

І.В.Огірко, Л.М.Якубовська

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВИСУШУВАННЯ ВОДОВИМИВНИХ ФОТОПОЛІМЕРНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ

Висушування – це завершальний і досить складний етап технологічного процесу виготовлення водовимивних фотополімерних друкарських форм (ФПФ) [1, 2], особливо коли виникає необхідність інтенсивного його проходження [3].

Відомо, що тільки частина вологи, яку необхідно вилучити з поверхні фотополімерного матеріалу, перебуває у вільному стані, решта ж її – зв'язана. Концентрація сорбованої води при вимиванні ФПФ становить від 8 до 11% і залежить від площі задрукованої поверхні форми. Найбільша кількість вологи концентрується на текстових її ділянках, найменша – на растрових кліше. При цьому, наприклад, для форми розміром 420×600 мм кількість вологи становить 55-60 г.

Щоб прискорити процес висушування, слід організувати максимальне підведення тепла для вилучення незв'язаної вологи, а також тієї частини зв'язаної макрокапілярної, адсорбційної вологи, яку можна вилучити завдяки інтенсифікації теплообміну і турбулізації граничного шару між матеріалом, що висушується, і сушильним агентом.

При випаровуванні вологи з поверхні ФПФ всередині форми виникає градієнт вологості, що забезпечує подальше переміщення вологи з внутрішніх шарів матеріалу до його поверхні.

У перший період висушування важливу роль відіграє швидкість поверхневого випаровування. В другому періоді ця роль переходить до внутрішньої дифузії вологи. Вологість матеріалу при висушуванні змінюється по товщині і в часі. Рівняння вологообміну даної моделі можна представити як

$$\frac{\partial \omega^2}{\partial \tau} = K_{вн} \nabla^2(\omega^c) + K_{вн} \delta \nabla^2(t),$$

де $\nabla^2(\omega^c)$ і $\nabla^2(t)$ - оператори Лапласа, відповідно для вологості і температури.

Щоб дослідити процес висушування ФПФ, була розроблена методика, яка базується на поєднанні різницевого методу сіток і методу релаксації. Оптимальні параметри цього процесу доцільно визначити із застосуванням методу локальних варіацій і методу кінцевих різниць. На основі аналізу поставленого завдання можна встановити тривалість висушування за перший і другий періоди.

Тоді загальна тривалість висушування ФПФ становитиме

$$\tau = \frac{1}{N} [\omega - \omega_{k,n} + 2.3(\omega_{k,n} - \omega_p) \lg \frac{\omega_{k,n} - \omega_p}{\omega_* - \omega_p}],$$

де ω - початкова вологість; $\omega_{k,n}$ - приведена критична вологість; ω_p - характерна точка висушування; N - швидкість висушування в першій період.

Зміни стану ФПФ при висушуванні можна врахувати точніше, розбивши другий період висушування на декілька етапів і зсумувавши їх тривалість для визначення загального часу. Таким методом наближено враховуються реальні умови перебігу висушування у другому періоді при зміні режимів, що характерно для фотополімерних матеріалів.

Глибоке вивчення властивостей фотополімерних матеріалів зумовило можливість застосувати перспективні способи підведення теплової енергії, необхідної для випаровування води і зруйнування зв'язку вологи з ФПМ, а саме: 1) обдування полімерного шару гарячим повітрям (конвекційний спосіб) з одночасним опроміненням шару ультрафіолетом;

- 2) висушування інфрачервоними променями (терморадіаційний спосіб);
- 3) висушування індукційними струмами високої та промислової частоти.

При конвекційному способі висушування нагрівання ФПФ розпочинається з поверхні і поступово поширюється всередину матеріалу з подальшим нагріванням форми [4]. На кінетику процесу впливають властивості ФПМ, температура і вологість повітря, вологість форми, інтенсивність теплообміну, товщина ФПФ. Широке застосування цього способу пояснюється універсальністю процесу, рівномірністю нагрівання виробів різної конфігурації, простотою конструкції та експлуатації сушильних пристроїв.

Терморадіаційний спосіб висушування передбачає теплообмін випромінюванням, при якому теплота ФПФ передається майже миттєво, нагріває металеву основу форми, а та передає тепло верхнім шарам [4]. Це дозволяє прискорити процес. Основними перевагами терморадіаційного способу є ефективність і компактність обладнання.

У свою чергу високочастотний спосіб висушування матеріалу носить вибірковий характер, і волога з ФПМ вилучається без суттєвого нагрівання основи форми. Це пояснюється тим, що вода є діелектриком з полярними молекулами, орієнтованими в напрямку магнітного поля. Струм змінної частоти збуджує молекули і при цьому виділяється тепло. Через високий коефіцієнт втрат води при високочастотному висушуванні тепло в основному виділяється в тих частинах форми, що містять максимальну кількість вологи [6]. На відміну від висушування гарячим повітрям, при якому температура і вологість регулюються тільки на поверхні, при цьому способі можна підтримувати і регулювати рівномірне нагрівання і вищу температуру у внутрішній зоні матеріалу, а також спрямувати рух вологи від меншої вологості до більшої (явище термодифузії).

Для терморадіаційного випромінювання в розробках відділу розробки поліграфічного устаткування УНДІПП використовуються ТЕНові випромінювачі з інтервалом довжини хвиль 3,5÷5 мкм. Цього досить для забезпечення рівномірного нагрівання всього об'єму ФПФ, тобто і фотополімерного шару, і основи форми.

Аналіз наведених схем, вивчення і зіставлення перебігу процесів для водовимивних ФПФ, зокрема "Гідрофот" (УНДІПП), свідчать, що найдоцільніше застосовувати спосіб висушування інфрачервоними променями з одночасним доекспонуванням, що поліпшує механічні властивості друкарських форм, і скорочує час їх виготовлення.

1. Данилов О.А. Теория и расчет сушильных установок. М., 1978.
2. Добрымислов Л.Л. Расчет воздушных потоков в сушильных устройствах методом конечных элементов // Всесоюзное совещание по методам расчета полиграфических машин-автоматов. Львов, 1991. С. 72-73.
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., 1971.
4. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. М., 1970.
5. Сажин Б.С. Основы техники сушки. М., 1984.
6. Controlled drying using radio frequency // Print World. 1983. 218. №8.

Стаття надійшла до редакції 19.02.92.