

М. П. МОСЕЄВ, Г. Д. ДРУЖКЕВИЧ, А. І. ВЕПРИНСЬКА

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДОРОЗЧИННОЇ ФОТОПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

Рідкі водорозчинні фотополімерні композиції на основі вінілових мономерів використовуються для одержання вимивного рельєфу місцевості [1], рельєфно-фактурної поверхні живописного оригінала.

Щоб використати такі композиції для одержання вимивного рельєфу архітектури поверхні олійного оригінала, треба вивчити сенситометричні характеристики, роздільну і видільну здатності копіювального шару, а також деформаційні властивості копії, максимально відтворювальний інтервал висот рельєфу на копії при різній товщині копіювального шару тощо.

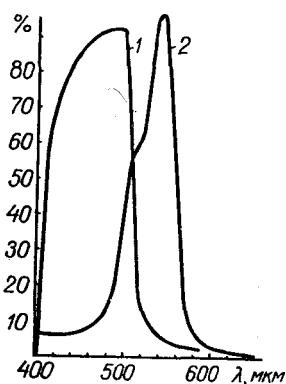


Рис. 1. Спектр поглинання в розчині мономеру.

1 — рибофлавін; 2 — флоксин.

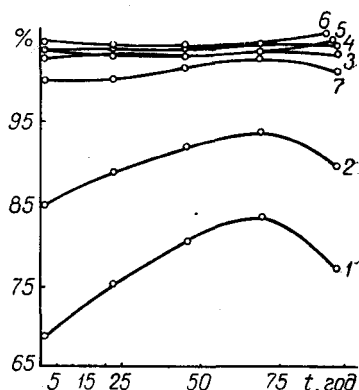


Рис. 2. Залежність поглинання випромінювання розчином мономеру від часу зберігання.

Барвник рибофлавін  $d$  кв. 5 мм.  
 1 —  $1.127 \cdot 10^{-2} / 2/100$  мл; 2 —  $2.23 \cdot 10^{-2} / 2/100$  мл; 3 —  $4.46 \cdot 10^{-2} / 2/100$  мл; 4 —  $6.16 \cdot 10^{-2} / 2/100$  мл; 5 —  $2.5 \cdot 10^{-2} / 2/100$  мл; 6 —  $2 \cdot 10^{-2} / 2/100$  мл; 7 —  $5 \cdot 10^{-2} / 2/100$  мл.

У літературі немає точних даних про концентрацію сенсibilізуючих барвників, а також не описана кінетика процесу поглинання випромінювання у в'язких середовищах.

Ми одержали криві поглинання світлових випромінювань флоксином і рибофлавіном у розчині складу I, які виявились найбільш вдалими сенсibilізаторами. Криві поглинання одержано з допомогою спектрофотометра СФ-10 для шарів розчину товщиною 3, 5, 10 мм. Типові криві поглинання світлових випромінювань для флоксину й рибофлавіну в розчині мономеру показано на рис. 1.

Залежність інтенсивності поглиненого світла  $I_0 - I$  від концентрації барвника в розчині мономеру і від тривалості зберігання у темряві має особливе значення тому, що вона дозволяє робити висновки про можливий інтервал зберігання розчинів фотополімерних систем (рис. 2).

Оптимальна концентрація  $C_{\text{онт}}$  барвників для флоксину дорівнює 0,01 г/100 мл, для рибофлавіну — 0,05 г/100 мл.

Подальше збільшення концентрації барвників у фотополімерній системі спричиняється до зменшення поглинання (для флоксину) за рахунок зниження ефективної концентрації барвника у системі внаслідок утворення асоціатів його молекул у розчині і до зміщення області поглинання випромінювання у бік довгих хвиль. Це рівнозначно зменшенню поглинання енергії системою.

Треба також урахувувати залежність зміни поглинання світла барвниками від тривалості зберігання розчинів для шарів різної товщини. Під час зберігання розчину з рибофлавіном поглинання збільшується, досягаючи максимуму через 68—70 год. Для флоксину величина поглинання залишається практично постійною. Отже, з огляду на інтенсивність поглинання світлового випромінювання розчини фотополімерних композицій можна зберігати і використовувати в межах 100 год.

Вивчаючи властивості копій і сенситометричні характеристики шару, розчин мономеру експонували на лабораторному проекційному пристрої [1]. Джерелом світла була кінопроекційна лампа, колірна температура якої 3300°К. Щоб скоротити індукційний період реакції полімеризації, розчин попередньо опромінювали лампою типу ДРЛ (потужність 250 вт). Освітленість поверхні шару розчину дорівнювала 800 лк і була у всіх експериментах постійною. Освітленість площі проєктованого зображення становила 4300—4500 лк.

Розчин складу I наливали в кювету зі скляним дном. Кювету ставили на нівелір проекційного пристрою так, що зображення проєктувалось на нижню поверхню шару розчину. Після експонування рельєфне зображення проявляли протягом 5 хв, промиваючи 15%-ною спиртово-водною сумішшю. Потім фотополімерну копію додатково засвічували протягом 7 хв, що спричинилося до її подальшої полімеризації і затверднення. Як сенсibilізатори фотополімеризації ми використали барвники флоксин, бенгальський рожевий і рибофлавін.

Фотополімерна копія має гелеву структуру і містить оклюдовану воду, тому вона нездатна зберігати розміри у процесі старіння. У зв'язку з цим треба знати час, протягом якого можна обробляти копії.

Копії, виготовлені на лабораторному проекційному пристрої, ми вимірювали з допомогою мікроскопа ММІ через рівні проміжки часу, вимірюючи їх у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Криві усадки фотополімеру з різними сенсibilізаторами показано на рис. 3. Усадка у двох взаємно перпендикулярних напрямках при застосуванні різних сенсibilізаторів неоднакова. Для бенгальського рожевого вона становить 0,3%, що є неприпустимим. Для флоксину усадка рівномірна протягом 2,5 год після одержання копії, а для рибофлавіну — протягом 4 год.

Отже, флоксин і рибофлавін можна використовувати як сенсibilізатори, щоб одержати вимивний рельєф рельєфно-фактурної поверхні оригіналу. Цей рельєф треба обробляти протягом 2—4 год після одержання полімерної копії.

Сенситометричні властивості фотополімерних шарів на основі акриламиду можна досить повно охарактеризувати світлочутливістю, роздільною і видільною здатністю, від яких залежить точність відтворення дрібних деталей на фотополімерній копії.

Як практичний критерій світлочутливості слід прийняти експозицію, яка дає шар зшитого полімеру потрібної товщини. У нашому випадку ця товщина дорівнює 1—4 мм. Ми визначили порогову світлочутливість шару і світлочутливість для товщин шару 2 і 4 мм.

Порогова світлочутливість визначається за формулою

$$S_{\text{пор}} = 1/H_0,$$

де  $H_0$  — найменша експозиція, достатня для зшивання першого поля півтонового клина;  $S_{пор} = 1/9170,7 \cdot 240 = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ лк}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$ .

Світлочутливість для одержання шару даної товщини визначається за формулою

$$S_d = 1/H,$$

де  $H$  — експозиція, достатня для зшивання шару товщиною  $d$  мм.

Для  $d = 4$  мм одержуємо

$$S_d = 1/4170,7 \cdot 780 = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ лк}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}.$$

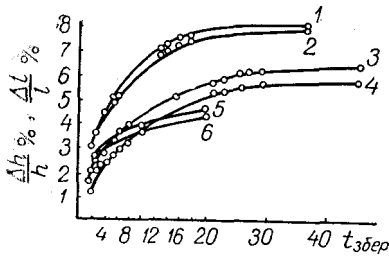


Рис. 3. Залежність величини усадки фотополімеру у двох вимірах від часу зберігання:

1 —  $\frac{\Delta l}{l}$  %, 2 —  $\frac{\Delta h}{h}$  % (барвник рибофлавін); 3 —  $\frac{\Delta l}{l}$  %, 4 —  $\frac{\Delta h}{h}$  % (барвник бенгальський розовий); 5 —  $\frac{\Delta l}{l}$  %, 6 —  $\frac{\Delta h}{h}$  (барвник флоксин).

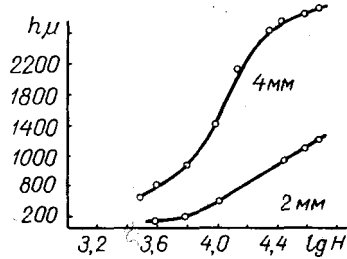


Рис. 4. Характеристична крива світлочутливого фотополімерного шару.

Визначивши  $S_{пор}$  і  $S_d$  ми знайшли залежність між висотою рельєфного зображення і логарифмом кількості освітлення (таблиця).

Як видно з рис. 4, характеристичні криві світлочутливості фотополімерного шару під час опромінення змішаним світлом виходять зі змінним градієнтом.

Експонуючи сіру півтонову шкалу, ми визначаємо інтервал полів клина і коефіцієнт контрастності, які відтворюються композицією складу I. Інтервал оптичних густин півтонової шкали  $L$  дорівнює 1,6 з градієнтом 0,15. Різницю висот полів рельєфу півтонової шкали вимірювали за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3. Криві залежності відтворення інтервалу оптичних густин півтонової шкали від тривалості підсвітки і експозиції показано на рис. 5, 6.

З одержаних даних розраховані також коефіцієнти контрастності і оптимальні режими копіювання.

Для рибофлавіну:

$$t \text{ підсв. опт.} = 2 \text{ хв } L \text{ шару} = 0,6$$

$$t \text{ експ. опт.} = 9 \text{ хв } \Delta H = 1,95 \text{ мм } j = 1,3.$$

Для флоксину:

$$t \text{ підсв. опт.} = 1 \text{ хв } 15 \text{ сек } L \text{ шару} = 0,57$$

$$t \text{ експ. опт.} = 15 \text{ хв } \Delta H = 1,55 \text{ мм } j = 1,0.$$

Як відомо з [2], найкращим з існуючих способів визначення роздільної і видільної здатності копіювальних шарів є копіювання на шар спеціальної таблиці-міри. Враховуючи специфіку фотополімерних форм, ми не використовували відомий у науковій і загальній фотографії

метод оцінки роздільної здатності (ГОСТ 2819-45) галоїдно-срібних шарів.

Для визначення роздільної здатності шару ми експонували діапозитиви міри на шар розчину мономера. Після проявлення і додаткового засвічування визначили групу ліній або кількість ліній на 1 см, що роздільно відтворюються на копії, і вимірювали різні за шириною штрихи на копії і на діапозитиві мікроскопом ММІ.

**Залежність між логарифмом кількості освітлення і висотою рельєфного зображення (барвник флоксин)**

<i>D</i> шкали	0,2	0,3	0,44	0,57	0,72	0,92
ant lg <i>D</i>	1,585	1,955	2,754	3,715	5,248	8,318
$E = \frac{E_{об ус}}{\text{ant lg } D}$	4170,5	3376,5	2396,2	1776,5	1067,1	793,4
$H = E \cdot t$	54219,1	43894,5	31150,6	23094,5	1387,9	10314,2
lg <i>H</i>	4,7341	4,6424	4,4935	4,3634	4,1321	4,0132
<i>h</i> полімеру при товщині шару мономеру 2 мм	1182	1072	888	720	580	346
<i>h</i> полімеру при товщині шару мономеру 4 мм (мк)	2836	2807	2743	2519	2074	1375

<i>D</i> шкали	1,12	1,33	1,44	1,57	1,72	1,92
ant lg <i>D</i>	13,18	21,38	27,54	37,15	52,48	83,18
$E = \frac{E_{об ус}}{\text{ant lg } D}$	500,7	303,6	293,6	80,9	106,7	79,3
$H = E \cdot t$	6509,1	4011,8	3114,8	2351,7	1387,1	1030,9
lg <i>H</i>	3,8135	3,4935	3,3713	3,1321	3,1321	0,128
<i>h</i> полімеру при товщині шару мономеру 2 мм	228	90				
<i>h</i> полімеру при товщині шару мономеру 4 мм (мк)	837	580	443			

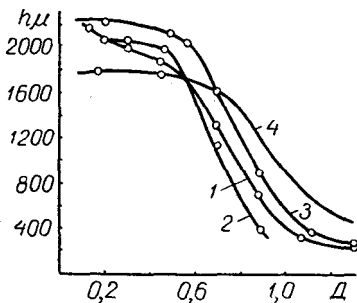


Рис. 5. Співвідношення між висотою полімерного та щільністю проєктованого зображення при різному часі попередньої підсвітки.

1 *t*n — 1 хв; 2 *t*n — 1 хв 30 сек; 3 *t*n — 2 хв; 4 *t*n — 2 хв 30 сек.

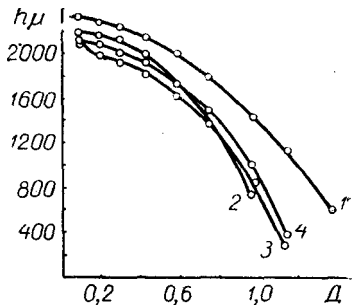


Рис. 6. Співвідношення між висотою полімерного та щільністю проєктованого зображення при різному часі попередньої за-світки.

Барвник флоксин. 1 *t*n — 45 сек; 2 *t*n — 1 хв; 3 *t*n — 1 хв 45 сек; 4 *t*n — 1 хв 35 сек.

Досліди показали, що роздільна здатність залежить від товщини шару. Для товщини шару 2—4 мм роздільна здатність дорівнює 30—35 лін/см, а видільна здатність 0,1—0,15 мм.

Отже, враховуючи деформацію, сенситометричні властивості, роздільну і видільну здатності, фотополімерну композицію на основі акриламиду при товщині шару 2—4 мм можна використати, щоб одержати вимивний рельєф рельєфно-фактурної поверхні оригіналу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. C. Claus, I. Krohn, P. Swanton. „Photo. Sci and Engineering“, V 5, 1961, № 4.

2. Н. Н. Полянский, З. П. Гамазина. Копировальные процессы в высокой и офсетной печати. М., 1967.

*MOSEYEV M. P., DRUZKEVITCH G. D., VEPRINSKAYA A. I.*

#### INVESTIGATION ON WATER-SOLUBILITY OF THE PHOTOPOLYMERIC COMPOSITION

##### Summary

This work is dedicated to the study of sensitometric characteristics of the photoresist; of the deformation properties and of reproducible relief hights interval on the copy conformably to the reproduction of the original relief-textural surface.

---