

К.Ф. Базилук, Ю.М. Румянцев, Е.Т. Лазаренко

МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ ФОТОПОЛІМЕРИЗАЦІЙНОЗДАТНИХ МАТЕРІАЛІВ І ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ З НИХ ВТОРИННИХ ФОТОФОРМ

Як встановлено попередніми дослідженнями, концентрація таких інгредієнтів фотополімеризаційноздатних матеріалів (ФПМ), як фотоініціатор і барвник, та технології одержання з цих матеріалів вторинних фотоформ (ВФФ), в тому числі умови експонування і проявлення, суттєво впливають на якість ВФФ і тривалість процесів.

На основі досліджень впливу концентрації фотоініціатора - кетона Міхлера (X_1) і барвника - катіонного жовтого 6"З" (X_2) на оптичну густину непрозорих елементів ВФФ (Y_1) і світлочутливість безсрібного світлочутливого матеріалу (БСМ) (Y_2), виконаних з допомогою математичного методу планування експерименту*, отримані регресивні рівняння

$$y_1 = 3,63 + 0,24X_1 + 0,41X_2 - 0,11X_1^2 + 0,04X_2^2 - 0,04X_1X_2,$$

$$y_2 = 8,79 \cdot 10^{-5} - 9,0 \cdot 10^{-6}X_1 - 1,81 \cdot 10^{-5}X_2 - 3,33 \cdot 10^{-5}X_1^2 + 2,16 \cdot 10^{-6}X_2^2 - 5,25 \cdot 10^{-6}X_1X_2. \quad (1)$$

Ці математичні моделі були використані для оптимізації графічним способом (див. рисунок) співвідношення вказаних інгредієнтів, яке забезпечує необхідні властивості БСМ і ВФФ: $S \geq 10^{-4} \text{ м}^2/\text{Дж}$ і $D > 3,2 \text{ Б}$. Доведено, що оптимальні концентрації інгредієнтів складають 3,95 і 1,58% - відповідно, для фотоініціатора і барвника.

* Красовский В.Н., Воскресенский А.М., Харчевников В.М. Примеры и задачи по технологии переработки эластомеров. Л., 1984. С.57-62.

Моделювання процесу експонування в певній області проводили із застосуванням математичних методів планування експерименту, використовуючи комплекс параметрів, які впливають на тривалість процесу. Розрахована математична модель для процесу експонування плівки БСМ-2к має вигляд

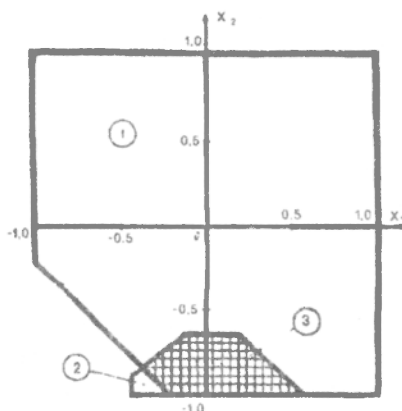
$$y = 537,44 + 72,58X_1 + 19,63X_1^2 + 212,03X_2 + 3,10X_2^2 + 142,17X_3 - 72,47X_3^2 + 30,62X_1X_2 + 20,62X_1X_3 + 60,12X_2X_3, \quad (2)$$

де y — тривалість процесу експонування, с;

X_1 — оптимальна густина прозорих ділянок первинної фотоформи, Б;

X_2 — тривалість зберігання плівки БСМ-2к, міс.;

X_3 — ресурс роботи джерела активнічного випромінювання, год.



Області оптимальних параметрів математичної моделі (1): 1 — область оптимальних концентрацій барвника, які забезпечують необхідну оптичну густину ВФФ; 2 — область оптимальних концентрацій фотоініціатора, які забезпечують необхідну світлочутливість БСМ; 3 — область оптимальних концентрацій фотоініціатора і барвника, які забезпечують необхідні показники БСМ і ВФФ.

Виходячи з моделі процесу, фактори за ступенем впливу на його тривалість, можна розмістити в порядку

$$X_2 > X_3 > X_1.$$

Для моделювання процесу проявлення експонованої плівки БСМ-2к щітковим способом також була використана методика планування багатофакторного експерименту.

На основі апріорної інформації були вибрані основні рівні й діапазони зміни факторів. Після складення матриці плану і отримання експериментальних даних результати були оброблені на ЕОМ "Іскра 1030". Рівняння регресії (після перевірки за критеріями Кохрена, Стюдента і Фішера) має вигляд

$$\begin{aligned}
 Y = & 10,70 - 1,59X_1 - 0,15X_1^2 + 3,02X_2 + 1,51X_2^2 - \\
 & - 1,10X_3 - 0,89X_3^2 - 1,26X_4 - 1,63X_4^2 - 0,27X_1X_2 + \\
 & + 0,35X_1X_3 + 0,27X_1X_4 - 0,27X_2X_3 - 0,61X_2X_4 - \\
 & - 0,62X_3X_4,
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

де Y – тривалість процесу проявлення, с;

X_1 – температура розчину проявлення, с;

X_2 – рН розчину проявлення;

X_3 – тиск щітки на поверхню плівки, кПа;

X_4 – швидкість переміщення щітки по поверхні плівки, м/с.

Виходячи з розробленої статистичної моделі, розглянуті фактори можна розташувати в ряд за ступенем впливу на тривалість процесу

$$X_2 > X_1 > X_3 > X_4.$$

На основі одержаної моделі (3) визначено оптимальні значення: тиск щітки на поверхню плівки – 1,7 кПа; швидкість переміщення щітки по поверхні плівки – 0,042 м/с; рН розчину проявлення – 9,3; температура розчину проявлення – 33°C, при яких забезпечується мінімальна тривалість проявлення ($t_{np} = 5$ с) і потрібна якість отримуваних ВФФ.

Стаття надійшла до редакції 10.02.92.