича справа: 36. наук. пр. – Львів: УАД, 2010. – №1153. – С.128-138.

6. Мусійовська М.М. Аналіз впливу параметрів короткої фарбодрукарської системи послідовної структури на характеристику покриття зображення // Комп'ютерні технології друкарства: 36.наук.пр. – Львів: УАД, 2009. – №22. – С.12-25.

7. Ярема С.М., Мамут Б.Г. Фарбові та зволожувальні апарати, ракелі та лакувальні пристрої друкарських машин. – К.: «Україна». ХК «Бліц – Інформ». 2003. – 191с.

8. Ciupalskis. Maszyny u offsetowe zwojowe. – Warszawa. Oficyna wydawnicza politechniki Warszawskiej. 2000. – 274 s.

*Поступила 11.02.2013р.*

УДК 621.391

Б.В.Дурняк, Р.Б.Стахів, УАД, м.Львів

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ БЕЗПЕКИ ПРОДУКЦІЇ, ЩО ГРУНТУЮТЬСЯ НА ВИКОРИСТАННІ ЕТИКЕТОК**

Розглядаються моделі безпеки об'єктів з використанням засобів захисту, розміщених на етикетках.

The models of safety of objects are examined with the use of facilities of defence, placed on labels.

### **Вступ**

Модель безпеки об'єктів, якими є продукція певних технологічних процесів, що ґрунтується на використанні засобів захисту, які розміщуються на етикетці, повинна описувати цілий ряд компонент і факторів, що впливають на рівень її безпеки.

### **Розробка моделей безпеки етикеток**

В загальному випадку, можна наступним чином описати модель безпеки ( $MВ$ ) відповідного виробу:

$$ZM = [IM^E, FM^E, BM^E],$$

де  $ZM$  -загальна модель безпеки продукції,  $IM^E$  - інформаційна модель