УДК 655.224.2
© Л. Маїк[1], 2012

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РАСТРОВАНОГО ЗОБРАЖЕННЯ НА ОБ'ЄМ КОМІРОК ФОРМ ГЛИБОКОГО ДРУКУ

Наведено розрахункові та експериментальні дані щодо впливу параметрів растра на об'єм комірок форм глибокого друку, виготовлених лазерним гравіюванням.

The article presents the calculation and experimental data of the raster parameters influence into cell volume of gravure printing plates produced by the laser engraving.

Функція растра в глибокому друці принципово відрізняється від його призначення у високому чи офсетному способі друку. У глибокому друці растр створює на друкарській формі сітку, яка виконує роль опори для ракеля. Крім того, утворені растром опорні лінії формують ізольовані одна від одної комірки, які заповнюються фарбою і запобігають її розтіканню. Практика показує, що найкращі результати для збереження системи растрових ліній (а це є важливою умовою працездатності друкарських форм) дають квадратні растри.

Напрям розташування комірок на поверхні растрованого зображення щодо твірної форми глибокого друку вказує на кут повороту растра. З огляду механічної роботи ракеля більш доцільним є розміщення ліній растра не паралельно до його сторін, а під кутом (кути 45° і 60°), у наших дослідженнях 45° (рис. 1). Щодо наповнення комірок фарбою ці кути мають переваги, оскільки комірки поступово заповнюються через бокові грані. Таке розміщення ліній растра, а, відповідно, і ракельних опор на друкарській формі, забезпечує більш стійкий процес друку, в іншому випадку форма швидко зношується, утворюються дефекти [1, 2].

Рис. 1. Схема растрових елементів, виготовлених з використанням YAG:Nd – лазера λ=1,06 мкм (ближній ІЧ–діапазон)

[1] Українська академія друкарства

Оскільки гравіювання форм проводиться за допомогою лазера, то це дає можливість, на відміну від традиційних способів виготовлення форм глибокого друку, у програмі підготовки зображення задавати лініатуру растра, крок растрової комірки і кут повороту растра, а також параметри комірок растрованого зображення (глибину комірки, кут нахилу бокових поверхонь, співвідношення комірок і перетинок), що впливає на їх об'єм та фарбомісткість форми. Ці величини розраховують за допомогою розроблених програм.

Усі параметри гравіювання елементів зображення впливають на об'єм комірок, а відповідно до цього, на кількість фарби, якою задруковується продукція. Тому важливою характеристикою форм глибокого друку є їх фарбомісткість, яка визначається об'ємом фарби на одиницю площі форми і вимірюється в $см^3/м^2$. Цей показник характеризує кількість фарби, яка перейде з друкарської форми на задруковуваний матеріал. Він залежить від об'єму однієї комірки і кількості комірок на одиниці площі форми. Ці характеристики залежать від лініатури растра, глибини комірки, кута нахилу бокових поверхонь, співвідношення комірок і перетинок.

Залежно від характеру зображення і призначення друкарської форми застосовують растри з різною лініатурою. При цьому для маркування продукції використовують растри з лініатурою 40–50 лін/см, для звичайних журнальних робіт – 60–70 лін/см, а для високоякісних видань – 70 лін/см і більше.

Лініатура растра визначає растровий крок (40 лін/см – 250 мкм, 50 лін/см – 200 мкм, 60 лін/см – 167 мкм, 70 лін/см – 143 мкм, 80 лін/см – 125 мкм, 100 лін/см – 100 мкм). При збільшенні лініатури растра зменшується растровий крок. При збільшенні лініатури растра й одинаковому співвідношенні перетинок і комірок, розмір растрової комірки і її об'єм зменшується (рис. 2 і рис. 3). У таблиці 1 наведено об'єм комірки і, відповідно, фарбомісткість форми для глибини 30 мкм при співвідношенні комірок і перетинок 1:2 для матеріалів А і Б.

Глибина комірок растрованого зображення значною мірою визначає їх об'єм і тому є дуже важливим параметром. При глибині гравіювання комірок зображення 60 мкм можуть виникнути труднощі з передачею фарби внаслідок капілярного ефекту. При недостатній глибині гравіювання зменшується кількість фарби, яка передається на задрукований матеріал. При лазерному гравіюванні полімерних форм глибокого друку можна отримати глибину гравіювання до 60 мкм залежно від характеру зображення. Вплив глибини комірки на її об'єм ($см^3$) та фарбомісткість ($см^3/м^2$) для лініатур 40, 50 лін/см і різному співвідношенні ширини перетинок до ширини отворів при максимальному куті

нахилу граней друкарського елемента для матеріалу А наведено на рис. 2 і 4, для матеріалу Б – на рис. 3 і 5.

Таблиця 1

Величини об'єму комірок полімерних форм для матеріалів А і Б

Лініатура растра, лін/см	Об'єм комірок, $см^3$		Фарбомісткість, $см^3/м^2$	
	Матеріал А	Матеріал Б	Матеріал А	Матеріал Б
40	$8{,}14\times10^{-7}$	$7{,}94\times10^{-7}$	13,02	12,70
50	$5{,}05\times10^{-7}$	$4{,}89\times10^{-7}$	12,63	12,23
60	$3{,}84\times10^{-7}$	$3{,}35\times10^{-7}$	12,49	12,02
70	$2{,}53\times10^{-7}$	$2{,}41\times10^{-7}$	12,35	11,80
80	$1{,}91\times10^{-7}$	$1{,}81\times10^{-7}$	12,22	11,59
100	$1{,}22\times10^{-7}$	$1{,}14\times10^{-7}$	12,21	11,43

Збільшення глибини гравіювання при всіх інших незмінних параметрах збільшує лінійно об'єм комірок і фарбомісткість форми (табл. 2).

Таблиця 2

Величини об'єму комірок і фарбомісткості форм для матеріалів А і Б

Лініатура растра, лін/см (співвідношення 1:2)	Діапазон зміни глибина комірки, мкм	Об'єм комірок, $см^3$		Фарбомісткість, $см^3/м^2$	
		Матеріал А	Матеріал Б	Матеріал А	Матеріал Б
40	5 ÷ 60	1,41÷15,27	2,264÷24,43	1,39÷14,68	2,228÷23,49
50	5 ÷ 60	0,88÷9,311	2,268÷23,277	0,87÷8,853	2,192÷22,13
60	5 ÷ 60	0,62÷6,320	2,218÷21,308	0,61÷5,94	2,164÷21,31
70	5 ÷ 60	0,453÷4,503	2,218÷22,02	0,44÷4,19	2,155÷20,493
80	5 ÷ 60	0,346÷3,35	2,217÷21,41	0,335÷3,08	2,146÷19,70
100	5 ÷ 60	0,226÷2,07	2,2÷20,7	0,217÷1,86	2,13÷18,64

Співвідношення комірок і перетинок є важливим параметром, який впливає на об'єм комірки, якість відбитків та механічну стійкість форми. Ширина перетинки впливає на здатність гравійованої поверхні переносити фарбу. Якщо ширина перетинки є великою, то при друкуванні краплі фарби повинні переміститись через перетинку, яка немає фарби. Наслідком цього є нерівномірність зображення, на якому можна побачити структуру растра.

Площа, яку займають растрові лінії, фактично є площею поглинання деякої частини самого зображення. Відповідно, чим ширша перетинка растрової комірки, тим більша площа відтворюваного рисунка

зникає, тому відтворюване зображення друкується з певними втратами. Але їх майже не видно без спеціальних приладів. Це відбувається тому, що растрові лінії за своєю шириною настільки незначні (при співвідношенні комірок і перетинок більше 1:2), що їх неможливо зауважити неозброєним оком. А прогалини, спричинені растровими лініями, нівелюються на відбитку самою друкарською фарбою. Досить рідка за консистенцією фарба для глибокого друку, переходячи з форми на задруковуваний матеріал, частково розпливається по поверхні й таким чином попадає на растрові лінії. Внаслідок цього в глибоких тінях рисунка, де фарба зосереджується у великій кількості, на відбитку неможливо побачити растрові лінії навіть при розгляді зображення крізь лупу. І тільки в місцях, де фарби є незначна кількість (у напівтонах і світлих ділянках зображення), крізь лупу можна роздивитися прогалини від растрових ліній. Причому ці растрові лінії не є чіткими й рівними внаслідок розтікання фарби поверхнею матеріалу із сусідніх комірок. Враховуючи втрати зображення від растрових ліній, при виборі лініатури растра та співвідношення комірок і перетинок необхідно враховувати якість зображення. Так, наприклад, для ілюстрацій низької якості растр можна застосовувати з меншою кількістю ліній, а для більш високохудожніх – з більшою кількістю. Таким чином, можна зробити висновок, що мінімальна ширина растрової лінії є оптимальною для проведення процесу друку [1, 2].

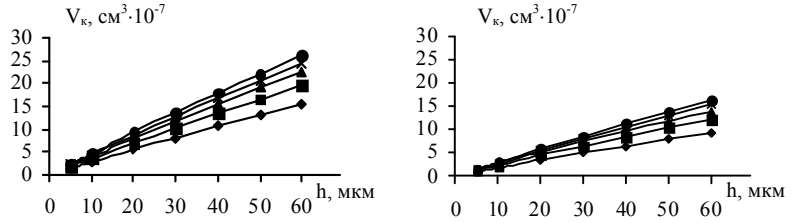
Але растрова лінія несе механічне навантаження. Щоб їй надати необхідну механічну стійкість, потрібно передбачити мінімальну можливу ширину перетинки. Тому застосовують растри з різним співвідношенням ширини прозорих і непрозорих елементів у діапазоні від 1:1 до 1:9. Растрові лінії найменш помітні на відбитках при використанні растрів з співвідношенням 1:5, але ці растри можна застосовувати тільки для машин з малою швидкістю друку. Для ротаційних аркушевих машин застосовують растри з співвідношенням 1:4; 1:3,5. Для ротаційних рулонних машин застосовується співвідношення 1:3. З підвищенням швидкості друку для підвищення тиражостійкості форм необхідно створювати на формі більш широкі лінії. Тому проводили дослідження форм з співвідношенням комірок і перетинок у діапазоні від 1:2, 1:3; 1:4; 1:5; 1:6.

Розрахунки для квадратного растра вказують, що при різній лініатурі растра, але одинаковому співвідношенні перетинок і комірок, площа, яку займають комірки, в процентному відношенні, є одинаковою, а об’єм комірок залежить тільки від глибини комірки та кута нахилу країв комірки. А при одній і тій самій лініатурі растра й зменшенні співвідношення перетинок і комірок, розмір растрової комірки зменшується. Це дає можливість розрахувати об’єм комірок і фарбомі-

сткість форми залежно від співвідношення перетинок і комірок та з урахуванням глибини комірки й кута нахилу бокової грані комірки для матеріалів А і Б (рис. 2, 3, 4, 5). Наприклад, об'єм комірок при глибині растрової комірки 40 мкм і лініатурі 40 лін/см матеріалу А при співвідношенні комірок і перетинок від 1:2 до 1:6 знаходиться у межах від $10{,}63 \cdot 10^{-7}$ см^3 до $17{,}97 \cdot 10^{-7}$ см^3 (фарбомісткість від 17 до 28,76 см^3/м^2); матеріалу Б – у межах від $10{,}3 \cdot 10^{-7}$ см^3 до $17{,}57 \cdot 10^{-7}$ см^3 (фарбомісткість від 16,5 до 28,1 см^3/м^2). Таким чином, шляхом зміни співвідношення комірок і перетинок можна отримувати комірки необхідного об'єму й відповідно необхідну кількість фарби на формі та відбитку.

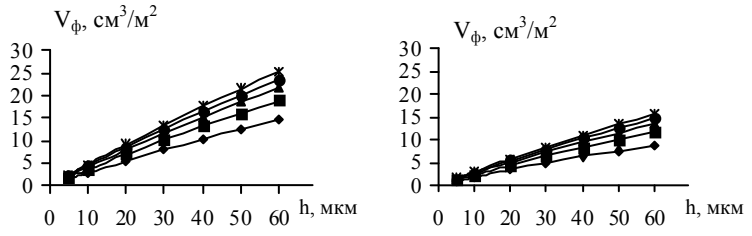
Для оптимальної фарбопередачі і переходу фарби з комірки на задрукований матеріал кращими є більш крутіші бокові поверхні, що відповідає максимальному куту нахилу бокових граней комірки. А кут нахилу растрової комірки залежить від режиму гравіювання.

Експериментальними дослідженнями процесу гравіювання матеріалів А і Б було встановлено, що максимальний кут нахилу бокових граней матеріалу А становить 80°, матеріалу Б – 78°. При цьому нахилі кута бокових граней матеріалів А і Б маємо комірку у формі зрізаної піраміди. Зміна кута нахилу бокових граней комірки впливає на зміну об'єму комірки і величину фарбомісткості форми: для матеріалу А (рис. 6 і 8) і для матеріалу Б (рис. 7 і 9). Для прикладу, об'єм комірки глибиною 40 мкм, лініатурі 40 лін/см, співвідношенні комірок і перетинок 1:2 матеріалу А: у діапазоні від 27° до 80° зміни кута нахилу бокових граней змінюється від $4{,}35 \cdot 10^{-7}$ см^3 до $10{,}63 \cdot 10^{-7}$ см^3 (фарбомісткість від 6,96 до 17 см^3/м^2), для матеріалу Б – від 25° до 78° зміни кута нахилу бокових граней змінюється від $3{,}75 \cdot 10^{-7}$ см^3 до $10{,}3\ 10^{-7}$ см^3 (фарбомісткість від 6 до 16,5 см^3/м^2). Таким чином, шляхом зміни кута бокових поверхонь при одинаковій лініатурі й глибині гравіювання можна цілеспрямовано змінювати об'єм комірок.



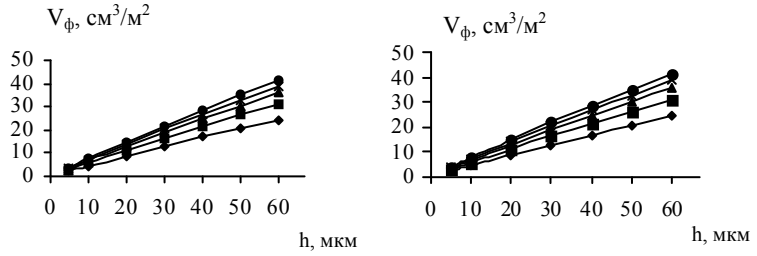
а) *б)*

Рис. 2. Залежність об'єму комірки (см^3) полімерної форми глибокого друку (матеріал А) від глибини комірки (кут нахилу 80°) для лініатури: а – 40 лін/см, б – 50 лін/см при співвідношенні ширини перетинки до ширини комірки: 1 – 1:2, 2 – 1:3, 3 – 1:4, 4 – 1:5, 5 – 1:6



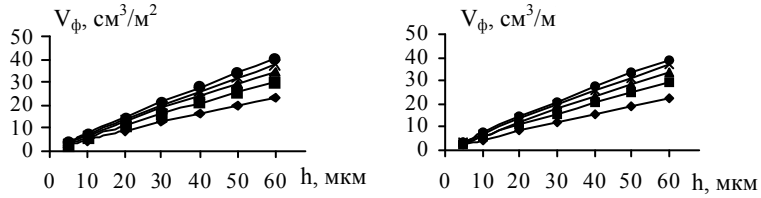
а) *б)*

Рис. 3. Залежність об'єму комірки (см^3) полімерної форми глибокого друку (матеріал Б) від глибини комірки (кут нахилу 78°) для лініатури: а – 40 лін/см, б – 50 лін/см, при співвідношенні ширини перетинки до ширини комірки: 1 – 1:2, 2 – 1:3, 3 – 1:4, 4 – 1:5, 5 – 1:6



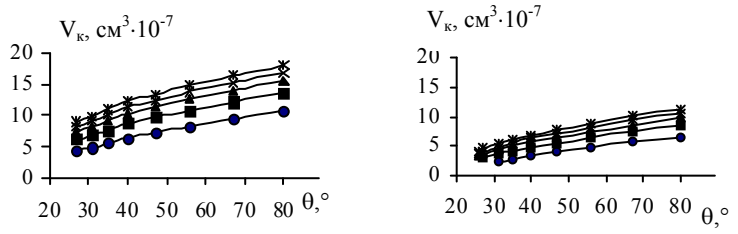
а) *б)*

Рис. 4. Залежність фарбомісткості (см^3/м^2) полімерної форми глибокого друку (матеріал А) від глибини комірки (кут нахилу 80°) для лініатури: а – 40 лін/см, б – 50 лін/см при співвідношенні ширини перетин ширини комірки: 1 – 1:2, 2 – 1:3, 3 – 1:4, 4 – 1:5, 5 –



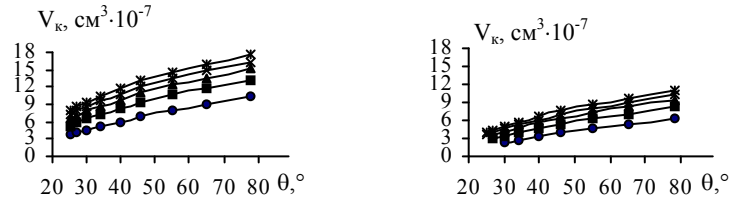
а) *б)*

Рис. 5. Залежність фарбомісткості (см^3/м^2) полімерної форми глибокого друку (матеріал Б) від глибини комірки (кут нахилу 78°) для лініатури: а – 40 лін/см, б – 50 лін/см при співвідношенні ширини перетинки до ширини комірки: 1 – 1:2, 2 – 1:3, 3 – 1:4, 4 – 1:5, 5 – 1:6



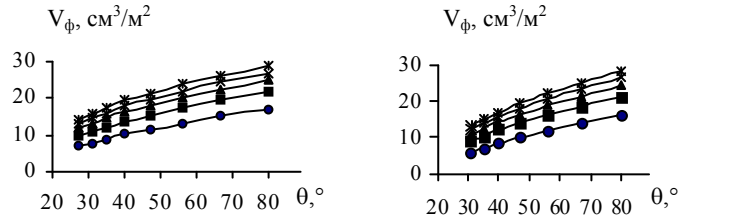
а) *б)*

Рис. 6. Залежність об'єму комірки (см^3) полімерної форми глибокого друку (матеріал А) від кута нахилу граней друкарського елем (глибина 40 мкм) для лініатури: а – 40 лін/см, б – 50 лін/см при співвід ленні ширини перетинки до ширини комірки: 1 – 1:2, 2 – 1:3, 3 – 1 – 1:5, 5 – 1:6



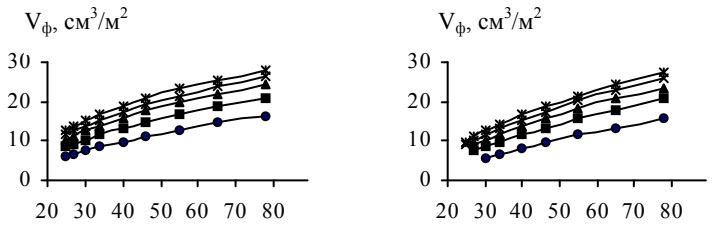
а) *б)*

Рис. 7. Залежність об'єму комірки (см^3) полімерної форми глибокого друку (матеріал Б) від кута нахилу граней друкарського елемента (глибина 40 мкм) для лініатури: а – 40 лін/см, б – 50 лін/см при співвідношенні ширини перетинки до ширини комірки: 1 – 1:2, 2 – 1:3, 3 – 1:4, 4 – 1:5, 5 – 1:6



а) *б)*

Рис. 8. Залежність фарбомісткості (см^3/м^2) полімерної форми глибокого друку (матеріал А) від кута нахилу граней друкарського елемента (глибина 40 мкм) для лініатури: а – 40 лін/см, б – 50 лін/см при співвідношенні ширини перетинки до ширини комірки: 1 – 1:2, 2 – 1:3, 3 – 1:4, 4 – 1:5, 5 – 1:6



а) *б)*

Рис. 9. Залежність фарбомісткості (см^3/м^2) полімерної форми глибокого друку (матеріал Б) від кута нахилу граней друкарського елемента (глибина 40 мкм) для лініатури: а – 40 лін/см, б – 50 лін/см при співвідношенні ширини перетинки до ширини комірки: 1 – 1:2, 2 – 1:3, 3 – 1:4, 4 – 1:5, 5 – 1:6

1. Современная глубокая печать / Под ред. Эдмина А.Г.: Пер. с нем. – М.: Книга, 1980. – 312 с. 2. Ефремов С.В. Глубокая печать. / Ефремов С.В., Стругач В.А., Дубинская В.А. Глубокая печать – М. Советская Россия, 1961. – 372 с.