УДК 655.225:773.92

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ СВІТЛОЧУТЛИВОСТІ ФОТОПОЛІМЕРИЗАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ (ШАРІВ) НА ОСНОВІ ПВС

В. В. Шибанов, К. Ф. Базилюк, М. Ф. Ясінський

Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Дослідження в галузі сенситометрії фотополімеризаційноздатних матеріалів (ФПМ) почалися практично одночасно з роботами з їх створення. Перші статті на цю тему опубліковані ще в середині 50-х років [1, 2], їх автори адаптували методику сенситометрії традиційних срібломістких фотоматеріалів до оцінки світлочутливості ФПМ за допомогою простої й очевидної заміни функції відгуку на світловий вплив: замість залежності оптичної густини негативу від його енергетичної експозиції запропоновано визначати залежність товщини шару заполімеризованого ФПМ від величини його експозиції.

Ключові слова: *світлочутливість, рельєфоутворення, експонування, спектральний склад.*

Постановка проблеми. Різноманітність методів визначення світлочутливості ФПМ зумовлена багатьма причинами, а саме: відмінностями фізичних властивостей досліджуваних матеріалів, необхідною точністю тестування, доступністю, відтворюваністю і оперативністю методик. Вибір конкретної методики оцінки світлочутливості визначається насамперед метою дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для вивчення кінетики і механізмів фотохімічних перетворень компонентів ФПМ використовують спектроскопічні, оптичні, ділатометричні, електрометричні, фізико-механічні та інші методи [3–6]. Водночас і через складності та високу вартость такі методи найчастіше не надаються для оперативних технологічних досліджень і виробничого тестування ФПМ. Найпоширенішим методом оцінки світлочутливості ФПМ у виробничих умовах залишається використання тест-негативів [7]. Популярність цього методу визначається простотою і доступністю, та, на жаль, його результати мають лише напівкількісний характер. Деякі методи дають змогу виконувати кількісну оцінку параметрів світлочутливості ФПМ, відповідно до їх характеристичних кривих, побудованих на основі геометричних [8, 9] або гравіметричних [10] вимірювань. Перевага таких методів у відносній простоті вимірювання геометричних розмірів або маси шару ФПМ, утвореного під дією світла.

Оцінка світлочутливості рельєфоутворювальних ФПМ, тобто їх сенситометрія, здебільшого є частиною узагальненої задачі — визначення механізму формування прихованого зображення або неізотропних за фізичними та хімічними властивостями ділянок, котрі мають границі розділу фаз. Зазвичай мікрогетерогенні структури

можуть мати різну оптичну густину, розчинність, показники заломлення, електропровідність, мікротвердість та інші характеристики. A priori необхідним є вивчення закономірностей поширення світла в ФПМ при інтерпретації їх світлочутливості. Перші достатньо прості оптико-геометричні моделі, запропоновані в працях [11, 12], дали змогу визначати профіль елементів на основі законів розподілу світлового променя від деякого точкового джерела опромінювання. Заслуга авторів оптико-енергетичної моделі рельєфоутворення полягає у виявленні математичної залежності між технологічними параметрами процесу виготовлення *ФПФ* і характеристиками ФПМ: показником заломлення, коефіцієнтом поглинання і пороговою поверхневою густиною опромінювання. Водночас автори розраховували ізоенергетичні контури з врахуванням всіх кутів поширення світла від нескінченно віддаленого некогерентного джерела. Більш загальна модель формування рельєфу, яка враховує дифракцію світла в ФПМ, розроблена на основі теорії координатно-частотного розподілу в працях [15, 16].

Мета статті — розроблення методики оцінювання світлочутливості ФПМ, завдяки якому можна визначати сенситометричні параметри матеріалу й одночасно прогнозувати характер процесу рельєфоутворення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно з теоретичними дослідженнями рельєфоутворення в фотополімеризаційному шарі [14], якість фотополімерної друкарської форми та швидкість її виготовлення визначаються параметрами вихідного матеріалу: пороговою поверхневою густиною енергії опромінювання — $H_{пор}$ (Дж/м^2) і показником послаблення енергетичного потоку — μ (см$^{-1}$). Враховуючи, що обидва параметри залежать від спектрального складу енергетичного потоку, будемо вважати, що $H_{пор}$ — це усереднена інтегральна поверхнева густина енергії опромінювання певного спектрального складу, характерного для конкретного джерела опромінювання, за якої досягається найменший ступінь фотохімічних перетворень у деякому об'ємі ФПМ, достатній для його виявлення в умовах вимивання, а μ — усереднений інтегральний показник послаблення енергетичного потоку певного спектрального складу. Обидва показники визначають за методикою сенситометричних досліджень, яка ґрунтується на відомому методі вимивного рельєфу [9].

З пластини ФПМ без металевої основи завтовшки 1,5 мм вирізають зразки форматом 20 х 100 х 150 мм (не менше 6 шт.) і розташовують їх на горизонтальній вакуумній плиті експонувальної установки на чорному папері. Після цього зразки закривають поліетиленовою плівкою з відомою оптичною густиною і вакуумують до 0,1 атм. Поверх поліетиленової плівки усі зразки закривають світлонепроникною пластиною і вмикають УФ-освітлення, контролюючи інтенсивність світла за допомогою фотоелементів. При усталеному режимі освітлення (приблизно через 10–15 хв) відкривають перше поле завширшки 15 мм і опромінюють його протягом часу τ_1, потім відкривають наступне поле і знову опромінюють це поле протягом часу $\tau_2 = \tau_1$ і т. д. у такий спосіб, щоб отримати нормований ряд експозицій зразків на 5–7 полях, залишаючи одне поле неопроміненим для контролю швидкості вимивання. Ряд експозицій зазвичай встановлюють при кроці $H_i / H_{i+1} = 2$, тобто кожна наступна експозиція має бути вдвічі більшою від експозиції попереднього поля.

Після експонування опромінену поверхню кожного зразка захищають водонепроникною липкою стрічкою і зразок розташовують у вимивній установці щіткового типу. Сенситограму вимивають із боку неопроміненої і незахищеної поверхні.

Умови вимивання сенситограми мають бути строго нормалізовані, оскільки вони впливають на кінцевий результат досліджень. За постійних температур та чистоти вимивного розчину (концентрація вимитих компонентів *ФПМ* не перевищує 0,01 %) основний вплив на результат має тривалість вимивання сенситограми. Якщо вимивати зразок протягом часу, достатнього для розчинення контрольного (неопроміненого) поля, сенситограма може мати сильні спотворення в області малих експозицій (рис. 1). Тому для побудови характеристичної кривої сенситограму необхідно вимивати доти, поки швидкість вимивання на всіх полях не досягне нульового значення.

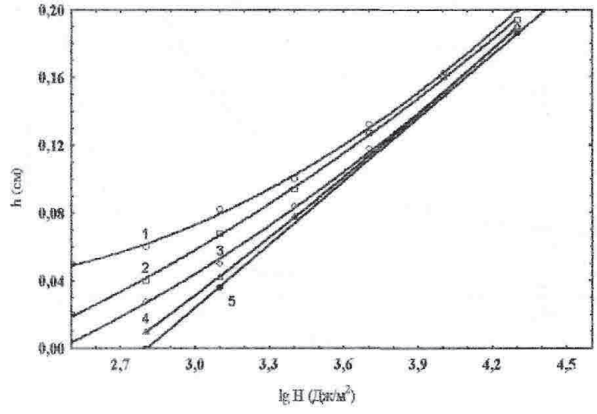

Рис. 1. Вигляд характеристичної кривої від тривалості вимивання сенситограми ФПМ «Фотопласт-ВФ» протягом часу τ - 1, 2τ - 2, …, 5τ – 5 (с)

Тривалість проявлення сенситограми встановлюється експериментально для кожної полімерно-мономерної системи в результаті дослідження кінетики проявлення полів сенситограми (рис. 2).

Для цього декілька зразків матеріалу, проекспонованих в ідентичних умовах, вимивають протягом певних проміжків часу, величина яких постійно збільшується, до стану, поки товщини всіх полів сенситограми не перестануть зменшуватись і залежати від часу вимивання. Час вимивання, необхідний для досягнення цього стану, визначають як час вимивання сенситограми. Потім сенситограму промивають проточною водою і сушать за 100–120 ^{0}С до постійного значення товщини полів, яку вимірюють з точністю 0,005 мм. Характеристичну криву $h = f(\lg H_e)$ будують в напівлогарифмічних координатах, де h — товщина заполімеризованого шару (см), H_e — експозиція, надана цьому полю (Дж/м^2). Основні параметри світлочутливості ФПМ визначають за допомогою аналізу характеристичної кривої (рис. 1).

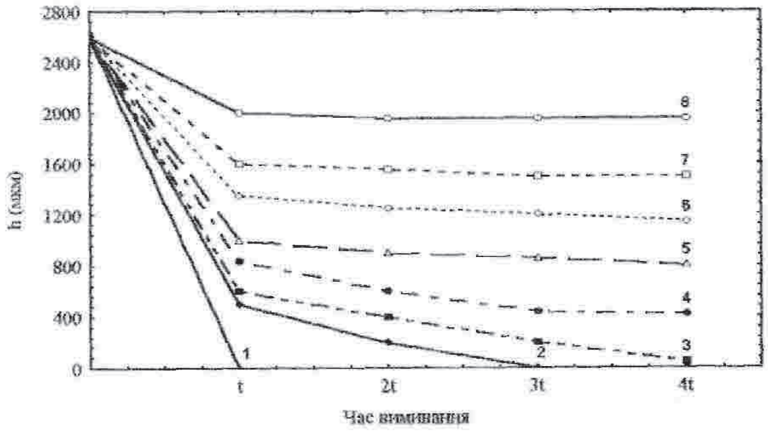

Рис. 2. Кінетика вимивання полів
сенситограми ФПМ «Фотопласт-ВФ», де 1 — контрольне поле,
2–8 — зростаючий ряд експозицій з кроком $\Delta \lg H_e = 0{,}302$

Обговорення результатів. Характеристичну криву в її прямолінійній частині можна описати виразом:

$$\lg H_e = \lg H_{пор} + \mu h \qquad (1)$$

і за двома точками (де dh/dt = 0) з координатами ($\lg H_{e1}$, h_1) і ($\lg H_{e2}$, h_2) розрахувати значення $H_{пор}$ (Дж/м^2) і μ (см$^{-1}$) :

$$\mu = \frac{\lg H_{e2} - \lg H_{e1}}{h_2 - h_1}; \qquad (2)$$

$$\lg H_{ïîð} = \lg H_{e1} + \mu h_1 = \lg H_{e1} - \frac{\lg H_{e2} - \lg H_{e1}}{h_2 - h_1} \cdot h_1 . \qquad (3)$$

Побудова характеристичної кривої за товщиною вимивного рельєфу — це достатньо тривалий і трудомісткий процес, а у випадку еластичних матеріалів ще й недостатньо точний внаслідок спотворень, що виникають під час вимірювання товщини полів сенситограми. У такому разі для зменшення похибки обчислень зручніше користуватися величиною оптичної густини полів сенситограми і характеристичну криву будувати в координатах $D_\lambda = f(\lg H_e)$, де D_λ — оптична густина полів сенситограми за певної довжини хвилі λ.

Залежно від довжини хвилі вимірювального приладу (денситометра) змінюється нахил кривої (рис. 3), але характеристичній кривій відповідає крива з кутом при основі, рівним 45^0.

У цьому разі довжина хвилі опромінювання вимірювального приладу відповідає оптимальній довжині хвилі поглинання *ФПМ*. Незважаючи на різний кут нахилу характеристичних кривих, екстраполяція їх до значення D = 0 зводить їх в одну точку на шкалі ($\lg H_e$), яка відповідає значенню $\lg H_{пор}$. Очевидно також, що довжина хвилі вимірювального приладу має бути в інтервалі спектра поглинання

фотоініціювальної системи матеріалу. У цьому експерименті використовувався УФ-денситометр виробництва УНДІПП з довжиною хвиль опромінювання 365 нм.

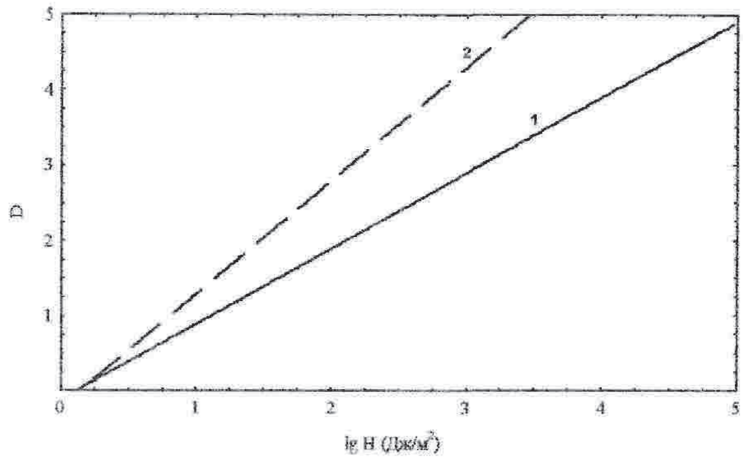

Рис. 3. Вигляд характеристичної кривої ФПМ залежно від довжини хвилі денситометра λ_1, λ_2

Характеристична крива описується виразом:

$$\lg H_e = \lg H_{пор} + kD_\lambda. \quad (4)$$

Значення $\lg H_{пор}$ можна отримати графічним або математичним способом, а значення — μ, розрахувати з рівності:

$$kD_\lambda = \mu h. \quad (5)$$

Отже, запропоновано два показники, які характеризують світлочутливість *ФПМ:* $H_{пор}$ — показник, що визначав енергетичні затрати на структурування елементарного шару ФПМ, μ — показник, що характеризує ступінь послаблення енергетичного потоку при проходженні його на 1 см в глибину ФПМ.

Загалом світлочутливість матеріалу тим вища, чим менші значення $H_{пор}$ і μ. Наявність двох показників, що визначають світлочутливість матеріалу, ускладнює її оцінювання, особливо при оптимізації якісного або кількісного складу фотоініціювальної системи, для ілюстрації цього на рис. 4 і 5 показані залежності $H_{пор}$ і μ від концентрації двох фотоініціаторів (ФІ): Irgacure-651 (I) і Darocure-1173 (II) в *ФПМ* «Фотопласт-ВФ». Наведені дані показують, що зі збільшенням концентрації ФІ обох типів зменшується $H_{пор}$, причому ФІ Irgacure-651 ефективніший, ніж Darocure-1173, оскільки має менші значення $H_{пор}$. Одночасно показник μ із зростанням концентрації ФІ збільшується лінійно, але для ФПМ, який містить Irgacure-651, зростає значно швидше, ніж для Darocure-1173. Це свідчить про вищу швидкість пошарової полімеризації останнього матеріалу.

Результат взаємного впливу обох показників можна оцінити за величиною експозиції, яка необхідна для формування рельєфу певної товщини, наприклад: 1, 0.7, 0.1 і 0.05 мм. Величину експозиції розраховано згідно з виразом (1), використовуючи значення $H_{пор}$ і μ, отримані експериментально (рис. 4, 5).

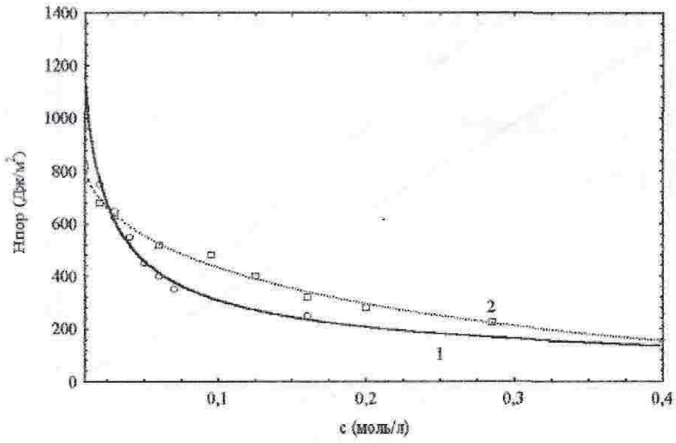

Рис. 4. Залежність $H_{пор}$ від концентрації ФІ:
1 — Irgacure-651; 2 — Darocure-1173

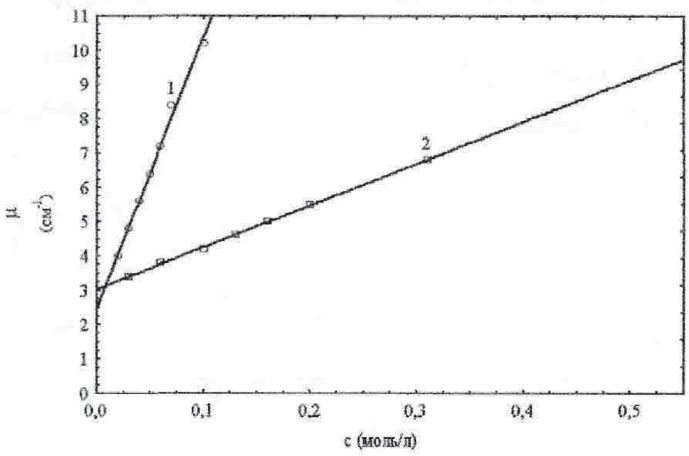

Рис. 5. Залежність показника послаблення μ від концентрації ФІ:
1 — Irgacure-651; 2 — Darocure-1173

Залежність величини експозиції від концентрації ФІ (рис. 6) свідчить про те, що для ФПМ із товщиною більшою ніж 0,4 мм ефективніше використовувати Darocure-1173, але для тонких шарів ФШ досліджувані ФІ майже рівноцінні.

Результати сенситометричних досліджень ФПМ можна використовувати і для прогнозування рельєфоутворення друкувальних елементів, оскільки проведення експериментів із дослідження формування стійкого профілю друкувального елемента є надзвичайно складною задачею.

У публікації [14] запропоновано вираз для розрахунку величини експозиції:

$$H_e = H_{пор} \cdot \tau^{-1}, \quad (6)$$

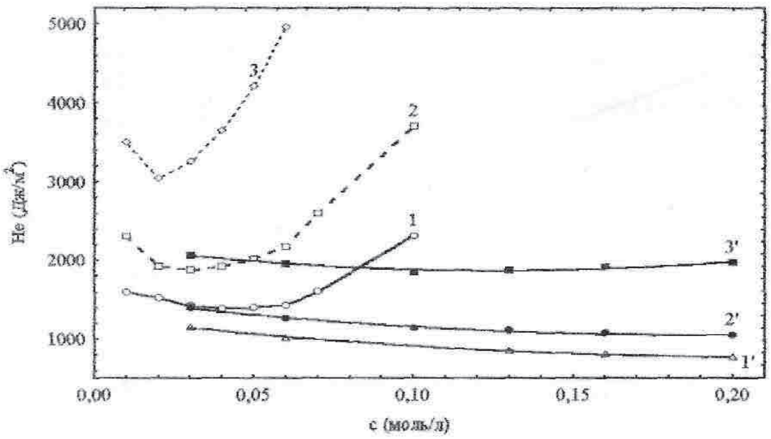

Рис. 6. Залежність експозиції від концентрації ФІ для ФПМ:
1, 2, 3 — Irgacure-651 при товщинах шару ФПМ
відповідно 0.075 см, 0.1 см, 0.15 см;
1', 2',3' — Darocure-1173 при товщинах шару ФПМ
відповідно 0.075 см, 0.1 см, 0.15 см

де H_e — експозиція, яка надається поверхневому шарові формного матеріалу (Дж/м^2); $H_{пор}$ — порогове значення поверхневої густини енергії опромінювання (Дж/м^2), τ^{-1} — інтегральний коефіцієнт послаблення енергетичного потоку, визначений для ізоенергетичного контура, який відповідає трапецієподібному профілю найменшого друкувального елемента рельєфного зображення.

Визначення інтегрального коефіцієнта послаблення є завданням досить складним, що робить практично неможливим використання формули (6) для розрахунку величини експозиції ФПМ.

У публікації [17] на основі статистичного аналізу даних запропоновано формулу для розрахунку інтегрального коефіцієнта послаблення:

$$\lg\tau^{-1} = 1{,}129\ \mu h - 0{,}011\mu h^2 / 1 + 0{,}12h / 1 + 0{,}182, \qquad (7)$$

де h — товщина заполімеризованого шару (см), μ — показник, що характеризує ступінь послаблення енергетичного потоку (см$^{-1}$), l — ширина штриха (см). Формула отримана для значень μ з інтервалу [0.1; 15], h — з інтервалу [0,004; 2], l — з інтервалу [h/5; h].

Формула (7) дає можливість визначити для друкувального елемента величини, які не можна або важко виміряти експериментально, і дає змогу провести розрахунки з визначення енергетичної експозиції, необхідної для формування стійкого профілю друкувального елемента завширшки, наприклад, 0,1 мм. Результати обчислень H_e за формулами (6) і (7) наведені на рис. 7, з якого видно, що характер зміни величини експозиції від концентрації ФІ для друкувального елемента є таким самим, як і для ФПМ (рис. 6).

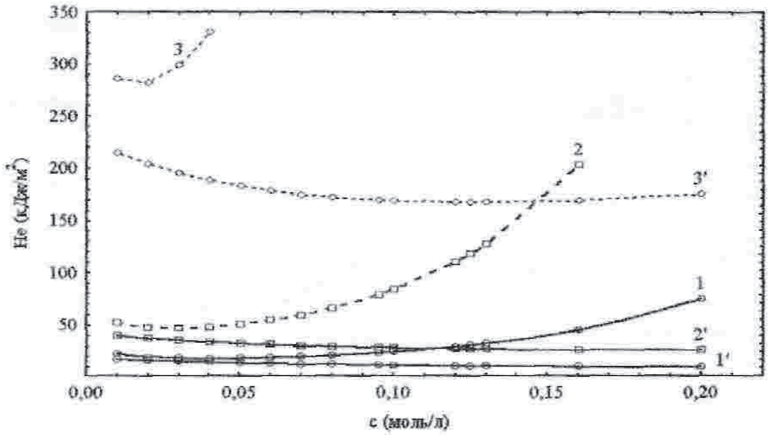

Рис. 7. Залежність експозиції від концентрації ФІ
для друкувального елемента завширшки 0.1 мм:
1, 2, 3 — Irgacure-651 при товщинах шару ФПМ відповідно 0.075 см, 0.1 см, 0.15 см;
1', 2',3' — Darocure-1173 при товщинах шару ФПМ
відповідно 0.075 см, 0.1 см, 0.15 см.

Крім того, дані рис. 8 показують, що для досягнення оптимальної світлочутливості $c_{опт}$ (моль/л), тобто мінімальної експозиції, концентрація ФІ Darocure-1173 в ФПМ будь-якої товщини h (см) має бути вища, ніж ФІ Irgacure-651, що, очевидно, виправдано лише для більш товстих шарів.

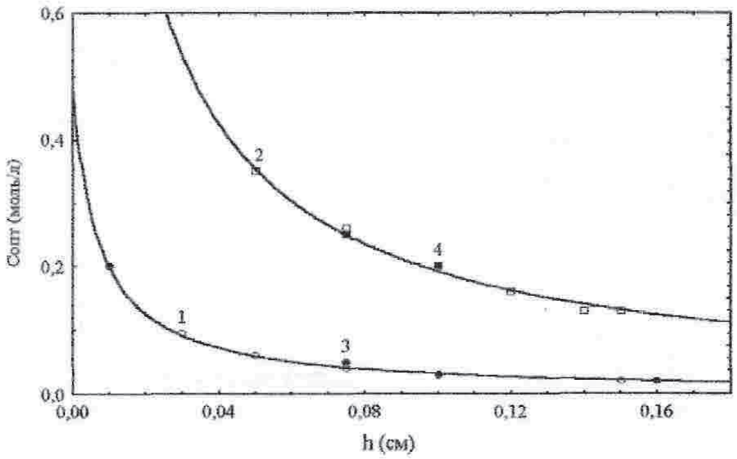

Рис. 8. Залежність експозиції від концентрації ФІ, де криві:
1 — Irgacure-651, 2 — Darocure-1173;
експериментальні точки:
3 — Irgacure-651, 4 — Darocure-1173

Дані рис. 8 показують також, що матеріали неоднакової товщини мають містити різну кількість ФІ для досягнення оптимальної світлочутливості.

Отже, оцінювання світлочутливості ФПМ без врахування його товщини втрачає будь-який сенс і може проводитися за величиною експозиції, яка є необхідною для формування рельєфу конкретної товщини.

Світлочутливість ФПМ є тим більша, чим менша величина експозиції, необхідна для його полімеризації. Така обернена залежність не дуже зручна для оцінювання. Доцільно використовувати стандартизоване визначення світлочутливості S як відгук системи А на витрачену енергію Н:

$$S = \frac{A}{H}. \tag{8}$$

Тоді для ФПМ $A = 1000 \cdot h$, а $H = H_{пор} \cdot 10^{\mu h}$ і вираз (8) набуває вигляду:

$$S_h = \frac{1000 \cdot h}{H_{пор} \cdot 10^{\mu h}}, \tag{9}$$

де S_h — комплексний показник якості ФПМ, який враховує взаємодію трьох основних параметрів ФПМ (товщини шару h, показника послаблення μ, порогової поверхневої густини опромінювання $H_{пор}$), котрі впливають на світлочутливість матеріалу.

Висновки. Отже, мінімальні значення експозиції як для ФПМ (рис. 6), так і для рельєфоутворення друкувальних елементів (рис. 7) досягаються при однакових концентраціях ФІ (рис. 8). Це свідчить, по-перше, що розрахунки $\lg\tau^{-1}$ зроблено правильно, по-друге, що запропоновано розрахунковий, не емпіричний метод визначення концентрацій ФІ, необхідних для формування стійкого друкувального елемента, по-третє, що цей спосіб дає змогу аналітично визначати величину оптимальної експозиції для формування друкувального елемента будь-якої ширини для фотополімеризаційноздатного шару довільної товщини і, зважаючи на інші фактори (економічні, технологічні), вибирати найбільш прийнятний тип фотополімеризаційноздатної системи.

СИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Журн. науч. и прикл. фотографии и кинематографии* / Ляликов К. С. и др. 1965. Т. 10. № 3. С. 200–206.
2. *Труды ЛИКИ* / Ляликов К. С. и др. 1967. Т. 10. Вып. 12. С. 147–152.
3. *Полиграфия.* Микулин Э. В. и др. 1975. № 3. С. 29–31.
4. Лазаренко Э. Т., Тищенко А. Р. *Труды МПИ.* 1980. Вып. 3. С. 35–40.
5. *Высокомолекулярные соединения* / Чайко А. К. и др. 1975. А17. № 1. *С.* 96–99.
6. Шибанов В. В. Спец. 02.00.03 «Органічна хімія», 02.00.06 «Хімія високомолекулярних сполук» : автореф. дис. … д-ра хім. наук. Львів. 1993. 31 с.
7. Бётхер Х., Эпперляйн И., Ельцов А. В. Современные системы регистрации информации. Основные принципы, процессы, материалы / под ред. А. В. Ельцова. Санкт-Петербург : Синтез, 1992. 328 с.

8. Грищенко В. К. Маслюк А. Ф., Гудзера С. С. Жидкая фотополимеризующаяся композиция. Киев : Наукова думка, 1985. 206 с.
9. Фотографические процессы в слоях / под ред. А. В. Ельцов. Ленинград : Химия. 1978. 232 с.
10. Шибанов В. В., Романюк А. П., Мыкитышин С. И. *Журн. науч. и прикд. фотографии.* 1992. Т. 37. № 3. С. 226–231.
11. *Полиграфия* / Бернацек В. В., Возный А. И., Козак П. П., Лазаренко Э. Т. 1971. № 10. С. 17–19.
12. Лазаренко Э. Т. Фотохимическое формирование печатных форм. Львов : Вища школа, 1984. 152 с.
13. *Физ.-хим. механика материалов* / Щерба Н. Д., Гладилович М. К., Белицкий О. А., Черная М. А. 1981. № 5. С. 80–84.
14. Гладилович М. К. Спец. 05.02.15 «Машины, агрегаты и процессы полиграфичеокого производства» : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Львов : Украинский полиграфический институт им. Ивана Федорова, 1988. 18 с.
15. Шовгенюк М. В. Теорія формування зображення в растрових системах : автореф. дис. … д-ра. фіз.-мат. наук. Львів, 1994. 35 с.
16. Формування періодичного макрорельєфу в оптично однорідному фотополімерному шарі / Шовгенюк М. В., Цуца Н. М., Мервінський Р. І., Кітик І. В. Львів, 1995. 36 с. (Препринт. ІФКС № 95-14У).
17. Вавилюк К. Ф., Гладилович М. К., Шибанов В. В. *Палітра друку.* Львів : УАД, 1999. № 1. С.42–43.

REFERENCES

1. Lialikov, K. S. i dr. (1965): Zhurn. nauch. iprikl. fotografii i kinematografii, 10, 3, 200–206 (in Russian).
2. Lialikov, K. S. i dr. (1967): Trudy LIKI, 10, Vyp. 12, 147–152 (in Russian).
3. Mikulin, E. V. i dr. (1975): Poligrafiia, 3, 29–31 (in Russian).
4. Lazarenko, E. T., & Tishchenko, A. R. (1980): Trudy MPI, Vyp. 3, 35–40 (in Russian).
5. Chaiko, A. K. i dr. (1975): Vysokomolekuliarnye soedineniia, A17, 1, 96–99 (in Russian).
6. Shybanov, V. V. (1993). Spets. 02.00.03 «Orhanichna khimiia», 02.00.06 «Khimiia vysokomolekuliarnykh spoluk» : avtoref. dys. … d-ra khim. nauk. Lviv (in Ukrainian).
7. Betkher, X., Epperliain, I., & Eltcov, A. V. (1992). Sovremennye sistemy registratcii informatcii. Osnovnye printcipy, protcessy, materialy / pod red. A. V. Eltcova. Sankt-Peterburg : Sintez (in Russian).
8. Grishchenko, V. K. Masliuk, A. F., & Gudzera, S. S. (1985). Zhidkaia fotopolimerizuiushchaiasia kompozitciia. Kiev : Naukova dumka (in Russian).
9. Fotograficheskie protcessy v sloiakh / pod red. A. V. Eltcov. (1978). Leningrad : Khimiia (in Russian).
10. Shibanov, V. V., Romaniuk, A. P., & Mykityshin, S. I. (1992). *Zhurn. nauch. i prikd. Fotografii,* 37, 3, 226–231 (in Russian).
11. Bernatcek, V. V., Voznyi, A. I., Kozak, P. P., & Lazarenko, E. T. (1971): Poligrafiia, 10, 17–19 (in Russian).

12. Lazarenko, E. T. (1984). Fotokhimicheskoe formirovanie pechatnykh form. Lvov : Vishcha shkola (in Russian).
13. Shcherba, N. D., Gladilovich, M. K., Belitckii, O. A., & Chernaia, M. A. (1981). *Fiz.-khim. mekhanika materialov*, 5, 80–84 (in Russian).
14. Gladilovich, M. K. (1988). Spetc. 05.02.15 «Mashiny, agregaty i protcessy poligraficheokogo proizvodstva» : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Lvov : Ukrainskii poligraficheskii institut im. Ivana Fedorova (in Russian).
15. Shovheniuk, M. V. (1994). Teoriia formuvannia zobrazhennia v rastrovykh systemakh : avtoref. dys. … d-ra. fiz.-mat. nauk. Lviv (in Ukrainian).
16. Shovheniuk, M. V., Tsutsa, N. M., Mervinskyi, R. I., & Kityk, I. V. (1995). Formuvannia periodychnoho makroreliefu v optychno odnoridnomu fotopolimernomu shari. Lviv. (Preprynt. IFKS № 95-14U) (in Ukrainian).
17. Vavyliuk, K. F., Hladylovych, M. K., & Shybanov, V. V. (1999). *Palitra druku.* Lviv : UAD, 1, 42–43 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2019-1-58-28-39

METHOD OF CALCULATION OF LIGHT-SENSITIVITY OF PHOTO-POLYMERIZING MATERIALS (LAYERS) ON PVS BASIS

V. V. Shybanov, K. F. Bazilyuk, M. F. Yasinskyi

Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
yasinskyimf@ukr.net

The research in the area of sensitometry of photo-polymerizing materials (PPM) began practically simultaneously with the works on their formation. The first articles on this subject were published as early as in the middle of the 1950s [1, 2]. Their authors adapted the method of sensitometry of traditional silver-containing photo-materials to the estimation of light-sensitivity of PPM by simple and obvious substituting of reaction function by light influence: in place of dependency of the negative optical density on its power exposition it is suggested to determine the dependency of the layer thickness of polymerized PPM on the size of its exposition.

The variety of methods of determination of PPM light-sensitivity is conditioned by many reasons, namely: the differences of physical properties of the studied materials, the necessary precision of testing, the availability, the producibility and operationability of methods. The choice of concrete method of light-sensitivity estimation is determined by a research purpose above all things.

Spectroscopic, optical, dilatometric, electrometric, physical - mechanical and other methods are used for the study of kinetics and mechanisms of photo-chemical transformations of PPM components. At the same time, very often such methods are not suitable for operative technological researches and production testing of PPM because

of complication and high cost. The most widespread method of estimation of PPM light-sensitivity in production terms is the use of test-negatives. The popularity of this method is determined by simplicity and availability, and unfortunately its results have semi-quantitative character only. Some methods allow performing the quantitative estimation of parameters of light- PPM sensitivity, taking into account their characteristic curves, designed on the basis of the geometrical or gravimetrical measurements. The advantage of such methods is in relative simplicity of measuring of PPM geometrical sizes or layer mass, formed by light.

The development of the method of evaluation of PPM light-sensitivity allows determining sensitometric parameters of the material and simultaneously forecasting the character of the relief formation process.

Keywords: *light-sensitivity, relief formation, exhibiting, spectral composition.*

Стаття надійшла до редакції 19.02.2019
Received 19.02.2019