

УДК 655.227+ 541.183

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ ШАРІВ ФОРМ ТРАФАРЕТНОГО ДРУКУ

В. З. Маїк, М. С. Харів

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

Наведено результати досліджень фізико-хімічних властивостей полімерних матеріалів на основі олігоуретанакрилатів для виготовлення форм трафаретного друку лазерним гравіюванням.

Ключові слова: *фотополімеризаційноздатні матеріали, трафаретна форма, фізико-хімічні властивості, змочування, набрякання, розчинники трафаретних фарб, рельєфно-крапкові зображення.*

Постановка проблеми. Серед наявних різновидів друку потрібної товщини фарбового шару у відтворенні шрифту Брайля можна досягнути лише трафаретним способом друку. Перевагами трафаретного способу також є здатність друкувати на великій гамі матеріалів будь-якої конфігурації, а також можливість забезпечити значну стійкість рельєфних елементів до механічного впливу під час транспортування або читання. Ефекту рельєфності можна досягти, використовуючи сітки низьких лініатур, велику товщину копіювального шару на друкарській формі, друк у кілька прогонів із проміжним сушінням відбитків.

Утім, незважаючи на порівняно низьку собівартість виготовлення продукції, простоту технологічних процесів та екологічність використовуваних матеріалів під час виробництва поліграфічної продукції та екологічність використовуваних матеріалів під час виробництва поліграфічної продукції, перспективними напрямками вдосконалення трафаретного друку для виготовлення видань для незрячих і слабозрячих є: удосконалення та розробка нових матеріалів і технологій виготовлення трафаретних друкарських форм; створення нових фарболакових композицій для забезпечення високої якості рельєфно-крапкових зображень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Застосування фотополімеризаційних матеріалів (ФПМ) у поліграфії ще з 60-х років кардинально вплинуло на розвиток додрукарських, друкарських і післядрукарських технологічних процесів, розвиток поліграфічного машинобудування. Ці матеріали і технології їх застосування сприяли поліпшенню якості друкованої продукції, а також формуванню стандартів.

Сімдесяті роки минулого століття — це період активних робіт у царині дослідження і створення ФПМ у Львові і Києві (Інститут хімії високомолекулярних сполук АН України, нині ІХВС НАНУ; КФ ВНДІ КПП, Київський національний університет ім. Т. Шевченка; ВНДІ Хімпроект — нині ВАТ Інститут ВІДІ Хімпроект).

У цей період були розроблені матеріали і технологічні процеси виготовлення твердих ФПМ: Целлофолт на основі ефірів целюлози і Гідрофолт — на основі полівінілового спирту (УНДІ ПП); і на основі поліамідів (УПІ ім. І. Федорова), а також низка рідких ФМП різного композиційного складу, призначених для виготовлення форм високого і спеціального видів друку, фарб, лаків і захисних покриттів для різних галузей промислового застосування.

Початок 1990-х років позначений розширенням сфери застосування рідких ФПК. В УНДІПП розроблено водорозчинні та еластичні РФПК для флексографії і трафаретного друку (І. Тучапський, В. Шур), а також створено дільницю для виготовлення малоформатних офсетних пластин (Л. Жаринська). УПІ широко впроваджує на приладобудівних підприємствах технологію друкування з водорозчинних трафаретних ФДФ на основі модифікованого метилолакриламідом ПВС (В. Кравчук). Запропоновано застосування рідких ФПК на основі оліго-ефіракрилатів для виготовлення оптичних носіїв інформації (Р. Мервінський), фотополімерних штампів (В. Маїк), розроблено світлочутливі поліефірутанові оздоблювальні лаки аеробного затвердіння (І. Миклушка). Наприкінці 1980-х на початку 1990-х років тривала активна дослідницька діяльність у галузі створення та широкого застосування фотополімерів у поліграфії, приладобудуванні, електроніці, лакофарбовій та іншій галузях. Осередками цієї роботи стали інститути та установи Львова, Києва, Донецька [1, 2].

Мета статті — дослідити фізико-хімічні властивості фотополімерних матеріалів для виготовлення трафаретних форм лазерним гравіюванням, щоб визначити стійкість друкувальних і пробільних елементів до активного середовища друкарського процесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розроблену нову композицію на основі олігоуретанаакрилату на аліфатичному діізоціанаті для виготовлення трафаретних форм лазерним гравіюванням, щоб визначити стійкість друкарських і пробільних елементів до активного середовища друкарського процесу.

Дуже важливим для прогнозування працездатності трафаретних форм є дослідження фізико-хімічних властивостей їхніх полімерних шарів, які мають забезпечувати стійкість друкувальних і пробільних елементів у процесі друку.

Змочування — явище, що виникає під час взаємодії рідини з поверхнею твердого тіла або іншою рідиною. Це явище простежується, зокрема, у розтіканні рідини по твердій поверхні, яка контактує з газом (парою) або іншою рідиною, а також просочуванні твердих тіл і порошків, викривленні поверхні рідини на поверхні твердого тіла.

Для визначення змочування поверхні фотополімерного матеріалу використовували такі речовини: трафаретну друкарську фарбу серії 45 975-30, дистильовану воду, лак УФ-отвердіння UV 947, уайт-спірит, змивний розчин К-2, етиловий спирт (96 %), високоочищений ацетон.

Величиною кута θ оцінюють ліофільність (ліофобність) поверхонь щодо різних рідин. На ліофільній поверхні рідина розтікається, тобто простежується часткове ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) або повне змочування ($\theta = 0$); на ліофобній — розтікання не відбувається ($\theta > 90^\circ$) [3, 6].

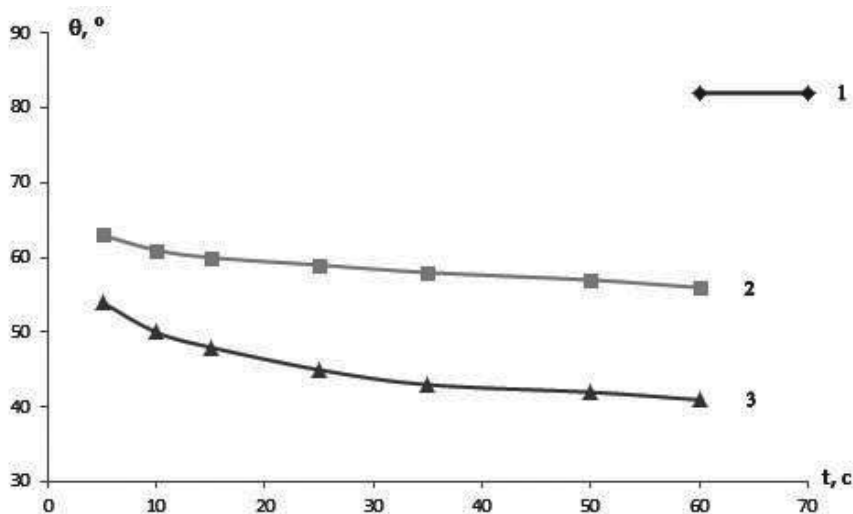


Рис. 1. Кінетика зміни крайового кута змочування поверхні фотополімерного матеріалу:
1 — трафаретною фарбою; 2 — дистильованою водою; 3 — УФ-лаком

З рис. 1 видно, що на поверхні фотополімерного матеріалу простежується часткове змочування трафаретною фарбою ($\theta = 82^\circ$), дистильованою водою ($\theta = 56^\circ$) і лаком УФ-отвердіння ($\theta = 41^\circ$). Це зображено на рис. 3–5.

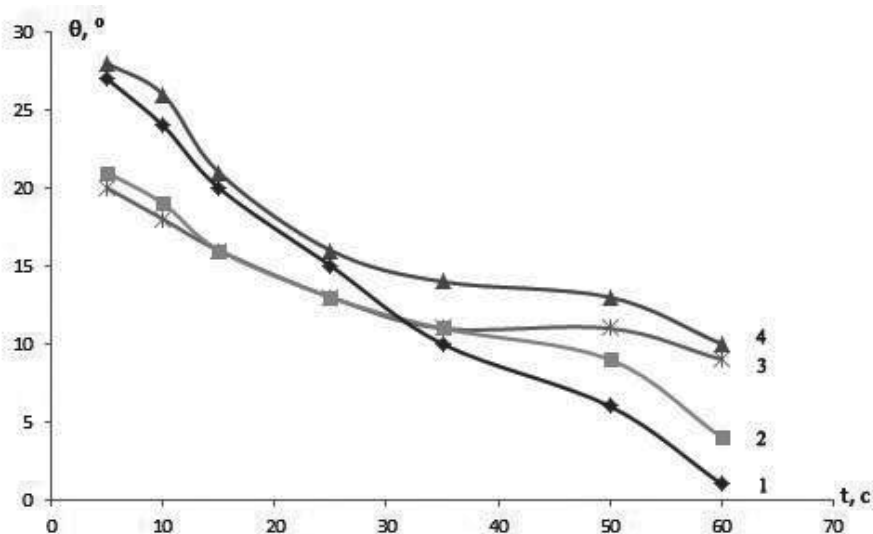
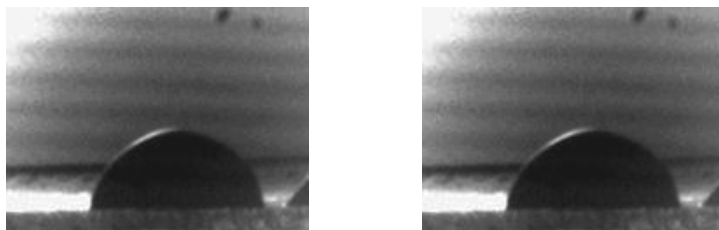


Рис. 2. Кінетика зміни крайового кута змочування поверхні фотополімерного матеріалу:
1 — уайт-спіритом; 2 — К-2; 3 — етиловим спиртом; 4 — ацетоном

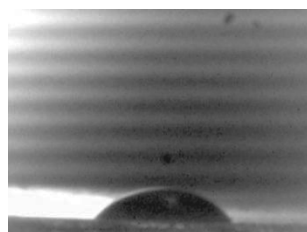
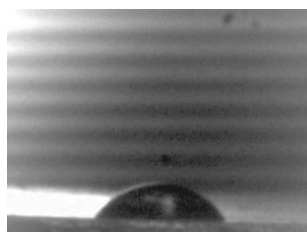
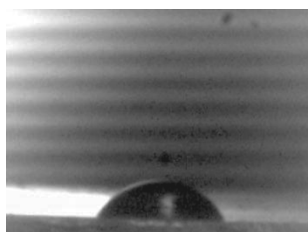
З рис. 2 видно, що на поверхні фотополімерного матеріалу простежується часткове змочування уайт-спіритом і К-2, та практично повне змочування етиловим спиртом ($\theta = 4^\circ$) і ацетоном ($\theta = 1^\circ$). Це зображено на рис. 6–9.



а)

б)

Рис. 3. Характер розтікання трафаретної фарби у дослідженні змочування поверхні фотополімерного матеріалу: а) упродовж 1 хв; б) упродовж 5 хв

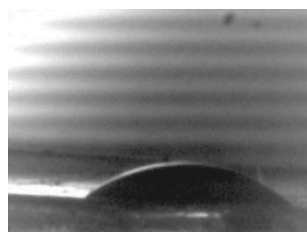
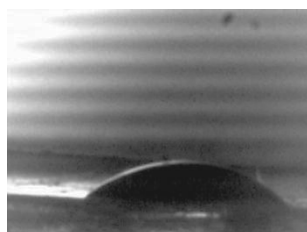
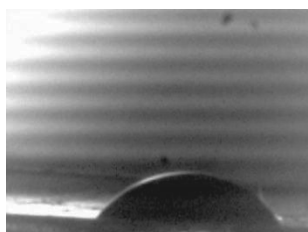


а)

б)

в)

Рис. 4. Характер розтікання дистильованої води у дослідженні змочування поверхні фотополімерного матеріалу: а) упродовж 5 с; б) упродовж 35 с; в) упродовж 1 хв

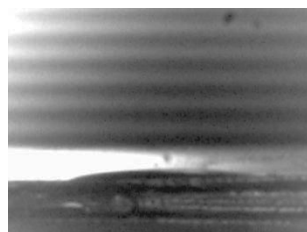
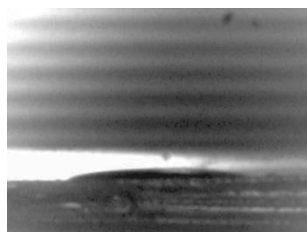
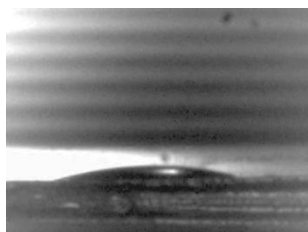


а)

б)

в)

Рис. 5. Характер розтікання УФ-лаку у дослідженні змочування поверхні фотополімерного матеріалу: а) упродовж 5 с; б) упродовж 35 с; в) упродовж 1 хв

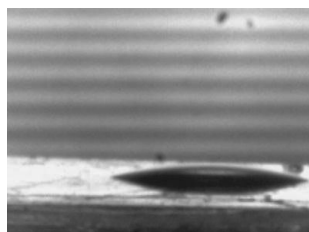


а)

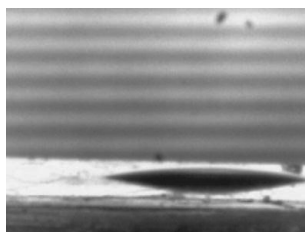
б)

в)

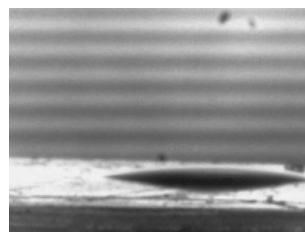
Рис. 6. Характер розтікання уайт-спіриту у дослідженні змочування поверхні фотополімерного матеріалу: а) упродовж 5 с; б) упродовж 35 с; в) упродовж 1 хв



а)

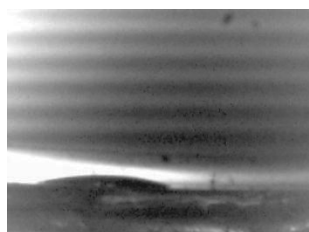


б)

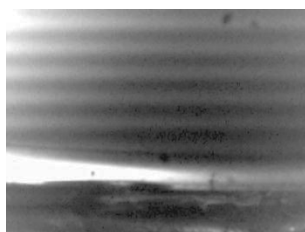


в)

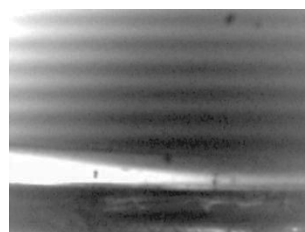
Рис. 7. Характер розтікання К-2 у дослідженні змочування поверхні фотополімерного матеріалу: а) упродовж 5 с; б) упродовж 35 с; в) упродовж 1 хв



а)

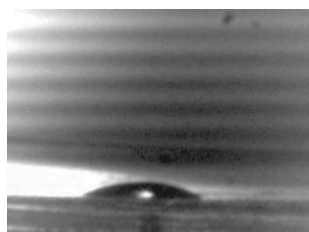


б)

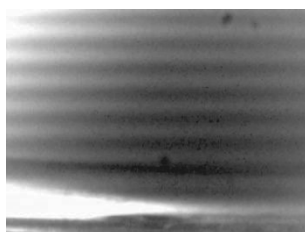


в)

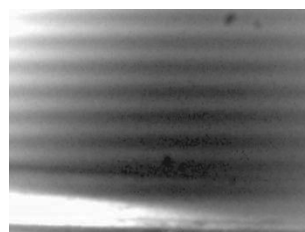
Рис. 8. Характер розтікання етилового спирту у дослідженні змочування поверхні фотополімерного матеріалу: а) упродовж 5 с; б) упродовж 35 с; в) упродовж 1 хв



а)



б)



в)

Рис. 9. Характер розтікання ацетону у дослідженні змочування поверхні фотополімерного матеріалу: а) упродовж 5 с; б) упродовж 35 с; в) упродовж 1 хв

Завдяки аналізу зміни ступеня набрякання в різних умовах можна визначити експлуатаційні властивості полімера.

Згідно з сучасною теорією розчинів полімерів здатність до набрякання і розчинення полімерів у тих чи інших розчинниках залежить від будови молекул. Емпіричне правило «подібне розчиняється у подібному» підтверджується тим, що неполярні полімери легко розчиняються в неполярних розчинниках і не розчиняються у полярних; і навпаки, полярні полімери не розчиняються в неполярних розчинниках, але розчиняються у полярних [4–7].

Для визначення кінетики набрякання полімерного матеріалу було використано такі розчинники трафаретних фарб: ацетон, етиловий спирт, змивний розчин К-2,

уайт-спірит. Кожен зразок перед проведенням дослідів зважувався. Зразки повністю занурювали у розчинники, утримуючи їх там деякий час. Надлишок розчинника на зразку висушували за допомогою фільтрувального паперу, а після цього зважували. Розраховані результати представлені в таблиці 1.

На рис. 10–13 можна побачити, як змінювалось набрякання зразків. Під дією розчинників зразки суттєво змінилися. Найбільша зміна набрякання відбулась під дією ацетону. За зменшенням дії розчинників на полімерний матеріал їх можна розмістити так: ацетон > уайт-спірит > етиловий спирт > К-2 – 33,8% > 17,6% > 14,9% > 8,4%.

Таблиця 1

Кінетика набрякання фотополімерного матеріалу у розчинниках

Вид розчинника	Початкова маса зразка, г	Ступінь набрякання, %			
		Час замочування			
		1 хв	5 хв	10 хв	30 хв
Ацетон	0,117	4,3	10,3	16,2	33,8
Етиловий спирт (96%)	0,107	3,1	6,2	9,3	14,9
Уайт-спірит	0,111	3	6,9	8,8	17,6
К-2	0,110	2,1	3,6	5,4	8,4

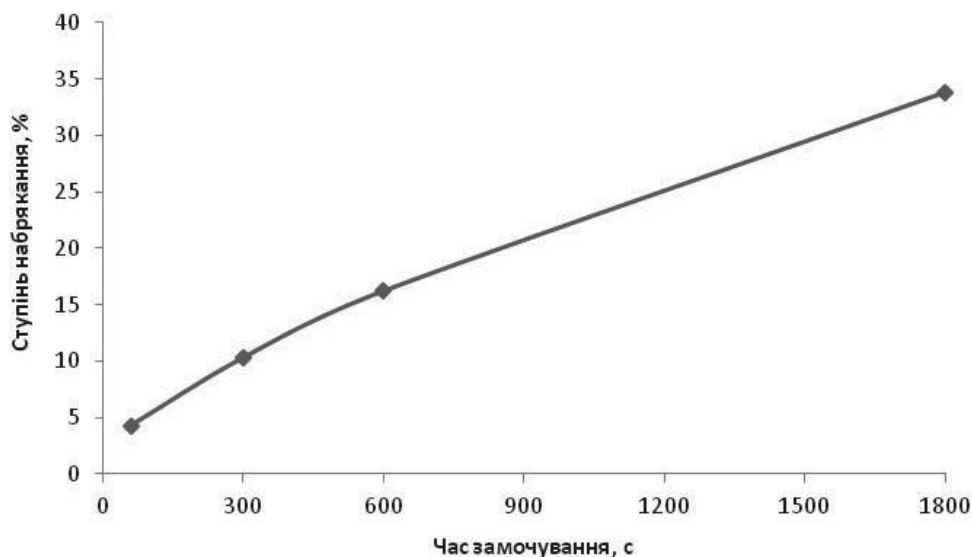


Рис. 10. Діаграма ступеня набрякання фотополімерного матеріалу в ацетоні

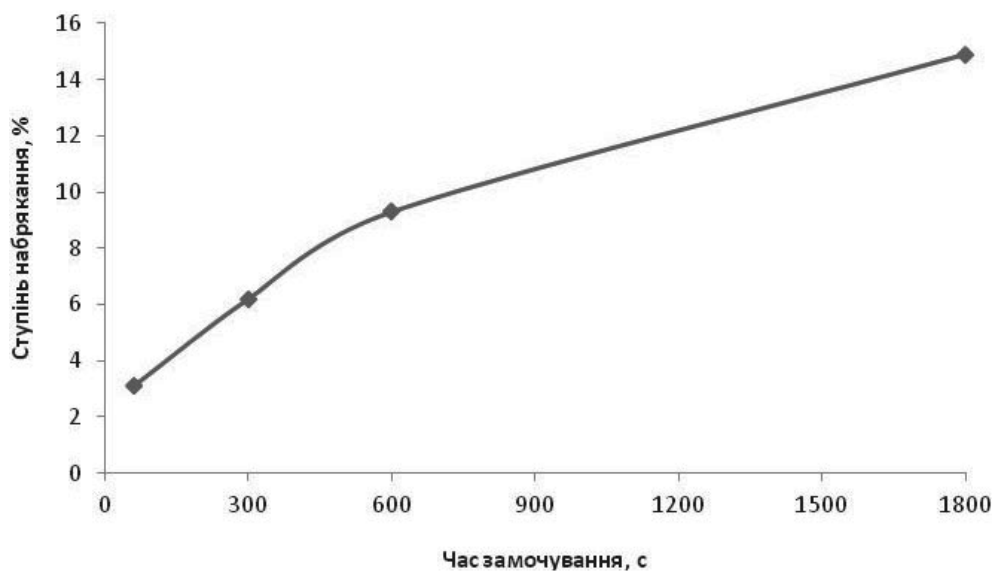


Рис. 11. Діаграма ступеня набрякання фотополімерного матеріалу в етиловому спирті

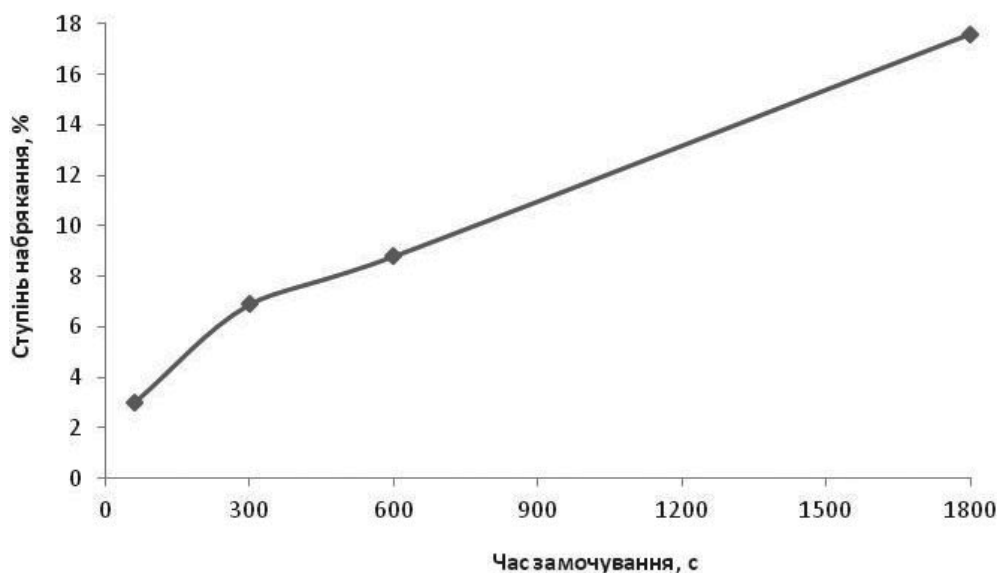


Рис. 12. Діаграма ступеня набрякання фотополімерного матеріалу в К-2

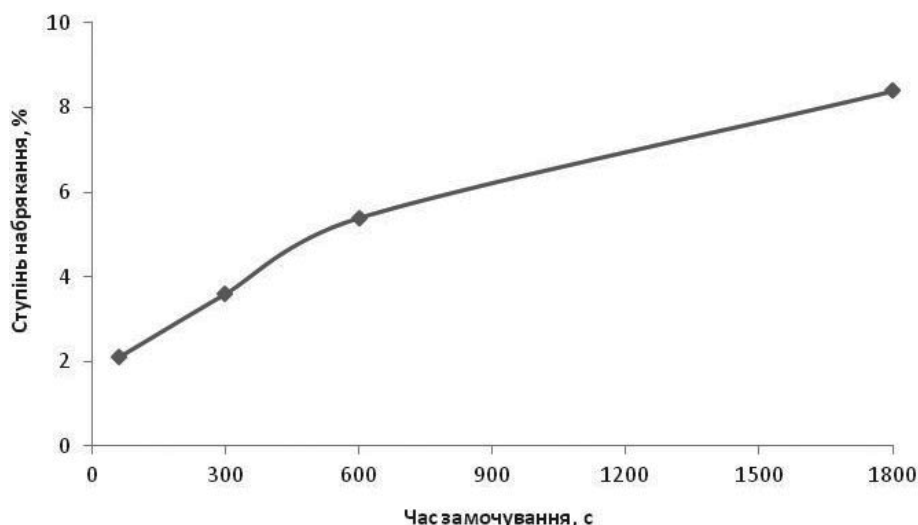


Рис. 13. Діаграма ступеня набрякання фотополімерного матеріалу в уайт-спіриті

У табл. 2 подано розраховані показники константи швидкості набрякання, напівперіод набрякання та коефіцієнта дифузії внаслідок дії розчинників на фотополімерний матеріал.

Таблиця 2

Параметри набрякання фотополімерного матеріалу у розчинниках

Характеристика	Значення
Ацетон	
Константа швидкості набрякання (k), с^{-1}	1,172
Напівперіод набрякання ($\tau_{1/2}$), с	0,591
Коефіцієнт дифузії (D), $\text{см}^2/\text{с}$	$8,29 \cdot 10^{-3}$
Етиловий спирт	
Константа швидкості набрякання (k), с^{-1}	1,122
Напівперіод набрякання ($\tau_{1/2}$), с	0,618
Коефіцієнт дифузії (D), $\text{см}^2/\text{с}$	$7,93 \cdot 10^{-3}$
К-2	
Константа швидкості набрякання (k), с^{-1}	0,976
Напівперіод набрякання ($\tau_{1/2}$), с	0,710
Коефіцієнт дифузії (D), $\text{см}^2/\text{с}$	$6,9 \cdot 10^{-3}$
Уайт-спірит	
Константа швидкості набрякання (k), с^{-1}	1,024
Напівперіод набрякання ($\tau_{1/2}$), с	0,677
Коефіцієнт дифузії (D), $\text{см}^2/\text{с}$	$7,24 \cdot 10^{-3}$

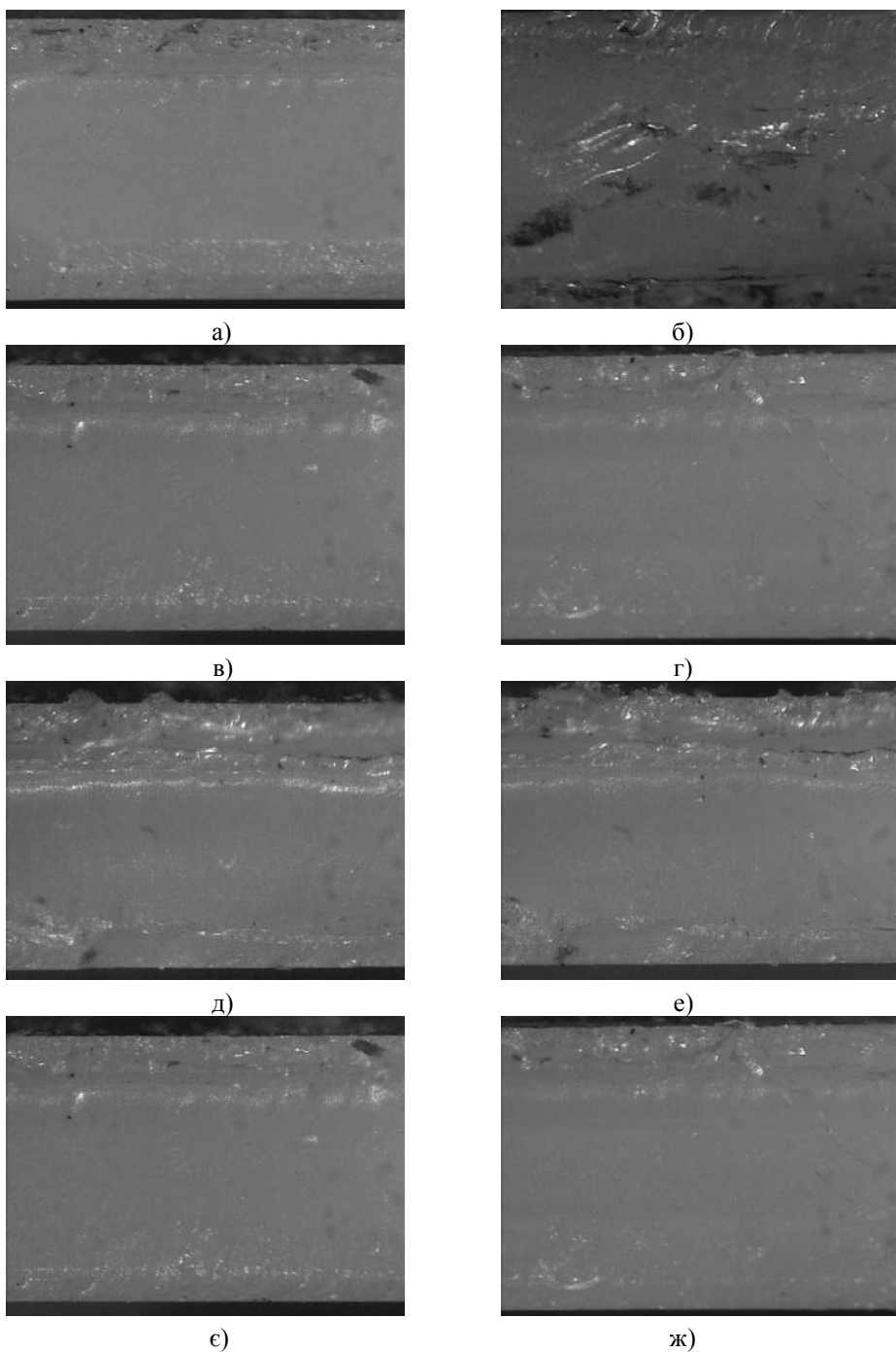


Рис. 14. Характер набрякання фотополімерного матеріалу під дією розчинників: а) до набрякання в ацетоні; б) після набрякання в ацетоні; в) до набрякання в етиловому спирті; г) після набрякання в етиловому спирті; д) до набрякання в К-2; е) після набрякання в К-2; є) до набрякання в уайт-спіриті; ж) після набрякання в уайт-спіриті

Висновки. Дослідження фізико-хімічних властивостей фотополімерних матеріалів для виготовлення трафаретних форм лазерним гравіюванням показали, що їх можна використовувати як полімерні шари полімерних шарів трафаретних друкарських форм. Найменш агресивним розчинником є етиловий спирт, і фарби розведені цим розчинником можна використовувати для друкування з трафаретних форм. Також етиловий спирт практично повністю змочує поверхню полімерного матеріалу, що дає змогу оптимізувати технологічний процес нанесення рельєфно-крапкових зображень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шибанов В. Минимумы или очерки о фотополимеризующихся материалах. — К. : УФТА, 2002. — 128 с.
2. Шибанов В. В. Фотополімеризаційноздатні матеріали / В. В. Шибанов. — Львів : УАД, 2008. — 216 с.
3. Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг. — М. : Химия, 1984. — 368 с.
4. Тугов И. И. Химия и физика полимеров / И. И. Тугов, Г. И. Кострыкина. — М. : Химия, 1989. — 432 с.
5. Хмельницкий Р. А. Физическая и коллоидная химия / Р. А. Хмельницкий. — М. : Высшая школа, 1988. — 400 с.
6. Практикум по коллоидной химии / В. И. Баранова, Е. Е. Бибик, Н. М. Кожевникова, И. С. Лавров, В. А. Малов ; Под ред. И. С. Лаврова. — М. : Высшая школа, 1983. — 216 с.
7. Практикум по физике и химии полимеров / Н. И. Аввакумова, Л. А. Бударина, С. М. Дивгун, А. Е. Заикин, Е. В. Кузнецов, В. Ф. Куренков ; Под ред. В.Ф. Куренкова. — М. : Химия, 1990. — 304 с.

RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF POLYMER LAYERS OF SCREEN PRINTING PLATES

V. Z. Mayik, M. S. Khariv

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

The papers presents the results of studies of physical and chemical properties of polymer materials based on oligo-urethane-acrylates for manufacturing screen printing plates by laser engraving.

Keywords: *photo-polymerizable materials, screen printing plate, physical and chemical properties, wetting, swelling, screen printing ink solvents, relief-dot images.*

Стаття надійшла до редакції 17.02.2016.