

## РОЗПОДІЛ ПОТОКІВ В ФАРБОДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ ПРИ ВІДТВОРЕННІ ЗОБРАЖЕННЯ АМПЛІТУДОМОДУЛЬОВАНИМ РАСТРОМ

*Розглядається задача аналізу розподілу потоків в короткій фарбо-  
друкарській системі послідовної структури при відтворенні тонового  
зображення амплітудо модульованим растром, приведені результати  
комп'ютерного симулювання.*

*The task of analysis of distributing of streams is examined in the short  
farbodrukarskiy system of successive structure at the recreation of a tone  
image of amplitudo by the modulated raster , resulted results of computer  
simulation*

### 1. ФОРМУЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ

Фарбові апарати сучасних офсетних друкарських машин оснащені фарбоживильним пристроєм дукторно ножового типу, мають ряд недоліків. Зокрема, складаються із великої кількості фарбових валиків (наприклад, 20 – 30 валиків). Мають складну конструкцію фарбоживильного пристрою, який залежить від формату може мати до тридцяти регулювальних мікрогвинтів. Вимагають попереднього ручного або автоматичного зонального налагодження на заданий наклад. Автоматичне налагодження вимагає багатоканальної (20 – 30 каналів) системи автоматичного управління, яка є дорога і складає біля 30 % вартості друкарської машини. Це обумовило пошук нових технологічних і конструкційних розв'язань фарбових апаратів.

Деякі західні фірми розробили нові конструкції коротких фарбових апаратів офсетних друкарських машин, у яких фарбоживильний пристрій виконаний у вигляді анілоксового валика. На поверхні якого міняються растрові комірки і здійснюється неперервна подача фарби у фарбову систему, що може складатися із трьох п'яти фарбових валиків, тому одержали назву короткі фарбові апарати [12, 13]. Вони не мають регулювальних гвинтів, тому мають просту конструкцію і не вимагають системи автоматичного налагодження на заданий наклад. Були виготовлені перші зрізці коротких фарбових апаратів із анілоксовим фарбоживильним пристроєм і встановлені на рулонних офсетних газетних агрегатах. Експлуатація цих апаратів показала непогані ре-

---

<sup>1</sup>Українська академія друкарства

зультати [12], це дало підставу для використання коротких фарбових апаратів на аркушевих багатокольорових машинах для друкування книжкової і журнальної продукції.

Зауважимо, що вимоги до якості кольорового друку значно вищі ніж до газетної продукції. Тому виникає актуальна проблема розробки нових структур і параметрів коротких фарбодрукарських апаратів, аналізу їх технічних характеристик з метою вибору оптимальних, які б забезпечили бажану якість офсетного друку. Виготовлення окремих взірців коротких фарбових апаратів і встановлення на офсетну друкарську машину і їх дослідження є дороге, вимагає спеціальної вимірювальної апаратури. На основі результатів експериментальних досліджень не завжди можна одержати потрібні параметри фарбодрукарської системи. Часто ті чи інші збурення можуть спотворити результати експериментальних досліджень. Тому виникає актуальна проблема теоретичного дослідження коротких фарбодрукарських систем.

Метою роботи є визначення розподілу потоків в короткій фарбодрукарській системі послідовної структури при відтворенні тонового зображення амплітудо модульованим растром, яка вирішується методом математичного моделювання і інформаційних технологій.

## 2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анілоксові фарбоживильні пристрої широко застосовуються в флексографії. Розроблено десятки різних конструкцій фарбоживильних пристроїв. В сучасних конструкціях фарбова камера є замкнена а фарба під тиском заповнює растрові комірки на верхній циліндра і безпосередньо накочується на еластичну друкарську форму і забезпечує якісне друкування [12, 13]. Зауважимо, що офсетний спосіб друку значно відрізняється від флексографії. Наприклад, флексографічна форма еластична і випукла, офсетна – жорстка. В флексографії використовують рідкі фарби, у офсеті – густі. Тому накопичений в флексографії досвід безпосередньо неможливо використати для коротких фарбових апаратів.

За своєю конструкцією і структурою короткі фарбодрукарські апарати значно відрізняються від традиційних фарбових апаратів дукторно ножового типу, що обумовлює їх статичні і динамічні властивості і відтворенням фарбового зображення на задрукованому матеріалі [9, 10].

Складність процесів що проходять у фарбодрукарських системах і труднощі експериментальних досліджень, і відсутність апаратури для вимірювання товщини фарби на фарбових валиках і задрукованому матеріалі привели до розвитку математичного моделювання фарбових

систем. Побудовано статичні і динамічні моделі різних фарбових систем офсетних друкарських машин, розроблено програмні засоби для цифрового моделювання, одержано ряд нових результатів [2, 3, 4]. Натомість фарбодрукарські системи з анілоксовим валиком вивчені дуже мало. В роботі [8] опрацьована статична модель і побудована статична характеристика фарбового апарата з анілоксовим валом флексографської машини. В роботах [7, 6] опрацьовані симулятори для побудови статичних навантажувальних характеристик і проведено приклали для окремих фарбових систем з анілоксовим фарбоживильним пристроєм.

Процес друкування який полягає у відтворенні зображення за допомогою передачі фарбового зображення з друкарської форми на задруковуваний матеріал є складним, тому необхідно вивчати і моделювати окремі етапи процесу. Велика кількість фарбових валиків у традиційній фарбовій системі обумовлена двома основними причинами. По-перше для формування рівномірного і тонкого (біля 1 мкм) шару фарби на відбитку здійснюється дискретна подача товстого шару фарби необхідна значна кількість валиків. Крім цього розкочування фарби формує необхідні реологічні властивості шару фарби, яка краще передається на дрібні растрові друкувальні елементи форми і на задруковуваний матеріал, що покращує якість відбитків.

Формування необхідних реологічних властивостей шару фарби у коротких фарбових системах спочатку відбувається у фарбовій камері у якій фарба під тиском заповнює дрібні растрові комірки на поверхні анілоксового вала і при згортанні ракелем надлишку фарби. Крім цього формування реологічних властивостей шару фарби також відбувається за рахунок інтенсивної циркуляції фарбових потоків у фарбодрукарській системі внаслідок чого фарба інтенсивно переміщується. Тому виникає актуальна задача дослідження розподілу потоків на фарбових валиках, які в певній мірі характеризують інтенсивність перемішування фарби.

### 3. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

У даний час розроблено і запатентовано десяток різних можливих варіантів коротких фарбових апаратів, які містять від трьох до п'яти фарбових валиків з одним або двома накочувальними валиками. Більшість цих схем фарбових апаратів не були виконані в металі і теоретично проаналізовані. Тому враховуючи новизну і складність поставленої задачі розглянемо традиційну фарбодрукарську систему послідовної структури із фарбоживильним пристроєм з растровим циліндром, яка містить п'ять розкочувальних фарбових валиків, схема якої зображена на рис. 1.

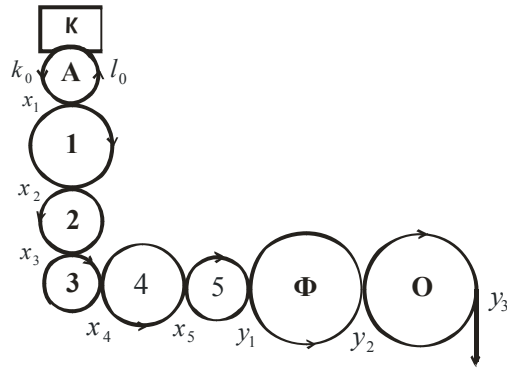


Рис. 1. Схема короткої фарбодрукарської системи

Офсетна фарба знаходиться в камері  $K$  і під тиском заповнює дрібні растрові комірки на поверхні растрового циліндра  $A$  (анілокса). Надлишок фарби з поверхні циліндра згортається ракелем, а рівномірний фарбовий шар подається на перший фарбовий валик і послідовно розкочується внаслідок чого формує потрібні реологічні властивості потоку фарби, яка краще накочується на растрові друкувальні елементи форми і створює більш чіткіше зображення на відбитку. Частина фарби, яка не сприйнялася формою (не друкувальними місцями) і не передалася на задруковуваний матеріал створює зворотний потік фарби, який через растровий циліндр повертається назад у фарбову камеру. Друга частина фарбового потоку через зону контакту з анілоксовим волон знову повертається у фарбову камеру. Внаслідок цього в короткій фарбодрукарській системі відбувається інтенсивна циркуляція потоків фарби і змішування прямих і зворотних потоків, що при малій кількості фарбових валиків забезпечує необхідні реологічні властивості шару фарби, що покращує якість відбитків.

На нашу думку перемішування фарби залежить від інтенсивності циркуляції фарби і розподілу фарби на поверхні валиків. Саме це визначило постановку задачі дослідження.

Для вирішення поставленої задачі визначення розподілу потоків фарби в короткій фарбодрукарській системі при відтворенні тонового зображення опрацюємо статичну модель системи при таких припущеннях:

- на вхід першого фарбового валика подається суцільний рівномірний шар фарби,
- відтворення тонового зображення здійснюється за допомогою друкарської форми з амплітудомодульованим растром, який має регуляр-

ну растрову структуру і характеризується коефіцієнтом заповнення форми,

- усереднення модульованих формою потоків фарби здійснюється після виходу із зони контакту формного циліндра і накочувального валика,

- в процесі друкування відсутнє розтискування растрових точок, обумовлене тими чи іншими причинами,

- враховується подача і відбір фарби на воді і виході фарбодрукарської системи.

Основою для визначення розподілу потоків фарби при відтворенні тонового зображення є рівняння балансу подачі і відбору фарби в точках контакту [1, 2] із врахуванням прийнятих припущень, які для схеми рис. 1 подано так:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= h_0 + \gamma_1 x_1 & x_5 &= \alpha_4 x_4 + \gamma_{5k} y_1 \\
 l_0 &= K_0 x_1 & y_1 &= \alpha_5 x_5 + \gamma_6 y_2 \\
 x_2 &= K_1 x_1 + \gamma_2 x_3 & y_2 &= \alpha_{6k} y_1 + \gamma_7 y_1 \\
 x_3 &= \alpha_2 x_2 + \gamma_3 x_4 & y_3 &= \alpha_7 y_2 \\
 x_4 &= \alpha_3 x_3 + \gamma_5 x_5 & h_c &= \beta y_3,
 \end{aligned} \tag{1}$$

де  $x_i, y_i$  – середнє значення товщини шару фарби в точках контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів,  $h_0, h_c$  – товщина шару фарби на вході і виході системи,  $l_0$  – товщина зворотнього потоку фарби на вході системи,  $\alpha_i, \gamma_i$  – коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби при виході із точок контакту фарбових валиків,  $\beta$  – коефіцієнт передачі фарби з офсетного циліндра на задрукований матеріал.

Коефіцієнти передачі які залежать від коефіцієнта заповнення форми визначаються так:

$$\alpha_{6k} = \alpha_6 K_3; \quad \alpha_{5k} = 1 - \gamma_5 K_3. \tag{2}$$

Для визначення розподілу фарби спочатку необхідно розв'язати систему рівнянь (1) відносно змінних  $x_i, y_i$ . У загальному вигляді це розв'язок можна записати так:

$$x_i = \frac{\Delta_i}{\Delta} h_0, \tag{3}$$

де  $\Delta$  – визначник системи рівнянь (1),  $\Delta_i$  – алгебраїчне доповнення визначника для шуканої змінної  $x_i, y_i$ .

Зауважимо, що розв'язки потрібно виконувати для заданих коефіцієнтів які залежать від коефіцієнта заповнення форми. Знайшовши відповідні змінні  $x_i$ , визначимо середнє значення товщин прямих потоків фарби на валиках, формному і офсетному циліндрі та задрукованому матеріалі. Розв'язок цієї задачі традиційним методом є трудомістким, тому застосуємо метод симулювання. Для цього спочатку за схемою рис. 1 і системою рівнянь (1) побудуємо граф фарбодрукарської системи, який зображений на рис. 2.

Вершини графа позначені  $x_1 - x_6$  та  $y_1 - y_3$  відповідають товщинам фарби у точках контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів. Вхідна і вихідна вершини графа відповідають товщинам  $h_0, h_c$  на вході і виході системи. Вершини  $h_1 - h_7$  відповідають товщинам прямих потоків фарби на поверхні фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів. Дуги графа підпорядковані коефіцієнтам  $\alpha_i, \gamma_i$  передачі прямих і зворотних потоків фарби.

На основі формули Мезона [3] безпосередньо за графом можна визначити середні значення товщин прямих потоків фарби на

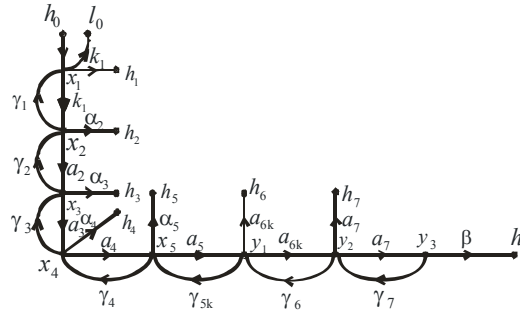


Рис. 2. Граф фарбодрукарської системи

фарбових валиках, формному і офсетному циліндрі і задрукованому матеріалі:

$$h_i = \frac{K_1 \prod_{i=1}^8 \alpha_i \Delta_i}{\Delta} h_0, \quad (4)$$

де  $\Delta$  – визначник графа,  $\Delta_i$  – визначник мінора графа для даної вершини  $h_i$ .

Визначник графа характеризує контурну частину графа та циркуляцію потоків у фарбодрукарській системі і визначається безпосередньо за графом:

$$\begin{aligned}
\Delta = & 1 - K_1\gamma_1 - \alpha_2\gamma_2 - \alpha_3\gamma_3 - \alpha_4\gamma_4 - \alpha_5\gamma_{5K} - \alpha_{6K}\gamma_6 - \alpha_7\gamma_7 + \\
& + K_1\gamma_1[\alpha_3\gamma_3 + \alpha_4\gamma_4 + \alpha_5\gamma_{5K} + \alpha_{6K}\gamma_6 + \alpha_7\gamma_7] + \\
& + \alpha_2\gamma_2[\alpha_4\gamma_4 + \alpha_5\gamma_{5K} + \alpha_{6K}\gamma_6 + \alpha_7\gamma_7] + \\
& + \alpha_3\gamma_3[\alpha_5\gamma_{5K} + \alpha_{6K}\gamma_6 + \alpha_7\gamma_7] + \\
& + \alpha_4\gamma_4[\alpha_{6K}\gamma_6 + \alpha_7\gamma_7] + \alpha_5\gamma_{5K}\alpha_7\gamma_7 - \\
& - K_1\gamma_1\alpha_3\gamma_3\alpha_5\gamma_{5K} - k_1\gamma_1\alpha_3\gamma_3\alpha_{6K}\gamma_6 - \\
& - K_1\gamma_1\alpha_3\gamma_3\alpha_7\gamma_7 - \alpha_2\gamma_2\alpha_4\gamma_4\alpha_{6K}\gamma_6 - \\
& - \alpha_2\gamma_2\alpha_4\gamma_4\alpha_7\gamma_7 - \alpha_2\gamma_2\alpha_5\gamma_{5K}\alpha_7\gamma_7 - \\
& - \alpha_3\gamma_3\alpha_5\gamma_{5K}\alpha_7\gamma_7 + K_1\gamma_1\alpha_3\gamma_3\alpha_5\gamma_{5K}\alpha_7\gamma_7.
\end{aligned} \tag{5}$$

Визначимо чисельники виразу (4) для відповідних товщин. Чисельник для вершини  $h_1$  графа:

$$\begin{aligned}
& K\{1 - \alpha_2\gamma_2 - \alpha_3\gamma_3 - \alpha_4\gamma_4 - \alpha_5\gamma_{5K} - \alpha_{6K}\gamma_6 - \alpha_7\gamma_7 + \\
& + \alpha_2\gamma_2[\alpha_4\gamma_4 + \alpha_5\gamma_{5K} + \alpha_{6K}\gamma_6 + \alpha_7\gamma_7] + \\
& + \alpha_3\gamma_3[\alpha_5\gamma_{5K} + \alpha_{6K}\gamma_6 + \alpha_7\gamma_7] + \\
& + \alpha_4\gamma_4[\alpha_{6K}\gamma_6 + \alpha_7\gamma_7] + \alpha_5\gamma_{5K}\alpha_7\gamma_7 - \\
& - \alpha_2\gamma_2\alpha_4\gamma_4\alpha_{6K}\gamma_6 - \alpha_2\gamma_2\alpha_4\gamma_4\alpha_7\gamma_7 - \\
& - \alpha_2\gamma_2\alpha_5\gamma_{5K}\alpha_7\gamma_7 - \alpha_3\gamma_3\alpha_5\gamma_{5K}\alpha_7\gamma_7\}.
\end{aligned} \tag{6}$$

Чисельник для вершини  $h_2$  графа:

$$\begin{aligned}
& K_1\alpha_2\{1 - \alpha_3\gamma_3 - \alpha_4\gamma_4 - \alpha_5\gamma_{5K} - \alpha_{6K}\gamma_6 - \alpha_7\gamma_7 + \\
& + \alpha_3\gamma_3[\alpha_5\gamma_{5K} + \alpha_{6K}\gamma_6 + \alpha_7\gamma_7] + \\
& + \alpha_4\gamma_4[\alpha_{6K}\gamma_6 + \alpha_7\gamma_7] + \alpha_5\gamma_{5K}\alpha_7\gamma_7 - \alpha_3\gamma_3\alpha_5\gamma_{5K}\alpha_7\gamma_7\}.
\end{aligned} \tag{7}$$

Чисельник для вершини  $h_3$  графа:

$$K_1 \alpha_2 \alpha_3 \{1 - \alpha_4 \gamma_4 - \alpha_5 \gamma_{5K} - \alpha_{6K} \gamma_6 - \alpha_7 \gamma_7 + \alpha_4 \gamma_4 [\alpha_{6K} \gamma_6 + \alpha_7 \gamma_7] + \alpha_5 \gamma_{5K} \alpha_7 \gamma_7\}. \quad (8)$$

Чисельник для вершини  $h_4$  графа:

$$K_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \{1 - \alpha_5 \gamma_{5K} - \alpha_{6K} \gamma_6 - \alpha_7 \gamma_7 + \alpha_5 \gamma_{5K} \alpha_7 \gamma_7\}. \quad (9)$$

Чисельник для вершини  $h_5$  графа:

$$K_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \{1 - \alpha_{6K} \gamma_6 - \alpha_7 \gamma_7\}. \quad (10)$$

Чисельник для вершини  $h_6$  графа:

$$K_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_6 \{1 - \alpha_7 \gamma_7\}. \quad (11)$$

Чисельник для вершини  $h_7$  графа:

$$K_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_6. \quad (12)$$

Чисельник для вихідної вершини  $h_c$  графа:

$$K_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_6 \beta. \quad (13)$$

Отже, вирази товщин потоків на поверхні фарбових валиків, офсетного і формного циліндрів залежать від місця розміщення фарбодрукарської системи. Розроблення алгоритму і складання програми для розрахунку і розподілу фарби короткої фарбодрукарської системи безпосередньо за виразами (4 – 6) є громіздке, вимагає складання системи рівнянь, знаходження визначника графа і його мінорів. Тільки після цього можна скласти програму для обчислення розподілу фарби. Тому, традиційний спосіб розв'язку поставленої задачі є трудомісткий і незручний.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТИ КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЮВАННЯ

Для спрощення задачі визначення розподілу потоків в короткій фарбодрукарській системі при відтворенні тонового зображення амплітудо модульованим растром пропонується її розв'язувати шляхом комп'ютерного симулювання в популярному пакеті MATLAB: Simulink [5], який широко використовується для моделювання динамічних систем різного класу. У Simulink використано високого рівня об'єктно-орієнтоване програмування, що значно спрощує розв'язання і візуалізацію багатьох наукових і інженерних задач. Безпосередньо за графом рис. 2 із операційних блоків бібліотеки Simulink за допомогою графічного редактора у вікні моделі побудовано структурну схему моделі



(симулятор) короткої фарбодрукарської системи послідовної структури. Вікно симулятора представлено на рис. 3.

У вікні моделі вершинам графа відповідають блоки симулювання, на вході яких додаються прямі і зворотні потоки фарби, а на виході розділяються. Дугам графа відповідають підсилюючі блоки Gain, які задають коефіцієнти передачі  $\alpha_i, \gamma_i$  прямих і зворотних потоків фарби, необхідні значення які задаються у діалоговому вікні блоків Gain. Встановлення заданого значення товщини фарби на вході моделі фарбодрукарської системи здійснюється за допомогою блоку Constanta. Візуалізація розподілення фарби на поверхнях фарбових валиків здійснюється за допомогою блоків Display і Scope.

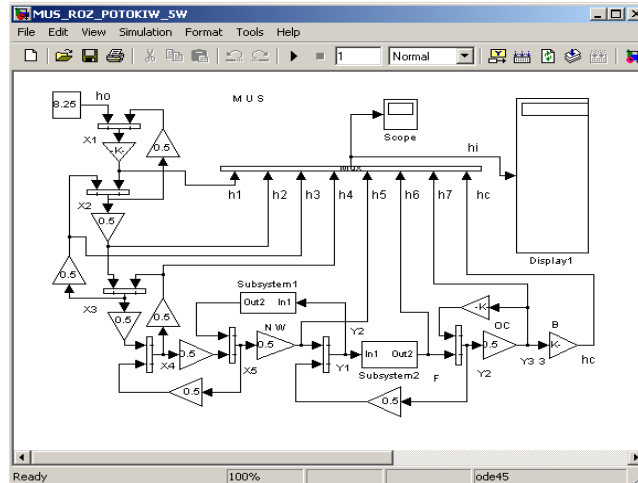


Рис. 3. Вікно симулятора фарбодрукарської системи

Коефіцієнти передачі  $\alpha_{6K}, \gamma_{5K}$ , які залежать від коефіцієнта заповнення форми реалізовані за допомогою субблоків Subsystem 1 і Subsystem 2. Метою комп'ютерного симулювання було ілюструвати можливості побудованого симулятора для дослідження впливу окремих параметрів фарбодрукарської системи на розподілення фарби. При симулюванні приймали, що коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби  $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$ , коефіцієнт передачі фарби із офсетного циліндра на задруковуваний матеріал  $\beta = 0,8$ . Результати комп'ютерного симулювання представлені у таблиці 1.

Середнє значення товщини потоків фарби на поверхні валиків для різних коефіцієнтів заповнення форми

Товщина $h_i$ , мкм	Коефіцієнт заповнення $K_3$					
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$h_1$	8,081	7,936	7,70	7,512	7,37	7,25
$h_2$	7,912	7,621	7,15	6,783	6,49	6,25
$h_3$	7,742	7,307	6,61	6,05	5,61	5,25
$h_4$	7,573	6,993	6,09	5,317	4,73	4,25
$h_5$	7,404	6,679	5,5	4,583	3,85	3,25
$h_6$	0,380	0,7071	1,237	1,65	1,98	2,25
$h_7$	0,2115	0,3928	0,6875	0,9167	1,10	1,25
$h_c$	0,1692	0,3143	0,55	0,733	0,88	1,0

На рис. 4 представлено номограми розподілу середніх значень товщин прямих потоків на фарбових валиках для різних коефіцієнтів заповнення форми ( $K_3 = 0.1, 0.2, 0.4, 0.8$  і  $1.0$ ) Фарба найбільше накопичується на першому валику, середнє значення товщини знаходиться в межах 8,08 до 7,25 мкм і мало залежить від заповнення форми.

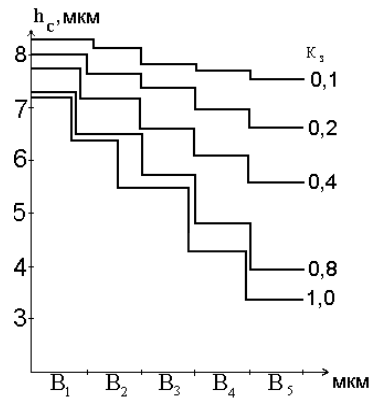


Рис. 4. Номограми розподілу фарби на валиках

На наступних валиках товщина фарби поступово зменшується а її середнє значення залежить як коефіцієнт заповнення форми. При коефіцієнті заповнення  $K_3 = 1,0$  товщина фарби на першому валику ста-

новить 7,25 а на п'ятому 3,25 мкм. Отже, чим більше заповнення друкарської форми тим більш інтенсивна циркуляція потоків фарби.

На рис.5 представлено номограми розподілу середніх значень товщин прямих потоків на формі і офсетному циліндрах та задрукуваному матеріалі:

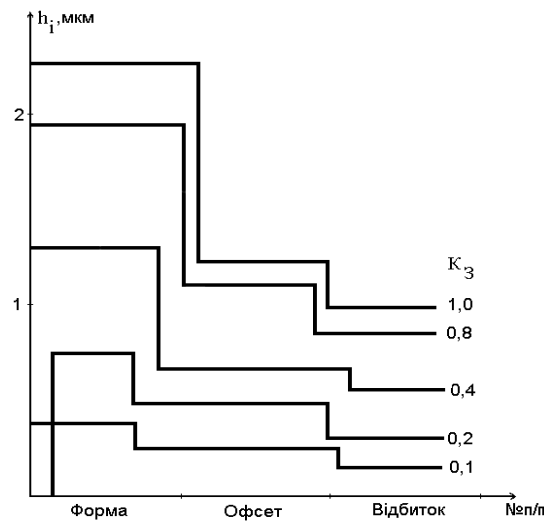


Рис. 5. Номограми розподілу фарби на формі, офсетному циліндрі та відбитку

На яскравих ділянках зображення ( $K_3 = 0,1$ ) середнє значення товщини фарби складає 0,169 мкм, на світлих ( $K_3 = 0,2$ ) 0,314, яка середніх тонах збільшується від 0,55 до 0,753 мкм. Натомість, напівтонах - 0,88 а у тінях 1,0 мкм.

Зауважимо, що при комп'ютерному симулюванні на перший валик подавали потік фарби товщиною 8,25 мкм. Якщо коефіцієнт передачі прямого потоку на першому валику  $K_0 = 0,5$ , товщина зворотнього потоку фарби, яка повертається назад у фарбову камеру дорівнюватиме товщині прямого потоку фарби на першому валику, тобто  $I_0 = h_1$ . Тоді із таблиці випливає, що при зміні коефіцієнта заповнення форми в межах (0,1 – 1,0) товщина зворотнього потоку фарби змінюється в межах (8,081 – 7,25) мкм. Натомість середнє значення фарби на відбитку складає (0,169 – 1,0) мкм. Отже у короткій фарбодрукарській системі послідовної структури є великий відбір фарби назад у фарбову камеру, що обумовлює інтенсивну циркуляцію прямих і зворотних потоків фарби.

## 5. ВИСНОВКИ

1. Останнім часом вимоги до якості кольорового друку значно вищі ніж до газетної продукції, тому виникає актуальна проблема розробки нових структур і параметрів коротких фарбодрукарських апаратів, аналізу їх технічних характеристик з метою вибору оптимальних, які б забезпечили бажану якість офсетного друку, а на основі результатів експериментальних досліджень не завжди можна одержати потрібні параметри фарбодрукарської системи, тому виникає актуальна проблема теоретичного дослідження коротких фарбодрукарських систем.

2. Запатентовані десяток різних можливих варіантів коротких фарбових апаратів, які містять від трьох до п'яти фарбових валиків з одним або двома накочувальними валиками не проаналізовані і не виконані в металі, тому виникає актуальна задача моделювання і аналізу розподілу потоків в короткій фарбодрукарській системі послідовної структури при відтворенні тонового зображення амплітудо модульованим растром.

3. На основі одержаних аналітичних залежностей в пакеті MATLAB: Simulink розроблено симулятор для визначення розподілу потоків в фарбодрукарській системі при відтворенні зображення амплітудо модульованим растром.

4. За результатами комп'ютерного симулювання встановлено, що розподіл фарби в значній мірі залежить від коефіцієнту заповнення форми. Найбільша товщина фарби є на перших валиках і поступово зменшується від валика до валика при зменшенні коефіцієнта заповнення форми товщина шару фарби зменшується на усіх фарбових валиках.

*1. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту: Монографія. – К.; Вид-во – поліграфічний центр "Київський університет". 2005. – 264 с.*  
*2. Верхола М. І., Луцків М. М. Основні засади та сутність розкочування фарби у фарбових системах // Комп'ютерні технології друкарства. Зб. наук. пр. Української академії друкарства – Львів. 2004. №12. - С. 14 – 25.*  
*3. Верхола М. І., Луцків М. М. Сигнальний граф процесу розкочування фарби // Вісник ДУ "Львівська політехніка". Львів. 1988. Том 2. - С. 348 – 353.*  
*4. Верхола М. І., Луцків М. М., Зіненко Р. Г. Частотний і операторний методи описання процесу розкочування фарби в друкарських машинах // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. МНТЗ. – Львів: Вид-во ДУ"ЛПІ". 1999. №34, – С. 53 – 57.*  
*5. Гультяев А. К. MATLAB 5. Имитационное моделирование в среде WINDOWS. Практическое пособие. Спб. Корона*

принт. 1999. – 282 с. 6. Лозовий П. І. Побудова навантажувальних характеристик фарбових апаратів // Комп'ютерні технології друкарства. Зб. наук. пр. – Львів. 2008. Вип.1.(8), С. 149 – 155. 7. Луцків М. М. Лозовий П. І. Симулятор статичних характеристик фарбодрукарських систем. // Комп'ютерні технології друкарства. Зб. наук. пр. Української академії друкарства – Львів. 2007, № 17, - С. 61 - 69. 8. Луцків М. М. Стемпень К. Статичні характеристики фарбових апаратів з анілоксовим валом. // Комп'ютерні технології друкарства. Зб. наук. праць. . – Львів. 2002. №7. - С. 27 – 34. 9. Мельничук С. І., Ярема С. М. Офсетний друк. К. Укр НДІСВД: Ха Гар. 2000. - 467 с. 10. Чехман Я. І. та ін. Друкарське устаткування. – Львів: УАД. 2005. – 468 с. 11. Ярема С. М. Флексографія.– К. Лебідь: 1998. - 310 с. 12. Ciupalski S. Maszyny offsetowe zwojowe. Warszawa. OW Politehniki Warszawskiej. 2000. - 274 с. 13. Lloyd J., Dejidas Jr., Thomos M. Destree. Technologia offsetowego drukowania arkusrowego. Centralne Osydek Baduwczo – Rozwojowy Premyslu Poligraficznepo. Warszawa. 2007. - 408 s.