
Б. Ю. ГОРДИНСЬКИЙ, Е. Г. АКОЄВА,
С. І. БЕЛІЦЬКА, С. А. ГОРБАН

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗЧИНЕННЯ ПРОБІЛІВ ТА УТВОРЕННЯ РЕЛЬЄФУ ФОТОПОЛІМЕРНИХ КЛІШЕ

Роль різних факторів у процесі розчинення шару фотополімерного кліше, що не заполімеризувався на пробільних ділянках, викликає практичний і теоретичний інтерес.

Для вивчення цього питання було проведено дослідження залежності швидкості вимивання від ширини пробілів, температури розчину, концентрації та природи вимивного розчину, швидкості обертання роторів вимивної машини, віддалі між пластиною та освітлювачем під час експонування.

Для цих досліджень ми використовували модельний негатив, що складається з ряду паралельних штрихів різної ширини з такими ж пробілами, а також негатив лінійного растра з лініатурою від 20 до 70 *лін/см*.

З негативу, що містить п'ять модельних сригіналів, було виготовлено на одній формній пластині з шаром товщиною 0,9 мм ряд копій. Як джерело УФ-світла використовувались два пальники ПРК-7, розташовані паралельно на відстані 30 *см*.

Експонування проводилось в горизонтальній рамі, що обертається навколо вертикальної осі з швидкістю 4 *об/хв* з лавсановою плівкою, на віддалі 50 та 80 *см* від освітлювача, протягом 12 та 25 *хв*.

Виготовлені копії були розрізані на окремі модельні форми. Вимивання шару, що незаполімеризувався на пробілах, проводилось в лабораторній вимивній машині УНДІПП з двома роторами, швидкість обертання яких регулюється автотрансформатором ЛАТР-2 та вимірюється електричним тахометром, а температура вимивного розчину підтримується на заданому рівні за допомогою електронагрівача та контактного термометра. Для вимивання використовували розчини бікарбонату натрію 2 та 3%-ної концентрації і 1%-ний розчин соди, при температурах 20 і 45°C та при обертанні роторів з швидкістю 500, 700 і 900 *об/хв*.

Щоб визначити швидкість вимивання, модельні копії з широкими пробілами оброблялись у вимивній машині при кожному з перелічених вище параметрів протягом 5, 10, 15, 20 та 25 *хв*, а копії з лінійними растрами — 3, 6, 9, 12, 15 і 20 *хв*.

Коли заданий час минав, модельні кліше знімались, промивались водою та висушувались. Для кожного проміжку часу вимивання та кожного з параметрів режиму вимивання виготовлялась окрема модельна копія та форма з неї.

Після висушування форми за допомогою приладу ПМТ визначалась глибина вимивання в пробілах шириною 0,33; 1,5 та 11 *мм* і в пробілах лінійного растра 20, 40, 48, 54 та 70 *лін/см*.

Одержані дані зібрані в таблицях; на основі даних побудовані залежності швидкості вимивання від температури, концентрації та природи вимивного розчину, від швидкості обертання роторів та від ширини пробілів. Графіки приведені на рис. 1—4.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. *Вплив концентрації та природи лужного вимивного розчину.* З рис. 1 видно, що із зменшенням концентрації бікарбонату натрію швидкість вимивання збільшується. Це можна пояснити тим, що розчин натрієвої солі лугорозчинного полімеру, який утворюється при взаємодії 2%-ного бікарбонату з шаром, має меншу концентрацію і в'язкість, ніж той же самий розчин, який утворюється при дії 3%-ного бікарбонату, і тому швидко вимивається з вузьких пробілів. Ще швидше відбувається вимивання 1%-ним розчином соди, внаслідок його меншої концентрації і більшої лужності.

2. *Вплив швидкості обертання роторів.* Із збільшенням кількості обертів роторів вимивної машини швидкість вимивання збільшується особливо в вузьких пробілах (рис. 2).

При середній ширині пробілів (1,5 мм) різниця в швидкості вимивання при 700 і 900 обертах невелика, а в широких пробілах вона практично однакова. Тому, враховуючи бажаність зменшення глибини вузьких пробілів, оптимальною кількістю обертів можна вважати 700.

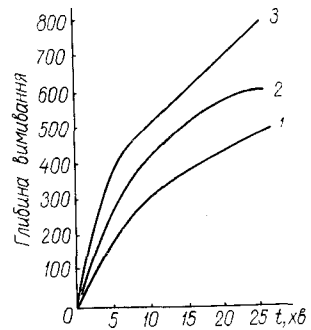


Рис. 1. Криві вимивання.

1 — 3%-ним розчином NaHCO_3 ;
2 — 2%-ним розчином NaHCO_3 ;
3 — 1%-ним розчином Na_2CO_3 .

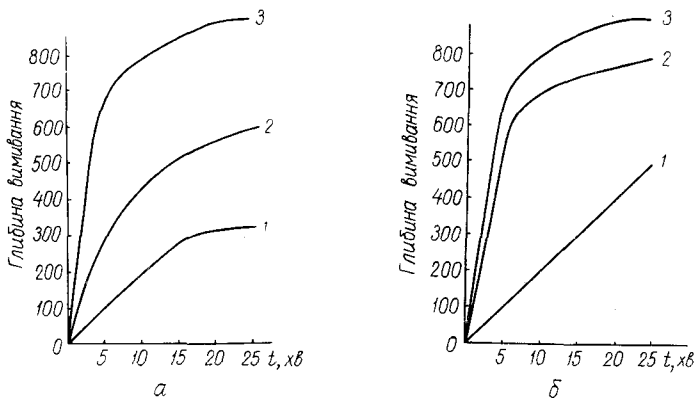


Рис. 2. Криві вимивання при різних швидкостях обертання роторів.

а — ширина пробілу 0,33 мм; б — ширина пробілу 1,5 мм.

1 — 500 об/хв; 2 — 700 об/хв; 3 — 900 об/хв.

3. *Вплив ширини пробілів.* З рис. 3 видно, що для вузьких, середніх і широких пробілів шириною 0,33; 1,5 і 11 мм швидкість вимивання збільшується із збільшенням ширини пробілу.

Особливо велика різниця в швидкостях вимивання в початковому періоді вимивання. Так, при швидкості обертання роторів 700 об/хв для пробілу шириною 0,33 мм швидкість вимивання становить 60 мкм/хв, а для пробілу 11,5 мм — 140 мкм/хв. На п'ятій хвилині швидкість різко падає і стає приблизно однаковою для пробілів різної ширини — 7,5; 7,85 і 8 мкм/хв і далі не змінюється до повного вимивання шару в пробілах.

Вимивання в дуже вузьких пробілах повинно протікати інакше (рис. 4). В цьому випадку швидкість вимивання повинна визначатись не швидкістю взаємодії шару з водним лужним розчином, яка від ширини пробілу не залежить, а швидкістю переходу в'язкого розчину високомолекулярних продуктів з дуже вузьких пробілів на поверхню, тобто швидкістю дифузії.

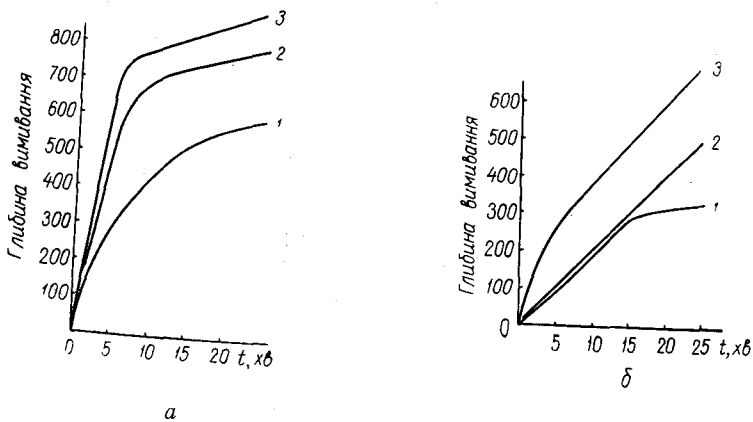


Рис. 3. Криві вимивання пробілів різної ширини.

а — число обертів ротора 500 об/хв; б — число обертів ротора 700 об/хв.
1 — ширина пробілу — 0,33 мм; 2 — ширина пробілу — 2,55 мм; 3 — ширина пробілу — 1,1 мм.

Із зменшенням ширини пробілів швидкість дифузії і, отже, швидкість вимивання повинна зменшуватись. Це повинно позначитись і на глибині вимивання вузьких пробілів і на профілі вузьких друкуючих елементів.

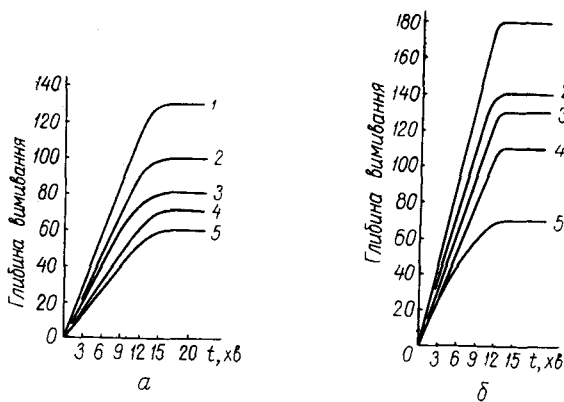


Рис. 4. Криві вимивання 2%-ним розчином NaHCO_3 .

а — при температурі 20°C; б — при температурі 45°C.
1 — лінійність растра 20 ліній/см; 2 — 40 ліній/см;
3 — 48 ліній/см; 4 — 54 ліній/см; 5 — 70 ліній/см.

Ці припущення підтверджуються кривими вимивання. З рис. 4 видно, що із зменшенням ширини пробілу швидкість вимивання зменшується. Для кожної ширини пробілу швидкість вимивання в процесі вимивання залишається приблизно однаковою. Її можна визначити графічно на прямолінійній ділянці кривої.

Так, для вимивання 2%-ним бікарбонатом при 20°C вона становить для лініатури

20 лін/см	— 9,3 мкм/хв
40 „	— 7,0 „
48 „	— 5,9 „
54 „	— 4,8 „
70 „	— 4,0 „

При певній для кожної ширини пробілу глибині вимивання припиняється, і глибина залишається постійною. В міру поглиблення ширина вузького пробілу швидко зменшується і відповідно зменшується швидкість дифузії до тих пір, поки не стане незначно малою, і вимивання практично припиняється. Гранична глибина вимивання збільшується із збільшенням ширини пробілу.

Для одного й того ж пробілу вона збільшується також з підвищенням температури.

У вузьких пробілах фотополімеризація при опромінюванні не відбувається тільки в верхній частині пробілу. Профіль і глибина шару, що не заполімеризувався у вузькому пробілі, визначаються нахилом падаючих на шар через край друкуючого елемента негативу актинічних променів, тобто залежать від розміщення пластини відносно освітлювача і віддалення пластини від освітлювача.

Якщо позначити ширину пробілу l , глибину незаполімеризованого в пробілі шару h і кут нахилу стінки друкуючого елемента до горизонталі α , то не важко вивести, що

$$h = \frac{l}{2} \operatorname{tg} \alpha.$$

Кут α можна виміряти за допомогою мікроскопу БІМ. На перерізі друкуючого елемента, одержаного при віддаленні пластини від освітлювача на 50 см, цей кут дорівнює 60°.

$$\operatorname{tg} 60^\circ = 1,73,$$

отже

$$h = 0,87l.$$

Порівняємо обчислену за формулою глибину пробілу із знайденою при температурі 20°C.

Таблиця 1

Лініатура, лін/см	Ширина пробілів, мкм	Глибина пробілів, мкм	
		знайдена	обчислена
20	250	130	217
40	125	100	107
48	104	80	90,5
54	92,5	70	80
70	71,5	60	62

З цієї табл. 1 видно, що глибина пробілів менша, ніж обчислена товщина незаполімеризованого шару в пробілі. Це знову підтверджує наші припущення про роль дифузії. Частина незаполімеризованого шару в глибині пробілу не вимивається. З підвищенням температури вимивання шару дифузія прискорюється, і ця частина, що не вимивається, зменшується.

4. Вплив температури на швидкість й глибину вимивання. Значно впливає на швидкість вимивання температура вимивного розчину. Порівнюємо швидкість вимивання вузьких пробілів модельних форм, одержаних при віддаленні освітлювача на 50 і 80 см при температурі 20 і 45°C. Швидкості вимивання, знайдені графічно на прямолінійних ділянках кривих вимивання, наведені в табл. 2, 3.

Таблиця 2

Залежність швидкості вимивання від температури
(віддаль від освітлювача 50 см)

Лініатура растра, ліній/см	Швидкість вимивання, мкм/хв		Відношення швидкостей вимивання $v_{45}^{\circ}/v_{20}^{\circ}$
	при темпера- турі 20°C	при темпера- турі 45°C	
20	9,3	14,9	1,6
40	7,0	11,8	1,7
48	5,9	10,5	1,8
54	4,8	8,9	1,9
70	4,0	6,2	1,6

Таблиця 3

Залежність швидкості вимивання від температури
(віддаль від освітлювача 80 см)

Лініатура растра, ліній/см	Швидкість вимивання, мкм/хв		Відношення швидкостей вимивання $v_{45}^{\circ}/v_{20}^{\circ}$
	при темпера- турі 20°C	при темпера- турі 45°C	
20	7,0	13,2	1,9
40	6,6	10,5	1,6
48	4,2	6,8	1,6
54	3,2	7,6	2,4
70	2,7	5,6	2,1

З даних табл. 2, 3 видно, що при підвищенні температури від 20 до 45°C швидкість вимивання в вузьких пробілах збільшується в 1,6—2,4 раза. З кривих вимивання (див. рис. 1) видно, що при підвищенні температури зростає не тільки швидкість вимивання, але й гранична глибина вимивання, що також підтверджує роль дифузії. Відбиття світла від підкладки і розсіяння його в шарі не може залежати від температури. Крім цього, як показує наш досвід роботи з фотополімерними кліше, інтенсивність відбитого і розсіяного актинічного світла недостатня для одержання нерозчинного тримірного фотополімеру. Ступінь зшивки лінійних ланцюгів під дією розсіяного і відбитого світла невелика, і такі зшиті ланцюги вимиваються так само, як і лінійний полімер, що не змінився в неопромінених ділянках. Тому відбите і розсіяне світло не може, на нашу думку, впливати на рельєф друкарської форми, так само як і вільні радикали, які залишаються в шарі в момент припинення опромінювання, і також визивати зшивку.

Висока роздільна здатність наших фотополімерних шарів (більше 250 *лін/см*) була б неможливою, якби ці вільні радикали визивали втрату розчинності шару в неопромінених ділянках на межі з опроміненими.

Таким чином, головним фактором, визначаючим глибину вузьких пробілів фотополімерних друкарських форм і рельєф друкарської форми, є дифузія в'язких розчинів полімерів, які утворюються при взаємодії вимиваючого розчину з неопроміненим шаром у вузьких пробілах, і її швидке сповільнення в міру поглиблення пробілу і його звуження.

B. I. GORDINSKY, E. G. AKOYEVA, S. I. BYELTSKAJA, S. A. GORBAN

RESEARCH OF NON-IMAGE AREAS DISSOLUTION AND OF RELIEF FORMING PROCESS OF PHOTOPOLYMER PRINTING PLATES

Summary

The dependence of wash-out rate of photopolymer plates non-printing areas on the concentration and character of developing alkaline solution, on the rotation speed of developing machines, rotors, the non-image areas width and the distance between the plate and light source during the exposure is investigated. The main factor, determining the depth of narrow non-printing areas of photopolymer plate as well as the relief of the latter, is the diffusion of viscous polymer solutions, formed by the interaction between the wash-out solution and unexposed layer in the narrow non-printing areas; another such factor is a rapid deceleration of the diffusion depending on the deepening and narrowing of non-image area.

