

УДК 655.227+620.179.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЛАЗЕРНОГО ГРАВІЮВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ШАРІВ ТРАФАРЕТНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМВ. З. Маїк¹, М. С. Харів¹, В. В. Кочубей²*¹Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна**²Національний університет «Львівська політехніка»,
Інститут хімії та хімічних технологій
3/4, пл. Святого Юра, Львів, 79013, Україна*

Подано результати термічних досліджень полімерних матеріалів на основі олігоуретанакрилатів для виготовлення форм трафаретного друку лазерним гравіюванням.

Ключові слова: *фотополімеризаційноздатні матеріали, трафаретна форма, термомеханічний аналіз, дериватографія, лазерне гравіювання, рельєфно-крапкові зображення.*

Постановка проблеми. Швидкий розвиток світової поліграфії, пов'язаний із використанням новітніх інформаційних і цифрових технологій, зумовив підвищення вимог до всіх етапів виготовлення друкованої продукції, зокрема до формних процесів. Не зважаючи на стрімке впровадження технологій, що обминають процес виготовлення форм або застосовують для цього спеціальні нові матеріали, основна маса поліграфічної продукції виготовляється за традиційними технологічними процесами, які передбачають використання у формному виробництві різноманітних фотополімеризаційноздатних матеріалів (ФПМ) [1].

З-поміж усіх різновидів друку необхідної товщини фарбового шару при відтворенні шрифту Брайля можна досягти лише трафаретним способом. Перевагами трафаретного способу також є здатність друкувати на великій гамі матеріалів різної конфігурації і можливість забезпечити значну стійкість рельєфних елементів до механічного впливу під час транспортування та читання незрячими. Ефект рельєфності досягається завдяки використанню сіток низьких лініатур, великої товщини копіювального шару на друкарській формі, друку в кілька прогонів з проміжним сушінням відбитків. Однак суттєвим недоліком є значна вартість матеріалів для виготовлення трафаретної друкарської форми. Саме тому створення нових композиційних матеріалів для виготовлення трафаретних форм лазерним гравіюванням є актуальним науковим завданням, яке забезпечить: високі репродукційно-графічні характеристики друкарських форм (високий ступінь відтворення елементів зображення з максимальною точністю); можливість створення «товстих» трафаретів для забезпечення великої товщини фарбового шару на відбитках; скорочення трива-

лості технологічного процесу завдяки використанню копіювальних шарів, на які безпосередньо наноситься зображення за допомогою лазера, без додаткових операцій; зменшення витрат на виготовлення друкарських форм унаслідок застосування дешевих і доступних матеріалів; екологічну безпеку процесів виготовлення друкарських форм завдяки використанню нетоксичних, екологічно чистих матеріалів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Фотополімеризаційноздатні композиційні матеріали (ФПМ) значно прискорили розвиток поліграфії, докорінно змінили технологію формних і друкарських процесів, поліпшили техніко-економічні, соціальні й екологічні показники поліграфічного виробництва. 50-ті роки минулого століття можна вважати першим історичним етапом створення ФПМ для потреб поліграфії [2].

Прогресивними на межі 60–70-х років вважалися розробки непрямого способу виготовлення трафаретних друкарських форм з поліпшеними градаційно-графічними характеристиками. У лабораторії трафаретного друку розроблялись і фотополімеризаційні копіювальні шари, й оригінальні технології для створення «товстих» друкованих елементів на трафаретній друкарській формі (дисертаційна робота Сергія Васильовича Дронова, науковий керівник: Віталій Матюшов). Ці роботи стали вкрай важливими для розробки технології виготовлення друкованої продукції рельєфно-крапковим шрифтом Брайля для незрячих або слабозрячих осіб.

Упродовж 1993–1995 років в УкрНДІСВД вітчизняні фахівці та науковці у галузі поліграфії досить успішно працювали над розробленням технологічного процесу друкування продукції для незрячих шрифтом Брайля, а також розробляли спеціальні набухаючі фарби і трафаретні форми. Особливу увагу надавали розробкам і дослідом зі збільшення об'єму (висоти) нанесених трафаретним друком фарбових шарів. Для цього на стадії регулювання використовували фотополімеризаційні процеси.

Мета статті — дослідити термомеханічні та теплофізичні властивості фотополімерних матеріалів лазерного гравіювання для нанесення рельєфно-крапкових зображень, щоб визначити їх придатність для виготовлення трафаретних друкарських форм.

Виклад основного матеріалу дослідження. У праці досліджено термомеханічні та теплофізичні властивості фотополімерних матеріалів лазерного гравіювання, які виготовляли з рідкої фотополімеризаційноздатної композиції. Склад досліджуваного матеріалу подано у табл. 1.

Таблиця 1

Склад фотополімеризаційноздатної композиції виготовлення трафаретних друкарських форм лазерним гравіюванням

Олігоуретанакрилат на основі аліфатичного діізоціанату	50 %
ТГМ-3	26 %
Прискорювач фотополімеризації	18 %
Фотоініціатор	3 %
Фотосенсибілізатор	3 %

Розроблену нову композицію для виготовлення трафаретних форм лазерним гравіюванням для нанесення рельєфно-крапкових зображень було досліджено на чутливість до лазерного випромінювання з довжиною хвилі 1,06 мкм для отримання високих репродукційно-графічних і друкарсько-технічних показників форм трафаретного друку. Для дослідження термічних процесів, які відбуваються під дією високої температури під час виготовлення трафаретних форм лазерним гравіюванням, використовували термомеханічний аналіз, результати якого зображені на рис. 1, і дериватографію, результати якої показані на рис. 2.

Досліджуваний полімерний матеріал має просторово-сітчасту структуру. Наявність сітки зі стабільними хімічними вузлами унеможливорює незалежний рух окремих макромолекул, тому значно знижуються деформації під час дії температури і навантаження, про що свідчить загальний характер термомеханічних кривих досліджуваних штампів (рис. 1.) [3, 4].

Як бачимо з рис. 1, спочатку термомеханічна крива різко зростає до температури +52°C, далі матеріал поступово розм'якшується, а при температурі +98°C приріст деформації зупиняється. Ці температури відповідають переходу досліджуваного зразка у високоеластичний стан, при якому активується сегментна рухливість макромолекул, що проявляється у виникненні напружень, які протидіють деформуючому зусиллю.

Результати дослідження показують, що полімерний матеріал характеризується невисокими деформаціями при температурі нагрівання до +140°C, що свідчить про зшити структуру матеріалу та його високу термостійкість [5].

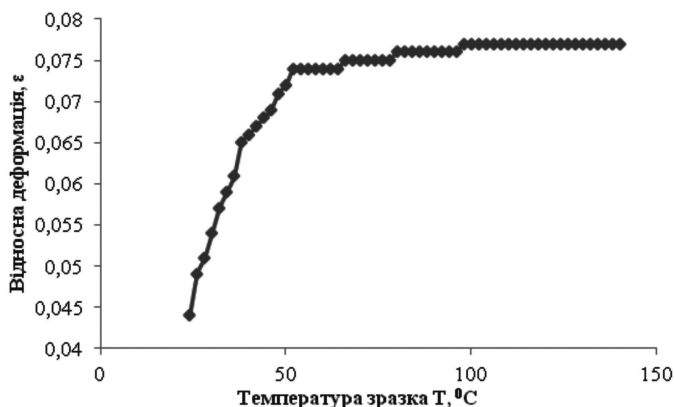


Рис. 1. Термомеханічні характеристики фотополімерного матеріалу

Термічне дослідження фотополімерного зразка проводили на дериватографі Q-1500D системи Ф. Паулік, Й. Паулік і Л. Ердей з реєстрацією аналітичних сигналів втрати маси та теплових ефектів за допомогою комп'ютера, в динамічному режимі зі швидкістю нагрівання 100C/хв в атмосфері повітря [6–8]. Маса зразка становила 200 мг. Еталонною речовиною був оксид алюмінію. Дериватографічні дослідження здійснювали в діапазоні температур 20–700°C. Термограма фотополімерного зразка зображені на рис. 2.

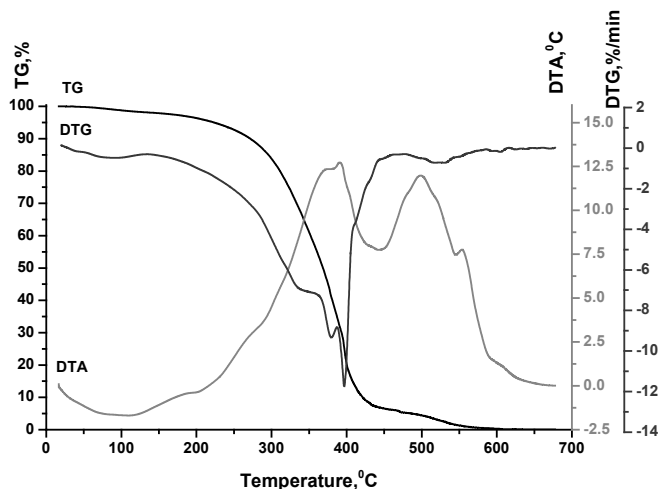


Рис. 2. Термограма фотополімерного матеріалу для виготовлення трафаретних друкарських форм способом лазерного гравіювання

Термограми є сукупністю одночасно записаних кривих TG, DTG і DTA. Криві TG і DTG відображають зміну втрати маси зразка та швидкість її зміни, а крива DTA — зміну різниці температур зразка та інертної речовини і характеризує тип та величину теплового ефекту. Дані термогравіметричного та диференціально-термогравіметричного аналізу фотополімерного матеріалу подані в табл. 2.

Таблиця 2

Дані термогравіметричного та диференціально-термогравіметричного аналізу фотополімерного матеріалу

Стадія	Температурний інтервал, °C	Втрата маси, %	Процес
1	20–148	2,08	Виділення летких, розм'якшення зразка
2	148–283	5,34	Термічна деструкція
3	283–333	22,45	Термоокисна деструкція
4	333–444	63,27	Згорання залишків деструкції
5	444–650	6,86	Згорання карбонізованого залишку

У температурному інтервалі 20–148°C на кривій DTA спостерігається поява ендотермічного ефекту, який відповідає розм'якшенню зразка та виділенню летких компонентів, що входять до його складу. На кривій TG при цьому спостерігається незначна втрата маси ($\Delta m = 2,08\%$).

У температурному інтервалі 148–283°C відбуваються ендотермічні процеси термічної деструкції компонентів, що входять до складу зразка ($\Delta m = 5,34\%$).

У температурному інтервалі 228–333°C відзначаємо термоокисні деструктивні процеси органічної складової зразка, які супроводжуються інтенсивною втратою

його маси ($\Delta m = 22,45\%$). На кривій ДТА в цьому температурному інтервалі спостерігається відхилення в область екзотермічних ефектів.

У температурному інтервалі 333–444°C відбувається згоряння продуктів термоокисної деструкції, яке супроводжується інтенсивною втратою маси ($\Delta m = 63,27\%$) та появою яскравого екзотермічного ефекту на кривій ДТА з максимумом за температури 391°C.

У температурному інтервалі 444–650°C відбувається згоряння карбонізованого залишку зразка з повною втратою його маси ($\Delta m = 6,86\%$). На кривій ДТА з'являється чіткий екзотермічний ефект за температури 497°C.

Висновки. Проведені дослідження свідчать про достатню термічну стійкість полімерних матеріалів на основі олігоуретанаакрилатів для виготовлення форм трафаретного друку лазерним гравіюванням. Результати термомеханічних і диференційно-термічних досліджень корелюють між собою і показують, що використання полімерних матеріалів на основі олігоуретанаакрилатів як копіювальних шарів трафаретних друкарських форм дає змогу забезпечити їх високі репродукційно-графічні характеристики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кукура Ю. А. Вдосконалення формних процесів трафаретного та офсетного друку: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.01 / Ю. А. Кукура. — Львів : УАД, 2006. — 20 с.
2. Шибанов В. В. Фотополімеризаційноздатні матеріали / В. В. Шибанов. — Львів : УАД, 2008. — 216 с.
3. Крыжановский В. К. Технические свойства полимерных материалов : учеб.-справ. пособ. — 2-е изд., испр. и доп. / В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко и др. — СПб. : Професия, 2005. — 248 с.
4. Лямкин Д. И. Механические свойства полимеров : учеб. пособ. / Д. Лямкин. — М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2000. — 64 с.
5. Энциклопедия полимеров : в 3т. — М. : Советская энциклопедия, 1972.
6. Годовский Ю. К. Теплофизические методы исследования полимеров / Ю. К. Годовский. — М. : Химия, 1976. — 216 с.
7. Коршак В. В. Химическое строение и температурные характеристики полимеров / В. В. Коршак. — М. : Наука, 1970. — 420 с.
8. Павлова С.-С. А. Термический анализ органических и высокомолекулярных соединений. / С.-С. А. Павлова, И. В. Журавлева, Ю. И. Толчинский. — М. : Химия, 1983. — 120 с.

REFERENCES

1. Kukura, Yu. A. (2006). Vdoskonalennia formnykh protsesiv trafaretnoho ta ofsetnoho druku. Extended abstract of candidate's thesis. Lviv (in Ukrainian).
2. Shybanov, V. V. (2008). Fotopolimeryzatsiinozdatni materialy. Lviv: UAD (in Ukrainian).
3. Kryzhanovskij, V. K., Burlov, V. V. & Panimatchenko, A. D. at al. (2005). Tehnicheskie svojstva polimernykh materialov. SPb.: Profesija (in Russian).
4. Liamkin, D. I. (2000). Mehanicheskie svojstva polimerov. Moscow: RHTU im. D. I. Mendeleeva (in Russian).

5. Jenciklopediia polimerov (1972). Moscow: Sovetskaia jenciklopediia (in Russian).
6. Godovskiy, Ju. K. (1976). Teplofizicheskie metody issledovanija polimerov. Moscow: Himiia (in Russian).
7. Korshak, V. V. (1970). Himicheskoe stroenie i temperaturnye karakteristiki polimerov. Moscow: Nauka (in Russian).
8. Pavlova, S.-S. A., Zhuravleva, I. V. & Tolchinskij, Ju. I. (1983). Termicheskij analiz organicheskikh i vysokomolekuljarnyh soedinenij. Moscow: Himija (in Russian).

RESEARCH OF THERMAL PROCESSES OF LASER ENGRAVING OF POLYMER LAYERS OF SCREEN PRINTING PLATES

V. Z. Mayik¹, M. S. Khariv¹, V. V. Kochubey²

¹*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

²*Lviv Polytechnic National University,
Institute of Chemistry and Chemical Technologies,
3/4, Yuriy Square St., Lviv, 79013, Ukraine
vicvitkoch@gmail.com*

The results of thermal studies of polymer materials have been presented based on oligo urethane acrylates for manufacturing screen printing plates by laser engraving.

Keywords: *photo-polymerization materials, screen plate, thermo-mechanical analysis, derivatography, laser engraving, do-relief images.*

Стаття надійшла до редакції 22.06.2016.

Received 22.06.2016.