

УДК 544.032.4

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАСТОЕЛАСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ФОТОПОЛІМЕРНИХ ФОРМ

М. Ф. Ясінський, В. Г. Слободяник, В. В. Шибанов

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

Автори звертають увагу на питання фізико-механічних властивостей композиційних матеріалів, які використовуються для виготовлення флексографічних фотополімерних друкарських форм. Специфіка поведінки фотополімерних композиційних сумішей виявляється в їх фізико-механічних властивостях, що характеризують здатність матеріалу деформуватися під впливом механічних навантажень. У процесі друкування відбувається пласто-еластична деформація контактної пари (форма-матеріал).

Ключові слова: *пласто-еластичні характеристики, флексографія, друкарська форма, пластифікатори, смоли, деформація.*

Характерною ознакою флексографічних форм є їх еластичність, можна сказати, гумоподібні властивості. Композиційний склад відомих сьогодні фотополімеризаційноздатних формних матеріалів (ФФМ) дає змогу формувати за допомогою УФ-опромінення і подальшого селективного вимивання (або топлення) незаполімеризованих ділянок, рельєфні форми різної складності. Водночас флексографічний спосіб друку придатний для задруковування майже необмежених видів матеріалів (синтетичних, природних і штучних полімерів, металів, скла, кераміки) різними швидкосохнучими фарбами (водними, водоорганічними, спиртовими, УФ-затверджуваними та ін.). Такі можливості флексографічного друку зумовлені вдалим поєднанням фізико-хімічних та механічних властивостей форм, зокрема: в'язкості, поверхневого натягу, пластичності, м'якості, відновлюваності та ін.

Формулювання завдання дослідження. Зазвичай [1, 2] сукупність зворотних і незворотних деформацій називають пластоеластичними властивостями. Специфіка поведінки фотополімерних композиційних сумішей, які використовують для виготовлення друкарських форм, виявляється в їх фізико-механічних властивостях, які характеризують здатність матеріалу деформуватися під дією механічних навантажень. Зберігати деформовану форму після зняття навантаження є характерним для пластичних матеріалів, а для еластичних матеріалів притаманною є здатність до зворотної деформації, тобто еластичного відновлення. У процесі друкування є пластоеластична деформація формного і задрукованого матеріалу, яка значною мірою буде впливати на якість виготовлення продукції. Тому для різних типів формних матеріалів важливою є фізико-механічна характеристика

[3]. Для фотополімеризаційноздатних композицій (ФПК) спостерігають залежність пластоеластичних властивостей від тривалості дії навантаження.

Мета статті — визначити фізико-механічні характеристики різних типів аналогових і цифрових фотополімерних формних матеріалів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Пластоеластичні властивості (пластичність **P**, м'якість **S**, відновлюваність **R**, еластичне відновлення **R'**, відносне еластичне відновлення **R»**) фотополімеризаційноздатних матеріалів визначали за допомогою стискання полімерів між двома плоскопаралельними плитами з наступним вимірюванням висоти зразків до і після стискання ($49 \pm 0,01$ Н), а також за умови нагрівання зразків за температури 70 °С [4] і після їх трихвилинного «відпочинку» за кімнатної (23 °С) температури. Твердість матеріалів визначали за методом Шора А. Модельну ФПК виготовляли на основі ізопренстирольного термоеластопласта ІСТ-20 (10 мас.ч.), мономерна складова ДМЕГ (диметакриловий етер етиленгліколю-2 мас.ч.), фотоініціатори кеталь 651 або дарокур-1173 (1:1) у кількості 0,1 мас.ч., нафтополімерні смоли, що містять стиролвмісну фракцію та термоініціатор полімеризації (гідропероксид трет-бутила).

Наявність пластифікаторів у складі ФПК значною мірою впливає на їх механічні (пластоеластичні) властивості (рис. 1, 2). Виконані дослідження показати, що невеликі кількості пластифікаторів (наприклад, моно- або олігомерів) зумовлюють зменшення механічної міцності (зростання пластичності), а збільшення кількості пластифікатора зумовлює зменшення його міцності.

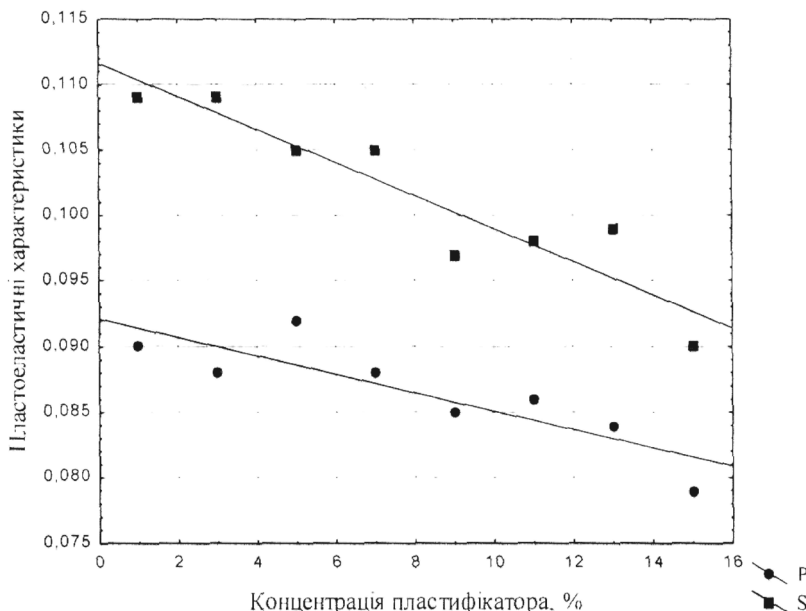


Рис 1. Вплив концентрації пластифікатора вазелінової оливи на пластоеластичні характеристики (P — пластичність, S — м'якість) фотополімеризаційноздатної композиції Флексофот

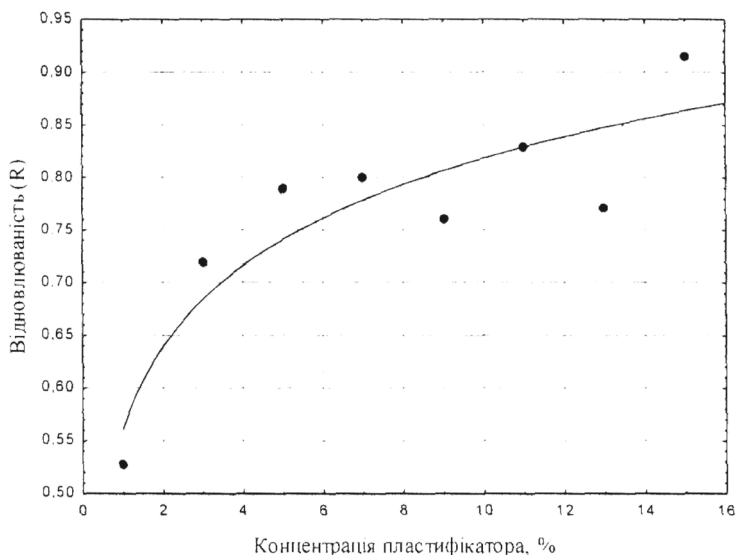


Рис. 2. Вплив концентрації пластифікатора модифікованої нафтополімерної смоли Л1 на відновлюваність R фотополімеризаційноздатної композиції Флексофот

Можна сказати, що існує екстремальний характер залежності механічних властивостей від вмісту пластифікатора. Важко однозначно пояснити наявність екстремальної залежності від кількості пластифікатора в ФПК. Найбільш перевіреним і аргументованим є тлумачення утворення двох залежних від концентрації пластифікаторів типів структурування ФПК. За малих концентрацій пластифікаторів утворюються упорядковані структури, що сприяє зростанню міцності композицій, а великі концентрації руйнують упорядкованість композиційної структури та зменшують міцність і жорсткість ФПК. Наведені в табл. 1 результати свідчать про суттєву зміну величини пластоеластичних властивостей залежно від їх УФ-опромінення*, а також від складу ФПК.

Таблиця 1

Пластичні властивості флексографічних формних аналогових пластин Флексофот і Cyrel (Du Pont)**

Матеріали	Пластоеластичні властивості**						Товщина мм
	P	S	R	R'	R»	Sh A	
Флексофот	0,066/0,022	0,822/0,979	0,080/0,022	2,092/2,476	0,916/1,003	34/45	2,54
Cyrel HOS	0,294/0,043	0,444/0,678	0,666/0,065	0,553/1,945	0,334/0,935	35/55	2,52
Cyrel PLS	0,354/0,055	0,526/0,915	0,686/0,061	0,631/2,382	0,314/0,939	15/31	2,59
Cyrel PLS 45	0,160/0,004	0,554/0,991	0,296/0,004	0,475/0,930	0,704/0,996	25/52	0,95

* умови опромінювання зразків: час експонування — 20 хвилин, лампи ЛУФ-80, інтенсивність опромінювання — 50 Вт/м².

** P — пластичність; S — м'якість; R — відновлюваність; R' — еластичне відновлення, (мм) R» — відносне еластичне відновлення, Sh A — твердість за Шором A.

В чисельнику наведено результати тестування не експонованих пластин, а в знаменнику експонованих.

В усіх без винятку випадках УФ-опроміювання пластин у 2–4 рази збільшує їх еластичність. Це характерно як для відносно м'яких (Cugel PLS), так і твердих (Флексофот) матеріалів. Твердість фотополімерних пластин зростає у середньому в 1,5–2,5 рази порівняно з неекспонованими. Відповідно до очікуваного нагрівання досліджуваних зразків до 70 °С зумовлює зростання еластичного відновлювання матеріалу.

Таблиця 2

Пластоеластичні характеристики деяких цифрових фотополімерних форм

Ма-теріал	Темпера-тура, °С	Пластоеластичні характеристики					Sh A*	Товщи-на, мм
		P	S'	R	R'	R»		
DPN-45	23	0,0006	0,1560	0,0040	0,2510	0,9910	60	0,94
	23	0,0110	0,1610	0,0720	0,7300	0,9300		2,84
	23	0,0160	0,1940	0,0830	1,6800	0,9170		5,63
	70	0,0600	0,2900	0,2080	0,3280	0,7920		0,92
	70	0,2900	0,4150	0,6980	0,4960	0,3020		2,81
	70	0,4550	0,5160	0,8810	0,4500	0,1190		5,57
DPU-67	23	0,0019	0,1420	0,0130	0,3880	0,9870	35	1,58
	23	0,0720	0,2090	0,3430	0,7860	0,6520		3,49
	23	0,0110	0,2200	0,0510	1,6350	0,9500		4,80
	70	0,2960	0,3710	0,7990	0,1730	0,2010		1,59
	70	0,4150	0,4920	0,8430	0,3230	0,1570		3,19
	70	0,4840	0,5430	0,8910	0,3670	0,1090		4,80

Таблиця 3

Пластоеластичні характеристики деяких аналогових фотополімерних форм

Ма-теріал	Темпера-тура, °С	Пластоеластичні характеристики					Sh A*	Товщи-на, мм
		P	S'	R	R'	R»		
CYREL UVP	23	0,0030	0,0470	0,0720	0,0770	0,9280	60	0,933
	23	0,0060	0,0880	0,0650	0,4200	0,9350		3,086
	23	0,0180	0,1460	0,1250	1,2680	0,8750		6,012
	70	0,1490	0,2710	0,5480	0,1750	0,4520		0,907
	70	0,3370	0,3670	0,9180	0,1210	0,0820		2,763
	70	0,3180	0,3460	0,9190	0,2330	0,0810		5,600
CYREL NOW- 45	23	0,0050	0,0850	0,0560	0,1350	0,9440	60	0,917
	23	0,0060	0,1060	0,0550	0,5000	0,9450		2,771
	23	0,0130	0,2870	0,0450	0,9550	2,3370		5,481
	70	0,1380	0,2670	0,5150	0,1880	0,4850		0,921
	70	0,2400	0,3500	0,6870	0,4450	0,3130		2,745
	70	0,4640	0,5250	0,8850	0,4420	0,1150		5,564

Характеристика пластоеластичних властивостей деяких цифрових пластин наведена в табл. 2, а аналогових — в табл. 3. Зіставлення характеристик, наведених в табл. 1–3 вказує на співрозмірність пластоеластичних параметрів аналогових і цифрових ФПП як до, так і після їх експонування УФ-випромінюванням.

Висновки. Аналогові й цифрові ФФДФ мають співрозмірні пласто-еластичні характеристики. Це стосується основних пласто-еластичних характеристик (пластичності, м'якості, відновлюваності). Додавання таких пластифікаторів, як вазелінова олія та нафтополімерна модифікована смола (Л1) у кількості до 15 % зумовлює зростання пластичних і еластичних властивостей аж до насичення. Також із збільшенням товщини пластоеластичні характеристики теж збільшуються. Це стосується цифрових і аналогових фотополімерних форм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лабораторний практикум з поліграфічного матеріалознавства / Анісімова С. В., Олексій Л. М., Токарчик З. Г., Шибанов В. В. Львів : АФША, 2001. 177 с.
2. Думський Ю. В. Нефтеполимерные смолы. Химия : Москва, 1988. 168 с.
3. Барштейн Р. С., Кирилович В. Р., Носовский Ю. Е. Пластификаторы для полимеров. Москва : Химия, 1982. 200 с.
4. Лабораторный практикум по технологии резины: учебное пособие для вузов / Захаров Н. Д., Захаркин О. В., Кострыкина Г. И. и др. Москва : Химия, 1988. 256 с.

REFERENCES

1. Anisimova, S. V., Oleksii, L. M., Tokarchyk, Z. H., & Shybanov, V. V. (2001). Laboratornyi praktykum z polihrafichnoho materialoznavstva. Lviv : AFShA (in Ukrainian).
2. Dumskii, Yu. V. (1988). Neftopolimernye smoly. Khimiia : Moskva (in Russian).
3. Barshtein, R. S., Kirilovich, V. R., & Nosovskii, Yu. E. (1982). Plastifikatori dlia polimerov. Moskva : Khimiia (in Russian).
4. Zakharov, N. D., Zakharkin, O. V., & Kostrykina, G. I. i dr. (1988). Laboratornyi praktikum po tekhnologii reziny. Moskva : Khimiia (in Russian).

DESCRIPTION OF PLASTIC-ELASTIC PROPERTIES OF FLEXOGRAPHIC PHOTOPOLYMER PLATES

M. F. Yasinskyi, V. G. Slobodyanik, V. V. Shybanov

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

The authors pay their attention to the issue of physical and mechanical properties of composition materials that are used for making of flexographic printing plates. Specifics of conduct of photo-polymer composition mixtures appear in their physical and mechanical properties which characterize the ability of the material to deform under

mechanical loadings. Plastic-elastic deformation of the contact pair (plate-material) takes place in the printing process.

A set of reversible and irreversible deformations is named plastic-elastic properties. Specifics of conduct of photo-polymer composition mixtures appear in their physical and mechanical properties which characterize the ability of the material to deform under mechanical loadings.

The characteristic feature of flexographic plates is their elasticity, one may say, resin-like character. The composite structure of the known today photo-polymerizing plate materials allows making relief forms of different complexity by their UV-exposure and subsequent selective washing out of un-polymerized areas. At the same time, flexographic printing technique, as no other, is suitable for printing of almost unlimited range of materials (synthetic, natural and artificial polymers, metals, glass, ceramics) by different fast-drying inks (water, water-organic, alcoholic, UV-hardened, etc.). Such features of flexographic printing technique are predefined by a successful combination of physical and chemical and mechanical properties of plates, in particular: viscosity, superficial tension, plasticity, softness, recoverability etc.

The aim of the article was the determination of physical and mechanical descriptions of different types of analogue and digital photo-polymerizing materials.

Keywords: *plastic-elastic descriptions, flexography, printing plate, plasticizers, resins, deformation.*

Стаття надійшла до редакції 11.04.2018.

Received 11.04.2018.