

1. Зоренко О., Величко О. Закономірності зміни друкарсько-технічних властивостей декелів // Друкарство. 2000, №5 (34), С. 66–67. 2. Разумовская И. В., Мухина Л. Л., Бартенев Г. М. Исследование деформационных свойств неорганических стекол методом микровдавливания // Новое в области испытаний на микротвердость. М., 1974. 3. Технология печатных процессов / Под ред. А. Н. Раскина. М., 1989. 4. Шахгельдян Б. М., Загаринская Л. А. Полиграфические материалы. М., 1988.

УДК 655.3.022.11

МАТЕРІАЛЬНИЙ ПОТІК ДРУКАРСЬКОЇ СИСТЕМИ

О.М. Величко

Обґрунтовано аналітичний вираз матеріального потоку друкарської системи як множини елементів з урахуванням розсіювання фарби при стабільному фарбоперенесенні.

Обосновано аналитическое выражение материального потока печатной системы как множества элементов с учетом рассеивания краски при стабильном краскопереносе.

Аналіз друкарського процесу як системи енергетичної взаємодії елементів обґрунтовано в роботах [1–3] й описано рух інформаційного, енергетичного та матеріального потоків, результатом яких є тексто-ілюстраційна продукція.

У прямих контактних, офсетних і деяких комбінованих (з наявністю контакту) методах друку передача інформації з форми на задруковуваний матеріал здійснюється матеріальним потоком внаслідок енергетичної дії, що визначається силою натиску і швидкістю взаємодії елементів друкарської системи [4].

Усі витратні матеріали та робочі елементи друкуючих пристроїв створюють систему із заздалегідь заданими властивостями (що обумовлено характером продукції, її призначенням, інформативною місткістю) і забезпечують реалізацію процесу друкування. Сила натиску і швидкість коливаються в певних межах, але обумовлюються технічними параметрами друкарської машини, конструкцією фарбового апарата, методом друку.

Якість відбитка як кінцевого продукту функціонування системи, наприклад, в офсетному плоскому друці, залежить від репродукційно-графічних характеристик друкарської форми, що закладаються на етапі її виготовлення, та властивостей формного матеріалу; реологічних і оптичних властивостей друкарської фарби; складу і фізико-хімічних властивостей зволожувального розчину; поверхневих і деформаційних характеристик офсетного полотна; оптичних і фізико-хімічних властивостей паперу, параметрів і технічних характеристик друкарської машини.

Важливими умовами оптимізації процесу друкування в офсетному плоскому друці є підготовка усіх складових, у тому числі фарби і зволожувального розчину, задля рівномірного нанесення на форму їх шарів потрібної товщини. Для цього в друкарській машині передбачені фарбові та зволожувальні системи, що складаються з розкочувально-накочувальних валиків. У трафаретному, глибокому або флексографічному друці фарба володіє відповідними властивостями, які забезпечують швидку її підготовку, тому фарбові апарати мають іншу конструкцію. Але принципи регулювання подачі фарби на форму в усіх системах цієї групи методів друку майже однакові, лише різна їх конструкційна реалізація.

Таким чином, сила натиску та швидкість обертання формного, офсетного і друкарського циліндрів, розкочувально-накочувальних валиків або переміщення ракульних систем змінюють матеріальний та енергетичний баланс як системи в цілому, так і в будь-якому вузлі тертя. Присутність фарби та зволожувального розчину регулює цей баланс і забезпечує змащення контактуючих пар. Тому вони мають важливе значення.

Процеси, що відбуваються в матеріалах усіх контактуючих деталей на поверхні контакту, характеризуються параметрами граничного тертя й обумовлені зміною енергії, яка впливає на довкілля [4,7,11]. Механічна друкарська система є відкритою, і передача енергії

відбувається не лише від однієї пари контакту до іншої, а й до технологічного середовища, що знаходиться між ними, тобто до фарби (зволожувального розчину, водно-фарбової емульсії), а також у навколишній простір. Така система описується законами термодинаміки дисипативних структур [9].

Процес проходить циклічно та динамічно. Розсіювання енергії здійснюється саме через фарбу (водно-фарбову емульсію). При цьому в енергетичному обміні беруть участь широка зона цих матеріалів і навколишнє середовище, хоч смуга друкарського контакту незначна.

Отже, фарба (водно-фарбова емульсія), як матеріальний потік друкарської системи, найбільш важлива ланка енергетичного та інформаційного обміну і складовий матеріальний елемент відбитка. Термін "технологічне середовище" визначає її як необхідну умову реалізації процесу друкування і роботоздатності системи [4].

Під час друкування коагуляційна структура фарби руйнується, і фарба набуває потрібних реологічних властивостей. Циклічний динамічний характер навантаження збільшує температуру контактуючих пар, а водночас викликає і трибохімічні реакції у фарбі, що регулюються антиоксидантами, інгібіторами, стабілізаторами та іншими цільовими добавками до основного складу фарби.

Таким чином, і друкарська форма, і все технологічне середовище в цілому під час друкарського контакту активуються. Відповідно, за рахунок активного збільшення внутрішньої енергії всіх складових система дістає неврівноважений стан. У поверхневих і приповерхневих шарах контактуючих зон відбуваються зміни складу і структури матеріалів, що приводить до утворення вторинних структур, зменшення кількості вільної внутрішньої енергії і переходу системи у врівноважений стан [4]. Цей новий стан характеризується певними значеннями тиску і швидкості робочої системи, які забезпечують стабільне перенесення матеріального потоку (фарбоперенесення), що визначається товщиною фарбового шару на задрукованому матеріалі.

Феноменологічні залежності товщини шару фарби на відбитку від товщини його на формі, а також від тиску і швидкості друкарського процесу обґрунтовано в роботах [6, 8, 10, 12].

Аналітична модель фарбоперенесення, відповідно до роботи [8], найбільш повно зв'яже параметри технологічного процесу, форми, задрукованого матеріалу, друкарського апарата. Це система з двох рівнянь, яка передбачає гранично допустимі значення тиску і швидкості, що обумовлюють реалізацію друкарського процесу в конкретній системі [8]:

$$\frac{h_{\text{від.}}(p)}{0,88h_{\text{від.}}^*} = 1 - \left(1 - \frac{2p}{p^*}\right) e^{-2p/p^*} n p u[p]_{\min} \leq p \leq [p]_{\max}; \quad (1)$$

$$\frac{h_{\text{від.}}(V_{\text{д}})}{h_{\text{від.}}(p_i)} = 1 - (1 - k_1) e^{-b/k_0 \mu V_{\text{д}}} n p u[V_{\text{д}}]_{\min} \leq V_{\text{д}} \leq [V_{\text{д}}]_{\max}, \quad (2)$$

де $h_{\text{від.}}(p), h_{\text{від.}}(V_{\text{д}})$ – товщина шару фарби на відбитку як функція, відповідно, тиску і швидкості; $h_{\text{від.}}^*$ – максимальна товщина шару фарби на відбитку, що маємо при $p = p^*$; $[p]_{\min}, [p]_{\max}, [V_{\text{д}}]_{\min}, [V_{\text{д}}]_{\max}$ – граничні значення, відповідно, тиску і швидкості, що визначають межі роботоздатності системи; b – ширина смуги контакту; p_i – тиск друку; μ – в'язкість фарби; k_0 – коефіцієнт, що враховує особливості задрукованого матеріалу; $h_1 = \frac{h_1}{h_{\text{від.}}}$ – величина, що враховує особливості характеру форми і задрукованого матеріалу; h_1 – товщина шару фарби на формі; $h_{\text{від.}}$ – товщина шару фарби на відбитку; $V_{\text{д}}$ – швидкість друку.

Товщина шару фарби на відбитку прямо пропорційна ширині смуги контакту і зворотно пропорційна добутку в'язкості фарби на швидкість друку. Разом з тим деяка різниця Δh^* виявляється при різному накочуванні фарби на друкарську форму, що обумовлено динамікою фарбового апарата [8].

Величину матеріального потоку, передаваного на відбиток у взаємозв'язку з кількістю його у фарбовому апараті, визначено в роботі [13]:

$$\varphi r l d' = \alpha_c S d'', \quad (3)$$

де φ – кут повороту дукторного циліндра за період контакту з передавальним валиком; r – радіус дукторного циліндра; l – робоча довжина смуги контакту; d' – товщина шару фарби, що передається дукторним циліндром; α_c – середній коефіцієнт заповнення форми друкарськими елементами; S – площа форми; d'' – середня товщина шару фарби, передаваної з форми на відбиток.

У роботі [5] аналітично доведено відсутність впливу динаміки фарбового апарата на потік фарби і товщину її на задруковуваному матеріалі в усталеному режимі при постійних швидкості друку і подачі фарби заданим шаром на друкарську форму.

Таким чином, розділення фарбового шару і перехід його на задруковуваний матеріал в умовах стабільного друкарського процесу при постійних швидкості друку і подачі фарби на друкарську форму буде залежати від властивостей фарби.

Теоретичні основи розділення фарбового шару як послідовного процесу гідродинамічного зсуву, кавітації, утворення фарбових ниток, їх подовження й остаточного розщеплення обґрунтовано в роботі [12]. На перебіг цього процесу впливають: розміри і ступінь агрегативності пігмента у фарбі; змочування пігмента сполучником; величина капілярного тиску в момент, що передуює розділенню ниток, яка становить $b\sigma_{pe}$, де σ_{pe} – поверхневий натяг на границі розділення фаз фарба–повітря [12]. Частина фарби переходить на задруковуваний матеріал, а частина залишається на друкарській формі.

Отже, матеріальний потік друкарської системи переносить інформацію на задруковуваний матеріал з друкарських елементів, які мають постійний шар фарби. Величина цього шару при фарбоперенесенні становить при стабільному оптимальному режимі 30–35% товщини шару, накопиченого за один цикл друку [6]. Утримання цього шару забезпечується адгезією, що визначається, головним чином, змочуванням фарби друкарських елементів.

До нестабільних умов процесу друкування можна віднести регулювання швидкості, натиску, величини і конфігурації технологічних зазорів, що визначають товщину шару фарби при передачі її від елемента до елемента системи, очищення (змивання) робочих зон при технічних перервах тощо. У результаті цього постійний шар фарби на друкарських елементах зазнає суттєвих змін аж до повної його заміни.

На основі викладеного друкарський процес слід визначити як систему, що характеризується стохастичністю та ієрархічністю структури. Стохастичність обумовлена процесом друку при наявності багатьох змінних факторів, у тому числі й стану друкарської фарби, а ієрархічність може розглядатись як система, що має підсистему нижчого рангу – пару (одну чи більше) друкарського контакту в підсистемі друкарського апарата машини. Матеріальний потік друкарської системи можна подати у вигляді множини елементів

$$M = \{A \cup B \cup C \cup [(A \cup B \cup C) \setminus N]\}, \quad (4)$$

де M, A, B, C, N – множина елементів, відповідно, матеріального потоку, фарбового апарата, друкарської форми, відбитка, розсіяного матеріального потоку.

Множини A, B, C, N складаються з таких елементів:

$$A = \{b; d_1; d_2\}, \quad (5)$$

$$B = \{b; d_2; d_3; I_1\}, \quad (6)$$

$$C = \{b; d_3; I_1; I_2\}, \quad (7)$$

$$N = \{d_2; d_3; d_4\}, \quad (8)$$

де b – ширина смуги контакту при фарбоперенесенні; товщина шару фарби: d_1 – у фарбовому апараті; d_2 – на формі; d_3 – на відбитку; d_4 – накопиченої на формі; інформативна місткість: I_1 – форми; I_2 – відбитка.

На основі правил комбінаторики при додаванні і відніманні множин [14], вирази (4,5,6,7,8) можна записати як множину елементів матеріального потоку

$$M = \{b; d_2; d_3; d_4; I_1; I_2\} \quad (9)$$

Вираз (9) характеризує матеріальний потік друкарської системи з урахуванням розсіювання фарби при стабільному фарбоперенесенні, тобто при постійних натиску і швидкості друкування.

1. Величко О. Класифікація методів друку // Друкарство. 2000. № 6(53). С. 28–31.
2. Величко О. Енергетичні основи контактних методів друку // Комп'ютерні технології друкарства. Львів: УАД. 2000. № 4. С. 55–61.
3. Величко О.М. Критерії змін стану триботехнічної друкарської системи // Квалілогія книги. Львів: УАД. 2000. Вип. 3. С. 88–90.
4. Величко О. Технологічне середовище друкарського контакту // Друкарство. 1999. № 6(29). С. 32–33.
5. Верхола М.І., Гук І.Б., Луцків М.М. Вплив коефіцієнта переносу фарби в розкочувальній фарбовій групі на її товщину на стрічці // Поліграфія і видавнича справа. 2000. № 36. С. 93–98.
6. Козаровицкий Л.А. Бумага и краска в процессе печатания. М., 1965.
7. Костецкий Б.И. Управление изнашиванием машин. К., 1984.
8. Митрофанов В.П. Аналитическая статика печатного процесса // Известия высших учебных заведений «Проблемы полиграфии и издательского дела». 2000. № 1,2. С. 5–10.
9. Николас Е., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных процессах: Пер. с англ. М., 1979.
10. Попрядухин П.А. Технология печатных процессов. М., 1968.
11. Розум О.Ф. Управление тиражестойкостью печатных форм. К., 1990.
12. Технология печатных процессов / Под ред. А.Н.Раскина. М., 1989.
13. Чехман Я.И., Сенкус В.Т., Бирбраер Е.Г. Печатные машины. М., 1987.
14. Штефтель З.Г. Теорія ймовірності. К., 1994.

УДК 655.3.022.14.51

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДРУКАРСЬКИХ ФАРБ ДЛЯ ОФСЕТНОГО АРКУШЕВОГО ДРУКУ*

Я. Циманек

Здійснено й описано дослідження властивостей фарб для офсетного аркушевого друку.

Осуществлены и описаны исследования свойств красок для офсетной листовой печати.

При оцінці друкарсько-технічних і оптичних властивостей двох фарбових систем (стандартної офсетної фарби та фарби без вмісту мінеральних олій) немаловажним є й екологічний аспект. Оцінюючи офсетні фарби з точки зору екології, враховують ряд важливих критеріїв. Стандартні офсетні фарби для аркушевих друкарських машин і фарби без вмісту мінеральних олій, в основному, різняться тим, що до складу останніх замість мінеральних олій входять моноєфіри рослинних жирних кислот з низьким молекулярним числом (табл. 1). Як і мінеральні олії, вони служать розчинниками твердих смол разом з рослинними оліями. Моноєфіри рослинних жирних кислот, як правило, виготовляють з рослинних олій перетерифікацією, так що і в цьому випадку мають місце хімічні процеси.

Таблиця 1

**Порівняння в'язучих речовин фарб для аркушевого офсетного друку
стандартних та без вмісту мінеральних олій**

Сировина	Офсетні фарби, %	
	стандартна	без мінеральних олій
Олії мінеральні	10 – 20	–
Моноєфіри	–	5 – 15
Олії рослинні	5 – 25	5 – 25
Алкідні смоли	5 – 15	5 – 15
Каніфоль та інші смоли	20 – 35	20 – 35

* Переклад з польської мови доц., к.т.н. Слоцької Л.С. і ст. викладача, к. т.н. Зацерковної Р.С.