

УДК 655.226.621

І.П. Босак, О.В. Сафонов

**ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ СУБЛІМАЦІЙНОГО
ТЕРМОДРУКУВАННЯ НА ОСНОВІ ПЛАНУВАННЯ
ЕКСПЕРИМЕНТУ**

Специфіка сублімаційного друку потребує використання особливих методів для розрахунку технологічних режимів процесу та його оптимізації. Метою оптимізації процесу сублімаційного термодрукування найчастіше є досягнення необхідної інтенси-

вності або оптичної щільності зображення па субстраті при максимально можливому використанні кількості барвника з шару друкарської фарби проміжного зображення на тимчасовому носії – папері, а також найбільшого підвищення продуктивності процесу на стадії термопереведення проміжного зображення з паперу на субстрат без помітної втрати якості зображення.

Досягнення мети, пов'язаної з оптимізацією процесу перевідного сублімаційного термодрукування, зводиться до вирішення наступних основних завдань: визначення денситометричних норм друкування на субстраті; побудова математичної моделі процесу; розрахунок оптимальних технологічних режимів.

Фактори, що впливають на якість термопереведеного зображення на субстраті, можна умовно поділити на дві групи:

фактори друкарського процесу одержання проміжного зображення на папері;

режими термопереведення проміжного зображення з паперу на субстрат.

Якість зображення в сублімаційному друці, головним чином на стадії друкування проміжного зображення та його термопереведення на субстрат, пов'язана з оптимізацією безпосередньо друкарського процесу та режимів термопереведення.

Найпростішими та найнадійнішими критеріями оцінки та контролю якості зображення є величини зональних оптичних щільностей основних фарб (D_T), а також їх групи, що прив'язані до конкретного за хімічним складом субстрату, так звані денситометричні норми друкування (D_{Ti} , де i – колір основної фарби).

На величину оптичної щільності зображення на субстраті в сублімаційному друці суттєво впливають матеріали, зокрема, сублімаційна фарба та фарбуюча речовина, що в ній використовується. носій проміжного зображення – папір, вид та хімічний склад субстрату, кількість фарби на проміжному відбитку, режими термопереведення на субстрат. Отже, керувати якістю продукції можна тільки на стадіях зміни режимів друкарського процесу проміжного зображення та його термопереведення на субстрат.

Таким чином, реально керованими факторами процесу сублімаційного термодрукування є кількість фарби на проміжному носії зображення, що оцінюється через зональну оптичну

щільність зображення на папері (D_0) та режими термопереведення, до яких відносяться такі фактори, як: температура термопереведення (T); тривалість переведення зображення з паперу на субстрат (τ); зусилля притиску паперу з проміжним зображенням до субстрату (p). Тому взаємозв'язок цих факторів та їх конкретні величини для термопереведення з паперу-підкладки на різні за хімічним складом субстрати є недосгатніми для обгрунтованого керування процесом сублімаційного друку з метою забезпечення якості термопереведеного зображення і для кожного конкретного випадку потребують відповідного підходу, вивчення та оптимізації. Відповідно до цього математична модель процесу в загальному буде представлена системою з чотирьох рівнянь з трьома невідомими:

$$y_i = f(X_{1i}, X_2, X_3), \quad (1)$$

де y_i ($i = 1, 2, 3, 4$) – зональні оптичні щільності плашки зображення на субстраті (D_f) по чотирьох фарбах (відповідно – жовта, пурпурна, голуба, чорна); X_{1i} ($i = 1, 2, 3, 4$) – зональні оптичні щільності плашки проміжного зображення на папері (D_p) (відповідно по чотирьох основних фарбах); X_2, X_3 – режим термопереведення (відповідно T, τ).

При побудові математичних моделей величину тиску (p) не враховували.

Для одержання регресійної моделі процесу термопереведення використали ортогональне центральне композиційне планування (ОЦКП) другого порядку. Реалізація його дозволила отримати регресійні рівняння у вигляді такого полінома:

$$y_i = b_{0i} + b_{1i}X_1 + b_{2i}X_2 + b_{3i}X_3 + b_{12i}X_1X_2 + b_{23i}X_2X_3 + b_{13i}X_1X_3 + b_{11i}X_1^2 + b_{22i}X_2^2 + b_{33i}X_3^2, \quad (2)$$

де $i = 1, 2, 3, 4$; y_i – зональна оптична щільність i -ї фарби на субстраті (y_1 – Дтж, y_2 – Дтп, y_3 – Дтг, y_4 – Дтч); $b_{0i} - b_{3i}, b_{12i},$

$b_{23i}, b_{13i}, b_{11i}, b_{22i}, b_{33i}$ – коефіцієнти i -го рівняння регресії;
 X_1, X_2, X_3 – значення змінних факторів.

Згідно з методом планування експерименту перед реалізацією плану визначаються основний рівень (X_{0i}) та інтервал варіювання (ΔX_i) вхідних керуючих величин (див. таблицю).

Основний рівень X_{0i} та інтервали варіювання ΔX_i змінних факторів для поліефірних покриттів на металі

Показник	Оптична щільність фарб, Б, X_1				Температура $^{\circ}\text{C}$, X_2	Час, с, X_3
	Ж	П	Г	Ч		
X_{0i}	0,70	0,80	0,95	0,90	170	25
ΔX_i	0,10	0,10	0,10	0,10	10	7
Різні переміни змінних факторів						
+ I	0,80	0,90	1,05	1,00	180	32
- I	0,60	0,70	0,85	0,80	160	18
Величини зіркового плеча при $\alpha = 1,215$						
+ α	0,82	0,92	1,07	1,02	182	34
- α	0,58	0,68	0,83	0,78	158	17

Рівняння регресії (2) адекватно описують процес термопереведення по кожній з чотирьох фарб. Тотожність моделі перевірена за критерієм Фішера шляхом визначення дисперсії відтворення та адекватності по жовтій, пурпурній, голубій і чорній фарбах (відповідно, значення цього критерію дорівнюють 0,21; 1,03; 2,27; 1,03 при $F_{\text{крит}} = 2,42$). Перевірка відтворення процесу за критерієм Кохрена підтверджує, що дисперсії однорідні при значеннях цього критерію 0,0082; 0,0011; 0,0174 і 0,0023 при $G_{\text{крит}} = 0,2758$. Вагомість оцінок коефіцієнтів перевіряли за допомогою критерію Стюдента. Розрахункові значення цього критерію підтверджують значимість коефіцієнтів рівнянь (при $t_{\text{крит}} = 3,18$).

Стаття надійшла до редколегії 28.01.2000