

УДК 655.3.655

В. И. ЗАПОТОЧНИЙ, Л. А. КОЗАРОВИЦЬКИЙ, Е. Т. ЛАЗАРЕНКО

**ПРО МЕХАНІЗМ УТВОРЕННЯ ГРАДАЦІЙНИХ
ПРИПРАВОЧНИХ РЕЛЬЄФІВ
У ФОТОПОЛІМЕРНИХ ФОРМАХ ***

Найбільш перспективними формами, в яких можна отримати градаційний приправочний рельєф (ГПР), є фотополімерні форми (ФДФ). Проведені дослідження різних типів растрових ФДФ виявили, що поверхня їх друкуючих елементів у світлих ділянках форм лежить дещо нижче, ніж у тінювих [1, 8, 14]. Ця різнотов-

* У роботі брали участь Н. О. Карашецька, Н. М. Куропась, Я. М. Спас.

щинність форм, або інакше «автоприправка», залежить від типу фотополімерного матеріалу та лініатури растрових зображень. Наприклад, у формах «Найлопринт» та НАПП вона може відповідно досягати 60...70 чи 25...50 мкм [4, 15].

На основі сучасних поглядів на механізм утворення тримірних полімерів [2, 6], теорії фотографічного відтворення зображень [11], відомих досліджень ФДФ [3, 5, 7, 9, 13], практики їх виготовлення та застосування модель утворення ГПР у растрових ФДФ можна описати складною взаємодією таких факторів, як природа фотополімерних матеріалів (ФПМ) і співвідношення в них окремих інгредієнтів, площа та частота розміщення друкарських елементів на фотоформі, розмитість елементів фотоформи, низька контрастність та зернистість її емульсії, неоднаковий розподіл освітлення при експонуванні ФПМ в різній величині елементах фотоформи та відповідна різна інтенсивність процесу фотополімеризації, час експонування та товщина шару ФПМ. Неоднакова інтенсивність отвердіння елементів ФДФ, що відрізняються розмірами, супроводжується різною зворотною реакцією на дію технологічних середовищ виготовлення ФДФ, зокрема розчинів, які використовують для вимивання пробільних елементів ФДФ. Ці розчини дифундують в об'єм елементів, викликаючи необмежене набухання пробільних і обмежене друкарських елементів, розчинення (або емульгування) неотверджених матеріалів, екстрагування слабозшитих або незаполімеризованих частинок з фотоотверджених матеріалів. Часткове вимивання цих продуктів також сприяє утворенню ГПР.

Для підтвердження запропонованої феноменологічної моделі досліджені ФДФ, виготовлені із твердих фотополімерних композицій (ФПК) на основі поліамідів (ПА) та ацетосукцинатів целюлози (АСЦ), а також рідких ФПК — олігоєфіракрилату (ОЕА) і поліуретану (ПУ).

Вимірювання інтервалу товщин (Δh) ГПР здійснювали за допомогою вертикального оптичного довжиноміра ИЗВ-1. Дослідження мікротвердості друкуєної поверхні растрових елементів ФДФ виконували мікроглибиноміром, створеним на базі мікротвердоміра ПМТ-3. Препарування полімерів для електронно-мікроскопічних досліджень ФДФ здійснювали методом безелектродного газового розряду. Для ФДФ на основі АСЦ використовували двоступеневі репліки. Первинною був розчин емульсійного полістиролу в толуолі, а вторинною — платиновуглецева репліка. Для зразків ФДФ на основі ОЕА використані одноступеневі платиновуглецеві репліки. Напилювання реплік виконували на вакуумному пості ЭПВ-2, а їх дослідження — на електронному мікроскопі УЭМВ-100 [10, 12].

Відомо, що ступінь зшивання ФДФ визначається його природою, співвідношенням агента, фотоініціатора й інших інгредієнтів, а між ступенем зшивання та пористістю структури спостерігається тісний кореляційний зв'язок. Відмінності в природі ФДФ, які визначають ступінь зшивання, відстань між вузлами зшивки та відповідно величину пористості, сприяють утворенню різних ГПР.

На рис. 1 зображена зміна товщини h растрових ФДФ (40 лін/см) залежно від відносної площі $S_{\text{нег}}$ друкарських елементів на негативі. При цьому найбільш пропорційна градація товщини ФДФ спостерігається в формі з рідкої ФПК — ОЕА. У формах з твердих ФПК суттєва зміна товщин друкарських елементів спостерігається в області високих світів. Починаючи з площі більшої ніж 30%, криві стають похилими, а окремі з них (3, 4) після площі

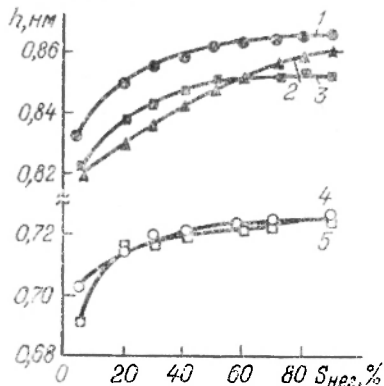


Рис. 1. Зміна товщин растрових ФДФ (40 лін/см) залежно від площі друкарських елементів негатива:

1 — ПА, СРСР; 2 — ОЕА, СРСР; 3 — АСЦ — Дайкрил, США; 4 — ПА, — Найлопринт, ФРН; 5 — АСЦ — Целлофот тип А, СРСР.

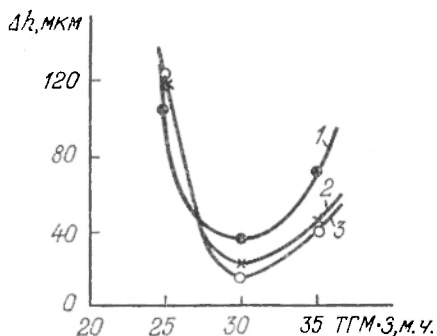


Рис. 2. Зміна величини ГПР растрових ФДФ (40 лін/см) залежно від вмісту в фотополімерній композиції зшиваючого агента:

1—3 — відповідно 0,5; 1,0; 1,5 мас. ч. фотоініціатора.

негатива більше 70% набувають практично прямолінійного характеру.

Як видно з рис. 2, зменшення та збільшення концентрації зшиваючого агента — триетиленглікольдіметакрилату (ТГМ-3) в ФДФ на основі АСЦ порівняно з вмістом, який дорівнює 30 мас. ч., зумовлює збільшення інтервалу товщин ГПР. Зменшення вмісту в ФПК фотоініціатора також приводить до аналогічного явища. Очевидно, як недостатня, так і надмірна кількість зшиваючих агентів і фотоініціаторів знижує при виготовленні ФДФ ступінь зшивання.

Менша ступінь зшивання сприяє утворенню більш екстрагованої і пористої структури ФДФ, схильної до значної усадки і відповідно до збільшення інтервалу ГПР.

Зміна часу експонування t_e при виготовленні ФДФ від оптимального також впливає на зміну інтервалу товщин ГПР. При збільшенні t_e (рис. 3) ГПР зменшується, оскільки зростає ступінь отвердження ФПМ і відповідно зменшується пористість та усадка ФПМ у світах растрового зображення. Зменшення t_e викликає ріст інтервалу товщин ГПР, однак призводить до зниження межі роздільності форм — заокруглення граней друкарських елементів.

Електронно-мікроскопічні дослідження підтвердили передбачену неоднорідність структури полімерних матеріалів, отверджува-

них під дією УФ-проміння. Наприклад ФДФ, виготовлена фотополімеризацією рідкої ФПК на основі ОЕА, характеризується (рис. 4, а) грубозернистою структурою ($\sim 400 \text{ \AA}$) на дрібнозернистому фоні ($\sim 100 \text{ \AA}$).

Така структурна мікронеоднорідність може пояснюватись кінетичними та дифузними особливостями формування надмолекулярної структури полімерів із полімеризаційноздатних олігомерів.

На основі аналізу електронних мікрофотографій ФДФ із АСЦ (рис. 4, б) також встановлена значна мікротетерогенність надмолекулярних утворень, які є кристалітами розмірами

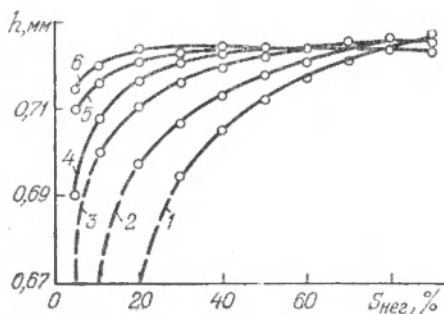


Рис. 3. Зміна товщини растрових ФДФ залежно від площі друкарських елементів негатива при різному часі експонування (суцільна лінія — характеристична крива чіткого рельєфу, штрихова — розмитого): 1-6 — відповідно $t_e=2; 6; 10; 14; 20; 25$ хв.

близько 250 \AA , розміщеними у вигляді сітки, і довгі (приблизно $1 \dots 3 \text{ мкм}$) мікрофібрили, що складаються із більш щільно упакованих утворень такого ж розміру. Мікрофібрили орієнтовані

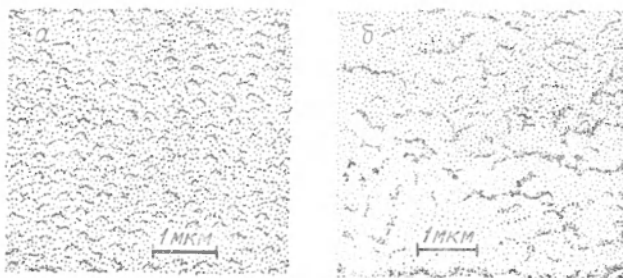


Рис. 4. Електронно-мікроскопічні знімки платиновуглецевих реплік друкарських елементів з олігоефіракрилату (а) та ацетосукцинату целюлози (б).

в напрямку відливання формного матеріалу, а їх довжина зменшується від підкладки до поверхні. На знімку вони показані у вигляді заглиблень, що свідчить про меншу стійкість мікрофібрил до дії високочастотного розряду, який використовували для травлення зразків перед отриманням репліки.

Структурна мікронеоднорідність у вигляді сильнозшитих «зерен» і слабозшитих прошарків є, таким чином, результатом мікротетерофазного отвердіння. Екстрагування таких прошарків сприяє утворенню ГПР.

Порівняльним аналізом мікротвердості H_u друкарської поверхні растрових елементів різної площі та лінійтури растра і зіставленням часток пружноеластичних $\epsilon_{п.ел}$ і пластичних $\epsilon_{пл}$ деформа-

цій цих елементів виявлено (див. таблицю), що менші по площі елементи ФДФ характеризуються вищими значеннями мікрозаглиблення індентора (меншою H_{μ}) і більшою часткою пластичних деформацій, що свідчить про менший ступінь їх зшивання та більшу пористість. Відмінності названих структурно-механічних характеристик друкарських елементів зумовлюють особливості розподілу освітлення за різними по площі елементами фотоформи.

Вплив природи формного матеріалу та лініатури растра на мікромеханічні властивості фотополімерних друкарських форм

Назва формного матеріалу	$S_{\text{нег}}, \%$	Лініатура растра, лін/см					
		26			60		
		$H_{\mu}, \text{МПа}$	$\epsilon_{\text{п.ел}}, \%$	$\epsilon_{\text{пл}}, \%$	$H_{\mu}, \text{МПа}$	$\epsilon_{\text{п.ел}}, \%$	$\epsilon_{\text{пл}}, \%$
Олігоефірак-рилат	5	0,12	40	60	0,10	35	65
	90	0,28	55	45	0,25	48	52
Поліамід (СРСР)	5	0,43	74	26	0,36	72	28
	90	0,53	82	18	0,61	81	19

При зниженні лініатури растра L_p інтервал товщини ГПР зменшується [8]. Його можна пояснити зменшенням відмінностей — у ступеню зшивання, пористості й екстрагування незаполімеризованих частинок різних по площі друкарських елементів.

Математичними методами з використанням ЕОМ для форм з поліуретану досліджено взаємозв'язок L_p , $S_{\text{нег}}$ і h . Виявлено, що експериментальні криві описуються як

$$h = a_0 + a_1 S_{\text{нег}},$$

де a_0 і a_1 — коефіцієнти, що враховують лініатуру растра.

Взаємозв'язок товщини шару фотополімерних пластин Δ , h і $S_{\text{нег}}$ апроксимується такою залежністю:

$$h = 0,016728 + 1,014892 \Delta + (1,74 - 1,2 \Delta) \cdot 10^{-4} S_{\text{нег}} - 10^{k_{\Delta}} S_{\text{нег}},$$

де k_{Δ} — коефіцієнт, який враховує товщину шару пластин Δ .

Таким чином, проведені дослідження підтверджують, що процеси формування градаційних приправочних рельєфів растрових ФДФ зумовлюються утворенням мікрогетерофазної, неоднорідної за мікропористістю та деформаційними властивостями структури, а основними факторами, які впливають на величину ГПР, є природа і склад фотополімерного матеріалу, відносна площа та частота растрових елементів фотоформ і розмитість границь.

Список літератури: 1. Анисимова С. В., Бедова В. С., Дудяк В. А. и др. Исследование эффекта автоматически образуемого градационного приправочного рельефа в ФДФ. — В кн.: Материалы отчетной научно-технической конференции / Укр. полиграф. ин-т. Львов, 1967. 2. Бабаевский А. Г., Седов Л. И. Отверждение. — В кн.: Энциклопедия полимеров. М.: Советская энциклопедия, 1974, т. 2. 3. Велицкая С. И. Исследование процесса изготовления и применения гибких фотополімерных печатных форм на основе ацетосуцината целлюлозы. — Автореф. дис. ... канд. тех. наук. М., 1977. 4. Горячева А. А., Кузнецова Л. М.,

Анисимова С. В. и др. Производственные и лабораторные испытания фотополимерных пластин «Найлопринт». — Полиграфия, 1973, № 12. 5. Демков В. И., Дудяк В. А., Лазаренко Э. Т. и др. Фотополимерный приправочный материал. — Полиграфия, 1977, № 8. 6. Иржак В. И., Розенберг Б. А., Ениколопан Н. С. Сетчатые полимеры. Синтез, структура, свойства. — М.: Наука, 1979. 7. Коваленко Б. В., Дудяк В. О., Лазаренко Э. Т. Дослідження впливу технологічних режимів виготовлення фотополімерних друкарських форм на їх якість (вплив експозиції і виду розчинника). — Поліграфія і видавнича справа, 1970, № 6. 8. Козаровицкий Л. А., Запотоchnый В. И., Лазаренко Э. Т. Эффект автоматической градационной приправки и износостойкость растровых фотополимерных форм в процессе печатания. — Полиграфическая промышленность, 1976, вып. 8. 9. Лазаренко Э. Т., Токарчик З. И., Бабич А. Р. и др. Влияние фотосенсибилизатора на свойства фотомономеров УПИ и печатных форм. — Полиграфия, 1975, № 1. 10. Лебедев Е. В., Липатов Ю. С., Безрук Л. И. Оценка морфологии полимерных материалов. — В кн.: Новые методы исследования полимеров. Киев; Наукова думка, 1975, 11. Фризер Х. Фотографическая регистрация информации. — М.: Мир, 1978. 12. Чалых А. Е., Петров И. И., Василенко Ж. Г. Применение метода газоразрядного травления для изучения структуры кристаллических полимеров. — Высокомолекулярные соединения, 1974, т. 16, 13. Шур В. С. Создание и исследование жидких фотополимеризующихся материалов и технологии изготовления печатных форм на их основе. — Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1978. 14. Lenos A. A. Nyloprint. — Printing Plates Magazine, 1970, N 7. 15. Zeboni P., Cattodori G. Il Napponte ideale tra fotocomposizione e rotative tipografiche. — Il poligrafico Italiano, 1975, N 4.

Authors propose and prove the phenomenological model of the formation of gravitational make-ready relief on the half-tone photopolymeric plates. There are disclosed the factors of regulation of their interval.

Стаття надійшла до редколегії 30. 11. 82