УДК 655.326.1

М.Ф.Ясінський

ДО ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ ФОТОПОЛІМЕРНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ НА ОСНОВІ КАПРОНОВИХ СІТОК: ОПТИКО-ПОЛЯРИЗАЦІЙНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ

Фотополімерні друкарські форми на основі капронових сіток широко застосовуються в трафаретному друці. Однією з важливих проблем друкарського виробництва є збільшення терміну їх використання. Щодо цього слід відзначити практично повну нез'ясованість фізико-механічних процесів, які насправді спричиняють передчасне зношування друкарських матриць. Найбільш імовірно, що внутрішні неоднорідності, а отже, і виникаючі в результаті цього механічні напруження є вагомими причинами передчасного руйнування друкарських форм, виготовлених на основі капронових сіток та полімерного наповнювача (рис.1).

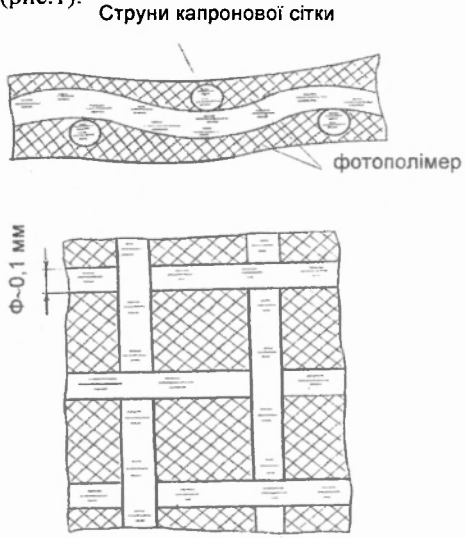

Рис.1. Фрагмент друкарської основи на базі капронової сітки, наповненої поліамідною композицією

Серед загальних можливих причин передчасного руйнування фотополімерних сіткових матриць:

неоднорідні напруження та макродефекти капронової основи. Напруження цього типу можуть спричиняти прискорений розрив капронових струн у процесі друкування;

неоднорідні напруження, що можуть виникати в ділянці стику фотополімера та капронових струн. Ці напруження викликають відставання (відшарування) полімера від капронової основи, що призводить до "осипання" окремих заповнених місць полімерних друкарських форм;

неоднорідні напруження в самому фотополімері внаслідок невдало вибраного співвідношення композитних матеріалів. Такі напруження спричиняють швидке формування макротріщин у міжструктурному просторі з подальшим їх розростанням та утворенням макророзривів.

Діагностика їх, безсумнівно, має велике значення в процесі розробки, випробування та виготовлення друкарських форм. Як експрес-метод такої діагностики в даній роботі вперше пропонуються оптико-поляризаційні спостереження.

Оптико-поляризаційні спостереження проводились з використанням мікроскопа "Нікон" (Японія). Об'єктами досліджень служили новостворені поліамідні дво- і трикомпонентні композиції (див. таблицю), нанесені як на капронову сітку, так і на скляні пластинки. Час експонування –3 хв.

Умовний номер композиції	Склад композиції
1	100 ЕП : 40 АГ : 75 ПА
2	100 ЕП : 60 АГ : 75 ПА
3	100 ЕП : 80 АГ : 55 ПА
4	100 ЕП : 80 АГ : 75 ПА
5	100 ЕП : 100 АГ

Як і будь-який інший поляризаційний пристрій, мікроскоп "Нікон" оснащений парою поляризаторів, які можуть обертатись один відносно одного залежно від поставлених

завдань. Найбільш вживаною і зручною орієнтацією є схрещене положення поляризаторів, у результаті якого світло повністю поглинається і в окулярі мікроскопа спостерігається лише рівномірний темний фон. Внесення будь-якого ізотропного об'єкта між поляризатором не змінює ситуації. Якщо ж у вказаному об'єкті з тих чи інших причин виникає оптична анізотропія, то в місцях її виразно спостерігається світлий фон. Оскільки однією із причин появи оптичної анізотропії (індукованого двопроменезаломлення) є механічні напруження, то можливість реєстрації останніх за допомогою оптико-поляризаційного методу стає цілком очевидною.

На рис.2. зображено фрагмент друкарської форми, виготовленої на основі поліамідної композиції №1. Струни капронової сітки орієнтовані приблизно під кутом 45^0 до схрещених поляризатора та аналізатора, і її чітко видно на темному фоні. Сама капронова основа характеризується наявністю механічних напружень у струнах. Ці напруження, очевидно, утворюються в процесі виробництва самих струн і носять більш-менш однорідний характер. Вони не є такими небезпечними для довговічності сіткової основи як напруження, що виникають у місцях схрещень струн. Останні, як видно, чітко вирізняються своєю величиною і, зрозуміло, в процесі тривалої експлуатації друкарських форм у першу чергу стають джерелами їх руйнування. Даний недолік може бути усунений лише суттєвою зміною технології виготовлення сіткових основ.

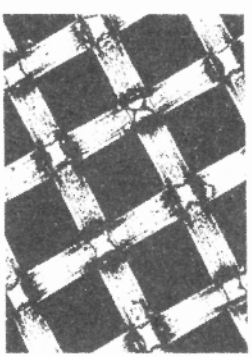

Рис.2. Вид фотополімерної друкарської форми на основі капронової сітки і поліамідного наповнювача №1 (див.таблицю) у поляризаційному мікроскопі (збільшення близько 100 ×)

У ділянці стику полімера та струн усі картини характеризуються виразним темним фоном. Отже, тут не виникає напружень, в крайньому разі для композицій, наведених у таблиці. Можливе відшарування полімера від капронової сітки видається в усіх випадках малоймовірним. Темний фон, який спостерігається в міжструнному просторі, свідчить про механічну однорідність даної поліамідної композиції, а отже, і про її перспективність з точки зору довговічності. Подібними властивостями характеризуються і поліамідні композиції № 3, 4.

Разом з тим дві інші композиції (№ 2 і 5) мають цілком відмінні фізико-механічні властивості. Для прикладу, поліамідна композиція №5 (рис.3) отримана в результаті нанесення фотополімера на капронову сітку (див. рис.3а – 3в для різних збільшень та орієнтації поляризатора й аналізатора), а також на скляну пластинку (рис.3г). Видно, що, окрім напружень, які завжди спостерігаються в струнах капронової сітки, виразні неоднорідності з'являються і в міжструнному просторі (рис.3а –3в) чи навіть по всьому об'єму фотополімерної композиції (рис.3г).

І насамкінець про фізико-механічну та хімічну природу полімерних композитних плівок № 2, 5. На фотографії з великим збільшенням (рис.3в) видно, що напруження в поляризованому світлі візуалізуються як здебільшого радіальні темні смуги. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що виникаючі напруження є результатом наявності сферичних вкраплень у середині однорідної полімерної маси. Поява їх найімовірніша з "випаданням" однієї з компонент, яка внаслідок особливостей хімічної термодинаміки того чи іншого поліамідного композиту може стати надлишковою до чи вже після процесу фотополімеризації. Поява таких вкраплень схематично показана на прикладі двокомпонентної композиції (рис. 4а). Компоненти А та В можуть повністю змішуватись лише в певних межах концентрацій; отже, при виході за відповідні граничні межі концентрацій відбувається випадання однієї з компонент (у нашому прикладі це компонента В). Зрозуміло, що в межах вкраплень за рахунок різних фізико-механічних властивостей суміші "А + В" та компоненти "В" виникають радіальні напруження (умовно показані стрілками на рис. 4а). У поляризованому світлі даний тип напружень візуалізується у вигляді радіальних темних смуг, орієнтація яких збігається з орієнтацією

поляризатора та аналізатора (рис. 4б). Останнє твердження цілком справедливе при далекому розташуванні окремих вкраплень. Якщо густина вкраплень висока, наприклад, така, що вони взаємно перекриваються в полі зору, то спостережувана картина напружень, очевидно, має складніший характер. Неважко здогадатись, що в процесі навантаження вкраплення є джерелом виникнення макротріщин (рис. 4в), що призводить до передчасного зношування друкарських форм.

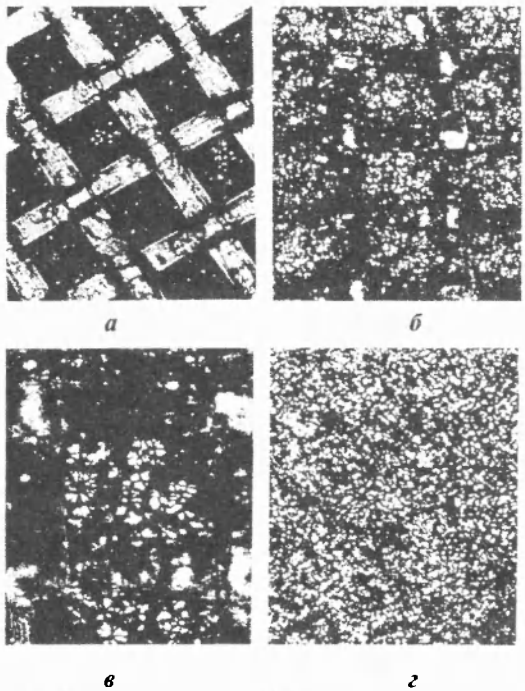

Рис.3. Поліамідна композиція №5 у поляризованому світлі:
а – струни сітки орієнтовані під кутом ~45^0 до схрещених поляризатора та аналізатора (збільшення ~100х);
б – струни паралельні / перпендикулярні аналізатору та поляризатору (збільшення ~ 100х);
в – те саме, що на рис.3б, із збільшенням ~ 200х;
г – композиція, нанесена на скляну пластинку (збільшення ~ 50х)

Отже, композиції № 2 і 5 не видаються особливо перспективними як з точки зору механічної стійкості, так і з точки зору довговічності друкарських форм, виготовлених на їх основі. Це підтверджується практичними результатами друку з використанням указаних матеріалів (було виявлено передчасне руйнування друкарських форм).

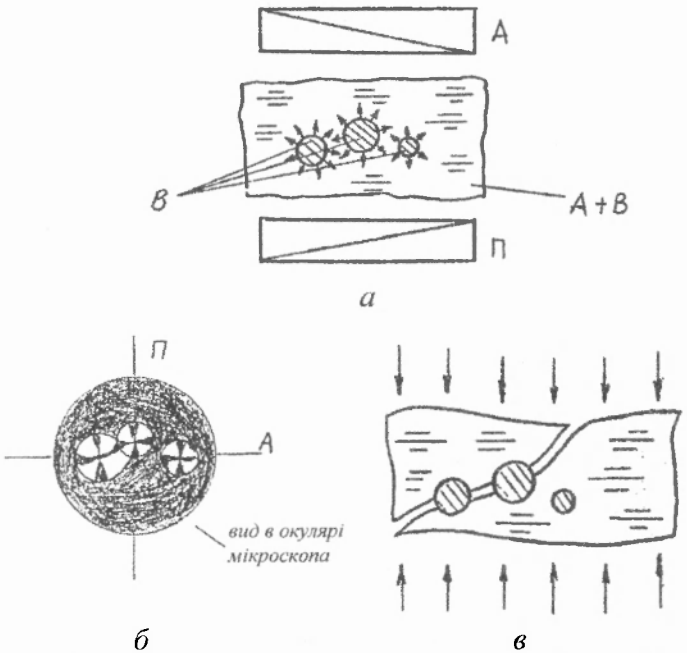

Рис.4. Випадання "надлишкової"компоненти "В" у поліамідній композиції "А–В" (схематичне зображення), що супроводжується виникненням радіальних напружень (а), та вид даних включень у поляризованому світлі (б), наявність включень супроводжується послабленням механічних властивостей друкарських матриць, що призводить до утворення тріщин і розривів у процесі експлуатації (в)

Таким чином, оптико-поляризаційні спостереження можуть успішно використовуватись як експрес-метод для контролю нових фотополімерних композицій, а також для

швидкого контролю механічних властивостей полімерних матриць (друкарських форм), що застосовуються в технології друкування.

1. Дуб Я.І., Огірко І.В., Ясінський М.Ф. Математичне моделювання друкарських форм. Львів, 1994. 2. Лазаренко Э.Т. Фотохимическое формование печатных форм. Львів, 1984. 3. Шибанов В.В. Физическая химия фотополимеризующихся материалов.1989.

Стаття надійшла до редколегії 28.01.99