

УДК 544.351+66.084.2

**ВПЛИВ ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА НАБРЯКАННЯ
ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ФОТОПОЛІМЕРНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ**В. В. Шибанов¹, В. Г. Слободяник¹, С. В. Шибанов²*¹Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна,**²Львівський інститут менеджменту,
вул. Лиська, 16, Львів, 79018, Україна*

Створено модельний пристрій для дослідження впливу динамічного навантаження, якого зазнають флексографічні фотополімерні друкарські форми (ФФДФ) в процесі виготовлення друкованої продукції, на характер їх набрякання в технологічних розчинниках. Виявлено, що набрякання ФФДФ під дією зовнішнього тиску збільшується, що загалом, відповідає принципу Ле Шательє для рівноважних фізико-хімічних процесів.

Ключові слова: *деформація на тиск, набрякання, модельний пристрій, кінетика, фактори впливу на характер набрякання.*

Постановка проблеми. Однією з характерних ознак флексографічного друку є використання в процесі друкування еластичних друкарських форм і малов'язких фарб на основі органічних розчинників. Полімерною основою більшості флексографічних друкарських форм є термоеластоласти, які активно взаємодіють із розчинниками флексографічних фарб, наприклад, естерами, ароматичними сполуками. Наслідком такої взаємодії є зміна геометричних параметрів растрових точок друкарської форми, що спричиняє надмірне їх розтискування під час друкування, в результаті чого спотворюється зображення на відбитку. Саме тому потрібне дослідження впливу різних фізико-хімічних факторів на набрякання формних матеріалів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У працях [1, 2] описано вплив деяких характеристик розчинників, зокрема: показника заломлення, діелектричної сталої, полярності та параметра розчинності на величину їх набрякання. У науково-технічній літературі є також інформація [3, 4] про вплив механічної дії (деформації стиску або розтягу) на міцність та характер набрякання полімерів. Відомо [5], що набрякання полімерів в умовах обмеження їх об'єму зумовлює розвиток внутрішнього тиску, який залежить від умов набрякання і визначається таким рівнянням:

$$P_p = p_0 c^k;$$

де — P_p тиск, що створюється розчинником всередині полімера; p_0 — константа, яка залежить від хімічної будови полімера і розчинника, а також від температури під час набрякання; c^k — концентрація сухого полімера в набряклому зразку.

Водночас недостатньо досліджено і практично невисвітлено питання впливу динамічного механічного навантаження на характер набрякання фотополімерних флексографічних форм.

Мета статті — дослідити вплив динамічного навантаження на величину набрякання ФФПФ. Це пов'язано також із тим, що друкарські форми у процесі друкування одержують циклічні навантаження стиску–розтягу, що може впливати на їх набрякання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктами дослідження були флексографічні фотополімеризаційноздатні матеріали **CYREL** фірми Du Pont (універсальні, аналогові, серії Cyrel® NOW 100, завтовшки 2,54 мм) і матеріали **AFP** фірми Asahi Chemical Industry Co (аналогові, серія AFP-SH, товщина 2,54 мм). Як розчинники використовували бутилацетат і етанол ступінь очистки — «чистий» (параметри розчинності відповідно 8,5 і 12,7 (кал/см³)^{0,5}, а параметр розчинності бутилацетат-етанольної суміші, визначений графічним методом, становить 11,8 (кал/см³)^{0,5}). Деформація зразків на стиск у процесі набрякання сягала 7–10 %, а частота періодичного навантаження — 1,33 Гц. Деформація зразків здійснювалася штоком із латуні площею перерізу 78,5 мм², температура розчинника і зразків коливалася в межах 20–22 °С. Схема пристрою для дослідження набрякання в динамічних умовах деформації зображена на рис. 1. Набрякання зразків визначали ваговим методом. Середньоквадратичне відхилення мас зразків було в межах 0,001. Фотополімеризаційноздатні пластини обох типів перед набряканням опромінювали люмінесцентними УФ-лампами низького тиску марки ЛУФ-80 (інтенсивність випромінювання в робочій зоні опромінення — 60 Вт/м²) упродовж 20 хв під вакуумом.

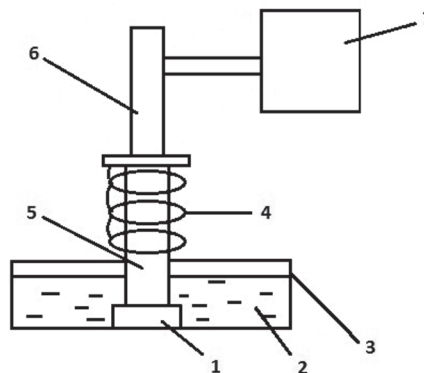


Рис. 1. Схема пристрою для дослідження набрякання в динамічних умовах деформації:

- 1 — зразок, 2 — розчинник, 3 — кювета, 4 — пружина, 5 — шток,
6 — ексцентричний кулачок, 7 — двигун

Константи швидкості набрякання опромінених зразків на початковій стадії визначали за рівнянням першого порядку. В табл. 1 наведені значення цих констант.

Таблиця 1

Константи швидкості набрякання пластин на початковій стадії процесу

Розчинник	Константи швидкості набрякання ($k \cdot 10^{-5} \text{ c}^{-1}$) пластин	
	Cyrel [®] NOW 100	AFP-SH
Бутилацетат	7,4	6,7
Бутилацетат + етанол (80:20)	6,0	5,4

Швидкість набрякання обох типів пластин у чистому бутилацетаті значно більша, порівняно з етанолвмісним розчинником, що пояснюється наближеними значеннями параметрів розчинності бутилацетата і досліджуваних пластин ($8,7\text{--}9,2 \text{ (кал/см}^3\text{)}^{0,5}$). Для матеріалу Cyrel[®] NOW 100 швидкість набрякання є більшою за швидкість набрякання AFP-SH, що ймовірно зумовлено різною за складом і будовою (триблок або зіркоподібні кополімери) термоеластопластів полімерної матриці. Характерним є також майже однакові ($0,10\text{--}0,15 \text{ c}^{-1}$) величини рівноважних констант набрякання за час $900\text{--}1000 \text{ c}$ (рис. 1).

Експериментальні результати дослідження впливу динамічного навантаження на набрякання ФФПФ у різних розчинниках наведено на рис. 2–4. Для пластин AFP-SH і Cyrel[®] NOW 100 простежується відтворювана тенденція збільшення ступеня набрякання пластин в умовах динамічного навантаження. Це характерно як для чистого бутилацетату («хороший» розчинник), так і для етанолвмісного розчинника («поганий» розчинник). Різниця між величиною набрякання пластин в умовах динамічного навантаження і без навантаження сягає $5\text{--}10$ і більше відсотків, що перевищує похибку визначення ступеня набрякання.

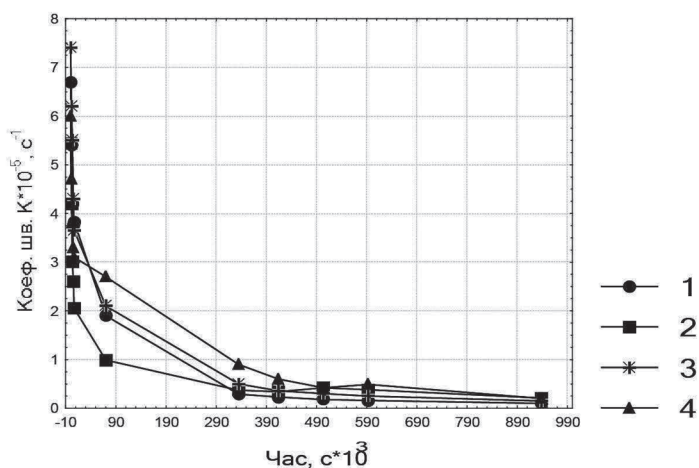


Рис. 2. Кінетика набрякання матеріалів AFP-SH (1) і Cyrel[®] NOW 100 (3) в бутилацетаті та AFP-SH (2), і Cyrel[®] NOW 100 (4) в суміші бутилацетату з етанолом

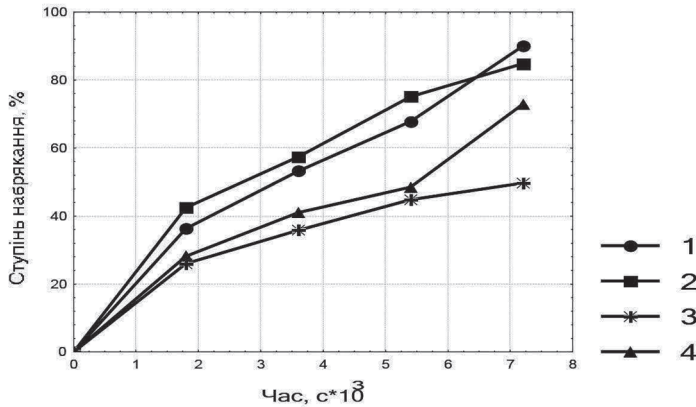


Рис. 3. Кінетика набрякання матеріалів AFP-SH в бутилацетаті 1 (під навантаженням), 3 (без навантаження) та в суміші бутилацетату з етанолом 2 (під навантаженням), 4 (без навантаження)

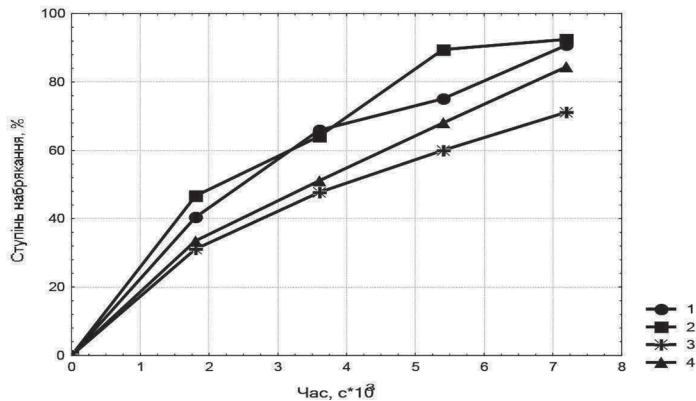


Рис. 4. Кінетика набрякання матеріалів Cyrel® NOW 100 в бутилацетаті 1 (під навантаженням), 3 (без навантаження) та в суміші бутилацетату з етанолом 2 (під навантаженням), 4 (без навантаження)

Висновки. Під впливом динамічного навантаження ФФПФ збільшується величина їх набрякання, порівняно з ненавантаженими зразками, що відповідає закону Ле Шательє для рівноважних процесів. Збільшення набрякання форм може спричинити неякісне відтворення зображення і повинно бути враховано під час друкування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шибанов В. В., Макитра Р. Г., Пириг Я. М. Взаимосвязь между параметрами растворителей и скоростью их диффузии в гетерогенных полимерах. Высокомолекулярные соединения. 1986. т. 28Б. № 7. С. 486–488.
2. Kutcher R.V., Macitra R. G., Pirig Ya. N., Shybanov V. V. Use of linear free energie egvations for the qu antitative connetion of polymers swell characteristios with solvent parameters. X-Anniversary Symposium «Polymere 89». Varna, 1989. С. 147.

3. Попов А. А., Раппопорт Н. Я., Заиков Г. Е. Окисление ориентированных и напряженных полимеров. Москва: Химия, 1987. 232 с.
4. Зубов Ю. А., Чвалун С. Н., Озерин Л. А. и др. Особенности структуры высокоориентированного полиэтилена. Высокомолекулярные соединения. 1984. т. 26А. № 8. С. 1766–1773.
5. Масленникова Л. Д., Иванов С. В., Фабуляк Ф. Г., Грушак З. В. Фізико-хімія полімерів: підруч. Київ: Видавництво національного авіаційного ун-ту, 2009. 312 с.

REFERENCES

1. Shibanov, V. V., Makitra, R. G., & Pirig, Ia. M. (1986). Vzaimosvaz mezhdu parametrami rastvoritelei i skorostiu ikh diffuzii v geterogennykh polimerakh: Vysokomolekuliarnye soedineniia, t. 28B, 7. 486–488 (in Russian).
2. Kutcher, R.V., Macitra, R. G., Pirig, Ya. N., & Shybanov, V. V. (1989). Use of linear free energy equations for the quantitative connection of polymers swell characteristics with solvent parameters: X-Anniversary Symposium «Polymere 89». Varna, 147 (in English).
3. Popov, A. A., Rappoport, N. Ia., & Zaikov, G. E. (1987). Okislenie orientirovannykh i napriazhennykh polimerov. Moskva: Khimiia (in Russian).
4. Zubov, Yu. A., Chvalun, S. N., & Ozerin, L. A. i dr. (1984). Osobennosti struktury vysokoorientirovanogo polietilena: Vysokomolekuliarnye soedineniia, t. 26A, 8, 1766–1773 (in Russian).
5. Maslennikova, L. D., Ivanov, S. V., Fabuliak, F. H., & Hrushak, Z. V. (2009). Fyzyko-khimiia polimeriv: pidruch. Kyiv: Vydavnytstvo natsionalnoho aviatsiinoho un-tu (in Ukrainian).

INFLUENCE OF DYNAMIC LOADING ON FLEXOGRAPHIC PHOTOPOLYMER PRINTING PLATES SOAKING

V. V. Shybanov¹, V. G. Slobodyanyk¹, S. V. Shybanov²

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

²*Lviv Institute of Management,
16, Liska St., Lviv, 79018, Ukraine
vsh.shibanov2@gmail.com*

We have constructed a model device for the research of influence of dynamic loading applied to flexographic photopolymer printing plates (FPPP) on the character of their soaking in solvents. It has been found out that FPPP soaking increases under the application of external pressure which corresponds to Le Chatelier's equilibrium principle for physical-chemical processes.

Keywords: *compressive deformation, soaking, model device, kinetics, soaking character influence factors.*

Стаття надійшла до редакції 06.03.2017.

Received 06.03.2017.