

Офсетні пластини в лазерних формовивідних пристроях

(дослідження режимів насвічування зображень)

І.М. Петрів, к.т.н., Українська академія друкарства, м. Львів

Запровадження сучасних CtP-технологій та матеріалів для офсетного друку забезпечує виготовлення конкурентоспроможної високоякісної поліграфічної та пакувальної продукції. Для запису зображень на офсетних пластинах (ОП) закордонні фірми виготовляють пластини різних типів. Їх застосовують для насвічування в лазерних формовивідних пристроях – рекордерах (ЛФП). Проте в довідково-технічній літературі відсутня інформація щодо техніко-технологічних даних для встановлення режимів насвічування на ОП для різних конструкцій ЛФП. Як результат, питання дослідження режимів насвічування та набуття професійних знань стають актуальними для проектування нових і експлуатації наявних ЛФП.

Метою статті є дослідження режимів насвічування на ОП двох типів – світлочутливих зі срібловмісним або фотополімерним шарами та термочутливих, які закріплюються на зовнішньому або внутрішньому барабанах ЛФП.

У системах CtP залежно від типу джерела лазерного випромінювання, яке застосовується в ЛФП, найбільшого поширення отримали дві технології експонування офсетних друкарських форм:

- так звана «фіолетова технологія», реалізована на основі видимого випромінювання, за якою експонування формного матеріалу зі срібловмісним або фотополімерним шарами здійснюється фіолетовим лазерним променем з довжиною хвилі випромінювання, що дорівнює 405–410 нм;

- термальна, здійснена на основі інфрачервоного або теплового випромінювання, за якою формний матеріал чутливий до інфрачервоного лазерного променя з довжиною хвилі випромінювання, що дорівнює 830 нм і більше.

Срібловмісні ОП потребують меншої потужності лазерного випромінювання, а відтак і меншого часу запису, та є більш світлочутливими порівняно з іншими пластинами. Своєю чергою

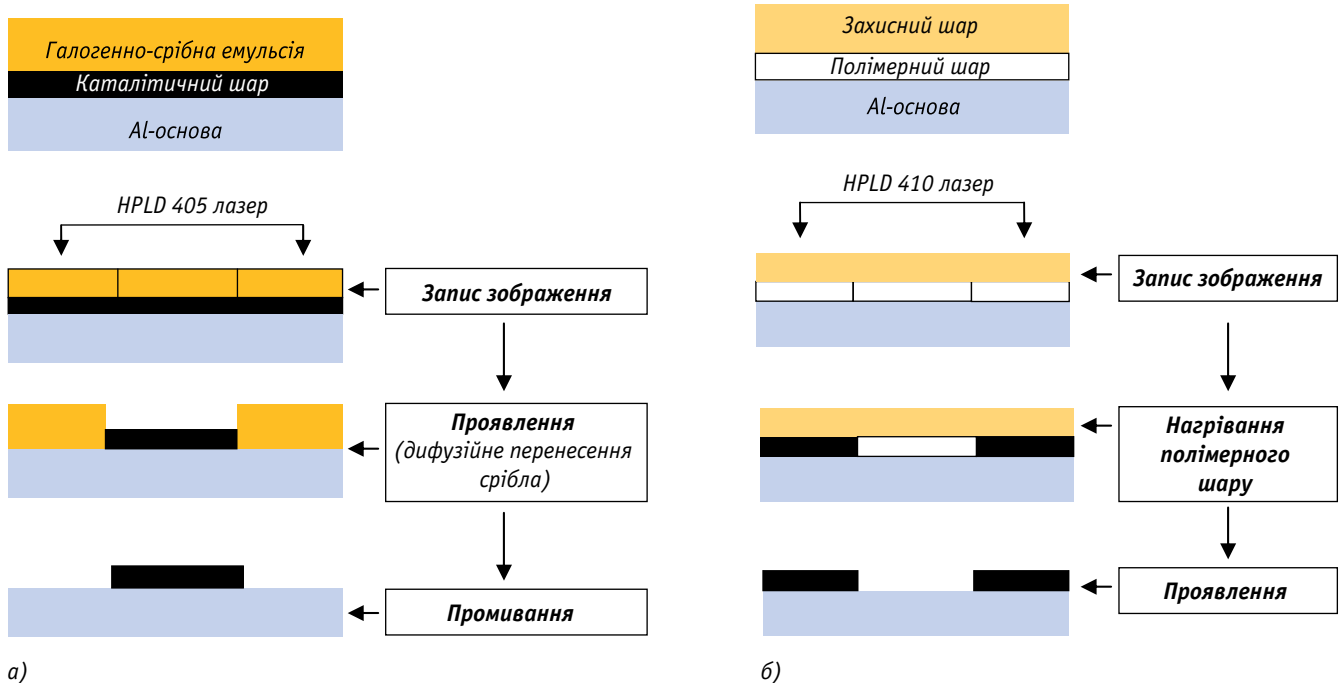


Рис. 1. Схеми технологій запису зображень на CtP-світлочутливих світловмісних (а) та фотополімерних (б) формних офсетних пластинах



це спричиняє підвищення продуктивності формовидного пристрою, зниження споживаної лазером потужності та збільшення терміну його служби.

Пластини на основі фотополімерного шару завдяки високій швидкості лазерного насвічування та простоті обробки широко застосовують у газетному виробництві.

Схематично технології запису зображень на СтР-світлочутливих ОП наведено на рис. 1. Під час лазерного запису зображень на срібловмісних ОП, які мають спектральну чутливість у фіолетовій (денній) зоні випромінювань 405 нм, лазер діє на світлочутливий шар як джерело світла (рис. 1а). Водночас його інтенсивність випромінювання невелика та активізує срібловмісні частинки, утворюючи приховане зображення. Частинки, які не потрапили в зону лазерної дії, у процесі проявлення дифундують до основи, а які потрапили – видаляються в процесі промивання, утворюючи пробільні елементи [1, 2].

Під час дії лазерного променя з довжиною хвилі випромінювання 410 нм на фотополімерний шар відбувається його зшивання (рис. 1б), а далі – його нагрівання (припинення росту полімеру) і проявлення (вимивання) з утворенням пробільних елементів [1, 2]. Для запису зображень високої роздільної здатності, можливості роботи при денному світлі, значної тиражестійкості та друку УФ-фарбами набуло більшого поширення застосування термальних офсетних пластин порівняно зі світлочутливими. Ці пластини складаються з алюмінієвої основи, покритої термочутливим покриттям, чутливим до ІЧ випромінювання лазерного променя в діапазоні від 830 до 1064 нм.

Найбільшого розповсюдження набули технології запису зображень на СтР-термальних ОП (рис. 2). Формування друкарських та пробільних елементів на термочутливих ОП можуть відбуватися в результаті:

- термічного руйнування композиційного термощару, нанесеного на Al-основу (рис. 2а). Такий шар під дією ІЧ лазерного випромінювання (за до-

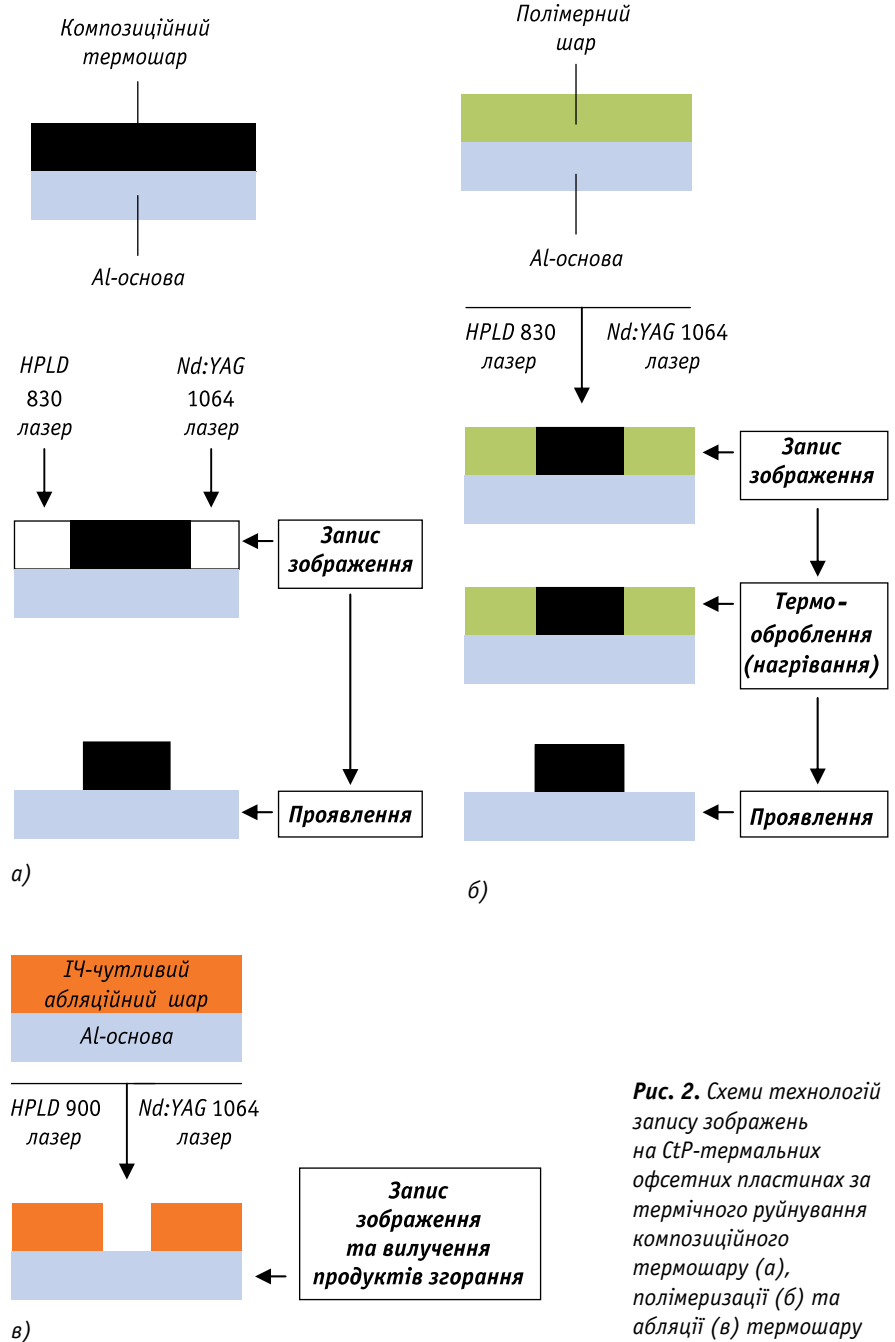


Рис. 2. Схеми технологій запису зображень на СтР-термальних офсетних пластинах за термічного руйнування композиційного термощару (а), полімеризації (б) та абляції (в) термощару

помогою потужних лазерних діодів з довжиною хвилі випромінювання 830 нм або твердотільного лазера Nd:YAG (1064 нм)) перетворюється в розчин у процесі проявлення ОП з утворенням пробільних елементів на Al-основі;

- полімеризації під дією тепла шарами (рис. 2б), які після насвічування ІЧ лазерним променем полімеризуються та стають нерозчинними в процесі проявлення

після нагрівання ОП і формують друкувальні елементи;

- абляції (руйнування) термощару вилученням його або з пробільних, або з друкувальних ділянок форми під дією лазерного променя (рис. 2в). Такий процес виготовлення офсетних форм не потребує подальшої операції хімічного проявлення, але в процесі насвічування необхідно вилучати продукти горіння термоабляційного шару [1, 3].

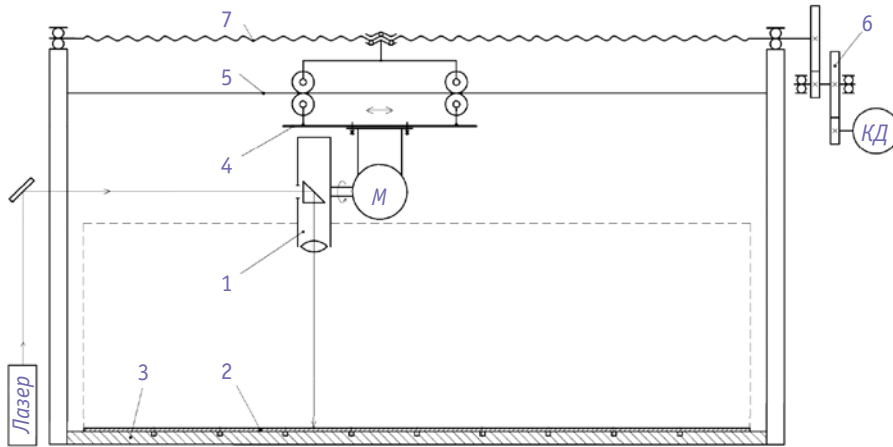


Рис. 3. Схема ЛФП із внутрішнім записом світлочутливих ОП

Із проведеного аналізу конструкцій ЛФП для запису зображень на ОП залежно від принципу насвічування встановлено, що набули поширення пристрої з внутрішнім кріпленням світлочутливих пластин на внутрішній поверхні нерухомого циліндра і зовнішнім кріпленням термальних пластин на зовнішній поверхні обертового циліндра.

У процесі виготовлення офсетних форм зі срібловмісними або фотополімерними шарами їх сканують лазерним променем, який діє у фіолетовій зоні випромінювань 405–410 нм, внаслідок одночасного обертання записувальної оптичної головки 1 (рис. 3) і переміщення її вздовж нерухома закріпленої вакуумом пластини 2 до внутрішньої поверхні циліндра 3. Оптична головка, яка встановлена на каретці 4, отримує зворотно-поступальний рух уздовж напрямних 5 від крокового двигуна КД через редуктор 6 і кулькову гвинтову передачу 7. Запис зображення на термальних ОП, які закріплені на зовнішній поверхні обертового циліндра 1 (рис. 4), здійснюється лінійкою інфрачервоних лазерних діодів 2 чисельністю 32 або 64 з довжиною хвилі випромінювання 830 нм, які встановлені на каретці 3. При одночасному обертанні циліндра з пластинною і переміщенні лінійки лазерних діодів уздовж твірної циліндра відбувається запис зображення на термальній пластині. Циліндр приводиться в обертотний рух від електродвигуна М через зубчато-пасову передачу 4, а каретка 3 із лазерними

діодами 2 переміщується за допомогою роликів 5 уздовж напрямних 6. Каретка отримує прямолінійний рух від крокового двигуна КД через редуктор 7 і кулькову гвинтову передачу 8.

Для обґрунтування вибору режимів насвічування ЛФП із внутрішньо-барабанним і зовнішнім принципом запису зображень на світлочутливих і термальних ОП визначено частоту обертання оптичної головки та циліндра і швидкість сканування залежно від продуктивності пристрою, формату запису, кількості записувальних лазерних променів та роздільної здатності запису зображень.

Час запису точково-растрового рядка з роздільною здатністю $R = 1270 \text{ dpi} = 50 \text{ т/мм}$ і $R = 2540 \text{ dpi} = 100 \text{ т/мм}$:

$$t = \frac{60T}{BR}, \quad (1)$$

де $T = 60/\Pi$, хв – загальний час запису зображень на пластині розмірами $A \times B$ (650×750 мм) з продуктивністю формовивідного пристрою $\Pi = 15$ форм/год і 25 форм/год.

Швидкість сканування ЛФП буде становити:

$$v = \frac{A}{t} = \frac{ABR\Pi \cdot 10^{-3}}{3600} \text{ (м/с)}, \quad (2)$$

а частота обертання оптичної головки або циліндра визначається за формулою:

$$n = \frac{BR}{Tz} = \frac{BR\Pi}{60z} \text{ (об/хв)}, \quad (3)$$

де z – кількість лазерних променів (для ЛФП із внутрішнім записом світ-

лочутливих ОП $z = 1$, а із зовнішнім записом термальних ОП $z = 32$ і 64 інфрачервоних лазерних діода).

У табл. 1 і 2 наведено режими лазерного запису зображень ЛФП на світлочутливих і термальних ОП. Отримані дані засвідчують, що для продуктивності пристроїв 15 і 25 форм/год і роздільної здатності 1270 і 2540 dpi частота обертання оптичної головки або циліндра та швидкість сканування збільшуються в 2 рази. Проте зі збільшенням роздільної здатності тривалість лазерного запису зображень ЛФП збільшується, а продуктивність зменшується. Для забезпечення незмінної продуктивності пристрою необхідно частоту обертання оптичної головки або циліндра і швидкість сканування збільшити вдвічі.

Частота обертання оптичної головки або циліндра та швидкість сканування для ЛФП із зовнішнім записом термальних ОП порівняно із ЛФП із внутрішнім записом світлочутливих ОП зменшуються пропорційно кількості застосовуваних лазерних променів, а саме у 32 і 64 рази (табл. 1, 2). Це дає змогу зменшити частоту обертання циліндра за однакової продуктивності пристрою, що значно зменшує його радіальне биття та відцентрові сили, які можуть змістити пластину з поверхні циліндра.

Основною задачею світлотехнічного розрахунку є визначення потужності лазерного випромінювання, яке використовується в лазерно-оптичних системах ЛФП для запису зображень на світлочутливих і термальних ОП.

Для розрахунку потужності лазерного випромінювання, необхідної для запису зображень на світлочутливих ОП, визначають необхідну експозицію. Із врахуванням спектральної світлової ефективності необхідна експозиція дорівнює:

$$H_H = \frac{H}{K(\lambda)}, \quad (4)$$

де H – експозиція, лк·с; $K(\lambda)$ – коефіцієнт спектральної чутливості світлочутливого шару.

Для отримання такої експозиції необхідна освітленість світлочутливого шару:

$$E = \frac{H_H}{t} \text{ (лк)}, \quad (5)$$

де t_e – час експонування, с.

Час експонування визначається як час пробігу лазерним променем відстані, що дорівнює діаметру світлової плямки d , тобто величині, зворотній роздільній здатності ($d = 1/R$):

$$t_e = d/v = 1/(Rv). \quad (6)$$

Згідно з формулами (4), (5), (6), освітленість дорівнює:

$$E = \frac{HRv}{K(\lambda)}. \quad (7)$$

Для утворення такої освітленості в світловій плямці площею $S = \pi d^2/4 = \pi/4R^2$ (м²) необхідний світловий потік у світлотехнічних одиницях:

$$\Phi = ES = \frac{\pi H v}{4K(\lambda)R} \text{ (лм)}. \quad (8)$$

Через механічний еквівалент світла M ($M = 0,001466$ Вт/лм) можна перейти до світлового потоку в енергетичних величинах:

$$\Phi_e = M\Phi \text{ (Вт)}. \quad (9)$$

Тоді потужність лазера, необхідна для запису зображень на світлочутливих ОП із заданою швидкістю сканування, буде становити:

$$P = \frac{\Phi_e}{\tau} = M \frac{\pi H v}{4K(\lambda)R\tau} \text{ (Вт)}, \quad (10)$$

де τ – коефіцієнт пропускання лазерно-оптичної системи формовивідного пристрою.

За залежністю (10) проаналізовано вплив швидкості сканування на потужність лазера для запису зображень на ОП зі срібловмісними і фотополімерними шарами при двох значеннях роздільної здатності $R_1 = 1270$ dpi = 50 точок/мм і $R_2 = 2540$ dpi = 100 точок/мм для коефіцієнта пропускання лазерно-оптичної системи $\tau = 0,08$ і експозицій для срібловмісних $H_1 = 50$ лк·с при коефіцієнті спектральної чутливості $K(\lambda) = 0,32$ і фотополімерних $H_2 = 300$ лк·с при $K(\lambda) = 0,51$.

За допомогою математичної програми MathCad отримано дані розрахунку потужності лазера для продуктивності пристрою 15 і 25 форм/год, роздільних здатностей 1270 і 2540 dpi для запису зображень на ОП зі срібловмісними і фотополімерними шарами на швидкості сканування 101,5; 203 м/с і 169; 338 м/с, що висвітлено в табл. 1. Розрахунки свідчать, що потужність лазера у 3,7 разу вища для насвічування на ОП з фотополімерними шарами, ніж зі срібловмісними. Це зумовлено нижчою світлочутливістю ОП з фотополімерними шарами.

На рис. 5 представлено залежності потужності лазера від швидкості сканування для ОП з срібловмісними і фотополімерними шарами для роздільних здатностей 1270 і 2540 dpi для ЛФП з продуктивністю 25 форм/год. Як видно з рис. 5, для $R_1 = 1270$ dpi та $R_2 = 2540$ dpi для ОП із срібловмісними і фотополімерними шарами, зі збільшенням швидкості сканування потужність лазера пропорційно зростає. Зі збільшенням швидкості сканування та роздільної здатності в 2 рази за умови однакової продуктивності ЛФП потужність лазера для запису зображень на ОП як зі срібловмісними шарами, так і з фотополімерними буде однаковою. Наприклад, для швидкостей сканування 200 м/с і 400 м/с ($R_1 = 1270$ dpi і $R_2 = 2540$ dpi) потужність лазера для срібловмісних пластин становить 8,9 мВт, а для фотополімерних – 33,8 мВт.

Таким чином, для запису зображень на ОП як зі срібловмісними, так і з фотополімерними шарами для швидкостей сканування 200–350 м/с і роз-

Таблиця 1.

Режими лазерного запису зображень на світлочутливих офсетних пластинах зі срібловмісним і фотополімерним шарами

Продуктивність P , форм/год		15		25	
		1270	2540	1270	2540
Роздільна здатність R , dpi		1270	2540	1270	2540
Частота обертання оптичної головки n , об/хв		9375	18750	15625	31250
Швидкість сканування v , м/с		101,5	203	169	338
Потужність лазера P , мВт:	для офсетних пластин зі срібловмісним шаром, $H_1 = 50$ лк·с, $K(\lambda) = 0,32$	4,6	4,6	7,6	7,6
	для офсетних пластин із фотополімерним шаром, $H_2 = 300$ лк·с, $K(\lambda) = 0,51$	17,2	17,2	28,6	28,6

Таблиця 2.

Режими лазерного запису зображень на термальних офсетних пластинах з полімерним і термоабляційним шарами

Продуктивність P , форм/год		15		25	
		1270	2540	1270	2540
Роздільна здатність R , dpi		1270	2540	1270	2540
Частота обертання циліндра n_c , об/хв.:					
$z = 32$ л. д.		293,00	586	488	976
$z = 64$ л. д.		146,50	293	244	488
Швидкість сканування v_0 , м/с:					
$z = 32$ л. д.		3,17	6,35	5,29	10,58
$z = 64$ л. д.		1,59	3,18	2,64	5,29
Потужність лазера P , мВт:	для офсетних пластин з полімерним шаром:				
	$z = 32$ л. д.	0,23	0,12	0,30	0,15
	$z = 64$ л. д.	0,16	0,08	0,21	0,11
	для офсетних пластин з термоабляційним шаром:				
	$z = 32$ л. д.	0,73	0,36	0,94	0,47
	$z = 64$ л. д.	0,50	0,25	0,66	0,33

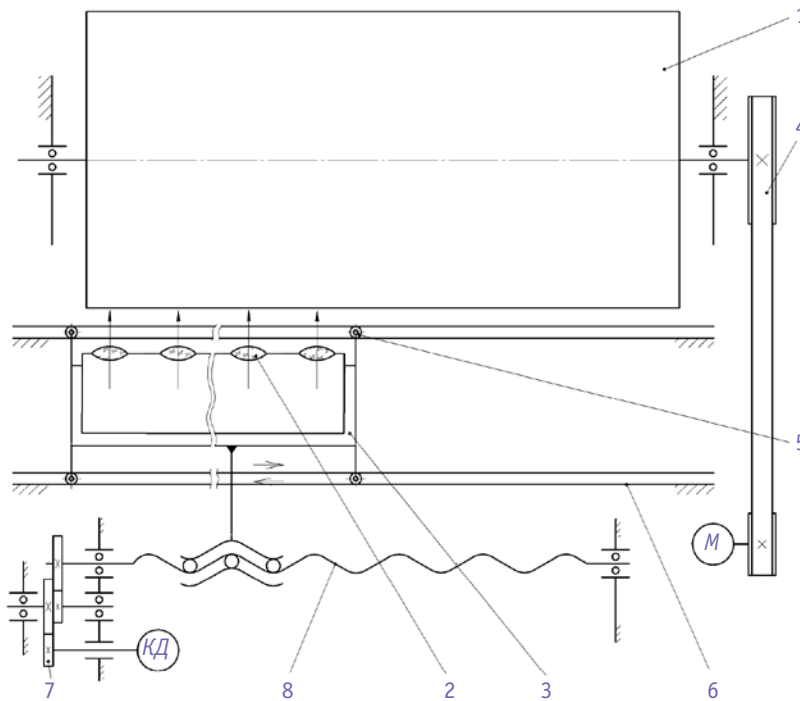


Рис. 4. Схема ЛФП із зовнішнім записом термальних ОП

дільних здатностей 1270 і 2540 dpi можна застосовувати лазерні діоди однакової потужності, що перебуває в межах 40–60 мВт.

Потужність лазерного випромінювання, яка необхідна для запису зображень на термальних ОП лазерним пучком діаметром d ($d = 1/R$) у площині запису, визначається залежністю [4]:

$$P = \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^3} \times \frac{K(T-T_0)}{4,6} \times \sqrt{\frac{vd^3}{a}} \times \exp\left(4,6 \frac{d^2}{d_0^2}\right) \text{ (Вт)}, \quad (11)$$

де K – теплопровідність термошару термальної пластини, Вт/(м °С); T – порогова температура нагрівання термошару, °С; T_0 – початкова температура, °С; a – коефіцієнт температуропровідності термальної пластини, м²/с; v – швидкість сканування, м/с; d_0 – діаметр лазерного пучка в площині перетяжки, м.

Таким чином, швидкість сканування прямо пропорційна квадрату потужності. Приймавши, що запис зображення на термальних ОП відбувається лазерним пучком у площині

запису, який збігається із площиною перетяжки ($d = d_0$), отримаємо потужність лазера, необхідну для нагрівання або вилучення термошару з термальної ОП:

$$P = 42,5K(T-T_0)\sqrt{\frac{vd^3}{a}}. \quad (12)$$

За виразом (12) проаналізовано вплив швидкості сканування на потужність лазера, необхідної для запису зобра-

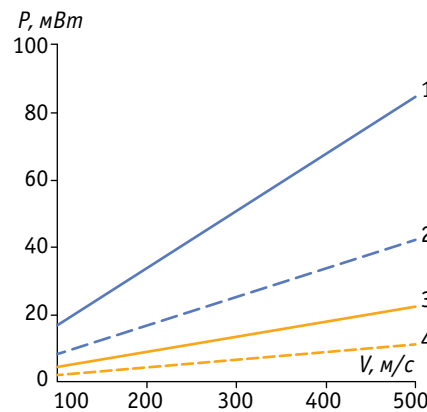


Рис. 5. Залежність потужності лазерного запису зображень від швидкості сканування на ОП з фотополімерним шаром: для $R_1 = 1270$ dpi (—), $R_2 = 2540$ dpi (---); зі срібловмісним шаром: для $R_1 = 1270$ dpi (—), $R_2 = 2540$ dpi (---)

жень на термальних ОП з полімерним і термоабляційним шарами для роздільних здатностей 1270 і 2540 dpi. Вважаємо, що ЛФП експлуатується за температури навколишнього середовища $T_0 = 18$ °С. При цьому діаметр лазерного пучка в площині запису на термальній ОП для роздільної здатності 1270 dpi буде дорівнювати $d = 20 \cdot 10^{-6}$ м, а для 2540 dpi діаметр $d = 10 \cdot 10^{-6}$ м. Теплопровідність полімерного шару $K = 0,04$ Вт/(м °С), коефіцієнт температуропровідності $a = 0,32 \cdot 10^{-7}$ м²/с і температура його випаровування під дією лазерного променя $T = 170$ °С. Відповідно, для термоабляційного шару $K = 0,16$ Вт/(м °С), $a = 1,2 \cdot 10^{-7}$ м²/с і $T = 250$ °С.

За допомогою математичної програми MathCad отримано дані потужності лазера для роздільних здатностей 1270 і 2540 dpi для запису зображень термальних ОП з полімерним і термоабляційним шарами (табл. 2).

Як видно з табл. 2, для ЛФП з продуктивністю 15 форм/год для швидкостей сканування 3,17 м/с і 1,59 м/с, кількості лазерних променів $z = 32$ і 64 при $R_1 = 1270$ dpi для ОП з полімерним і термоабляційним шарами потужність лазера зменшується у 2 рази для $R_2 = 2540$ dpi. Аналогічно і для ЛФП з продуктивністю 25 форм/год.

Збільшення кількості лазерних променів у 2 рази призводить до змен-

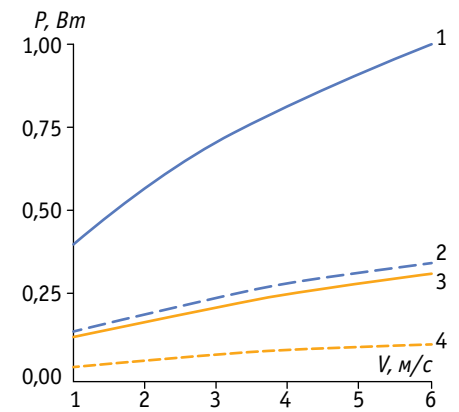


Рис. 6. Залежність потужності лазерного запису зображень від швидкості сканування на термальних ОП з термоабляційним шаром для $R_1 = 1270$ dpi (—), $R_2 = 2540$ dpi (---) та з полімерним шаром для $R_1 = 1270$ dpi (—), $R_2 = 2540$ dpi (---)



шення потужності лазера у 1,4 разу, що дає змогу застосовувати багатопрорізне сканування у ЛФП із зовнішньобарабанним принципом запису зображень на термальних ОП. Також потужність лазера у 3 рази вища для насвічування на термальні ОП з термообляційним шаром, ніж з полімерним, а максимальна потужність лазера має становити близько 1,0 Вт. На рис. 6 зображено залежності потужності лазера від швидкості сканування для термальних ОП з полімерним і термообляційним шарами для роздільних здатностей 1270 та 2540 дрі для ЛФП з продуктивністю 25 форм/год і кількістю лазерних променів 32.

Як видно з рис. 6, для $R_1 = 1270$ дрі та $R_2 = 2540$ дрі для термальних ОП з полімерним і термообляційним шарами потужність лазера зі збільшенням швидкості сканування нелінійно зростає. Потужність лазера для термальних ОП як з полімерним, так і з термообляційним шарами зменшується у 2,8 рази в разі збільшення роздільної здатності у 2 рази із 1270 дрі до 2540 дрі. Так, на швидкості сканування 6 м/с для ОП з термообляційним шаром потужність лазера для $R_1 = 1270$ дрі становить 0,99 Вт, а для $R_2 = 2540$ дрі – 0,35 Вт. Аналогічно і для термальних ОП з полімерним шаром. Це зумовлено тим, що площа насвічування сфокусованої лазерної плямки у 2 рази менша і, відповідно, вимагає меншої потужності лазерного випромінювання.

Висновки

Для запису зображень на світлочувливих ОП на швидкості сканування в межах 200–400 м/с і при роздільних здатностях $R_1 = 1270$ дрі та $R_2 = 2540$ дрі можна застосовувати лазерний діод однакової потужності в межах 40–60 мВт.

Встановлено, що застосування полімеризуючих шарів для насвічування на ОП порівняно з термообляційними вимагають застосування лазерів меншої потужності (приблизно в 3 рази). Це зумовлено тим, що пластини з полімеризуючими шарами мають вищу енергетичну чутливість порівняно з термообляційними.



Термальні ОП вимагають використання лазера потужністю близько 1,0 Вт, а світлочувливі ОП – у 25–30 разів меншої потужності. Така невисока потужність лазера дає змогу застосовувати багатопрорізне сканування в ЛФП із зовнішньобарабанним принципом запису зображень лінійкою лазерних діодів, зменшивши при цьому частоту обертання циліндра з ОП залежно від їх кількості, і, відповідно, значно мінімізувати биття циліндра за однакової продуктивності пристрою.

Продуктивність ЛФП пропорційно зростає зі збільшенням кількості лазерних променів та їх потужності, частоти обертання циліндра разом з ОП та швидкості сканування. Проте зі збільшенням роздільної здатності тривалість насвічування ЛФП для запису зображень на світлочувливих і термальних ОП збільшується, а продуктивність зменшується.

Література

1. Битюрин Т., Филін В. Формные материалы для CtP-технологии // Полиграфия. – 1999. – № 1. – С. 32–35.
2. Майк Л.Я. Computer-to-Plate: технология, материалы, устаткування: навч. посіб. / Л.Я. Майк, Т.Г. Дудок. – Львів: УАД, 2011. – 128 с.
3. Гудилин Д. CtP для офсетной печати // Мир этикетки. – 2005. – № 11. – С. 7–13.
4. Грибков А.В. Основы проектирования и расчета полиграфического оборудования. Проектирование и расчет наборного и формного оборудования: учеб. пособие / А.В. Грибков, Ю.Н. Самарин, Ю.Н. Ткачук. – М.: Изд-во МПИ, 1989. – 97 с.

Офсетные пластины в лазерных формовыводных устройствах (исследование режимов экспонирования изображений)

И.Н. Петрив, к.т.н.

В статье рассмотрены режимы экспонирования лазерных формовыводных устройств (ЛФУ) для записи изображений на свето- и термочувствительных офсетных пластинах (ОП). Приведены технологии записи изображений на CtP-светочувствительных и термальных ОП. Представлены конструкции ЛФУ для записи изображений на ОП в зависимости от принципа экспонирования. Исследованы частота вращения оптической головки и цилиндра и скорость сканирования в зависимости от производительности ЛФУ, формата записи, количества записывающих лазерных лучей и разрешающей способности записи. Определены мощность лазера ЛФУ для свето- и термочувствительных ОП в зависимости от скорости сканирования и разрешающей способности записи при заданных значениях параметров.

Ключевые слова: лазерное формовыводное устройство; светочувствительные и термочувствительные офсетные пластины; производительность; скорость сканирования; мощность лазера; разрешающая способность.

Offset printing plates in laser recorders (research of regimes of image recording)

I.M. Petriv, Ph. D.

This article shows regimes of laser devices during recording of images on a light-sensitive and heat-sensitive offset printing plates (OP). It is given the technologies to image recording on CtP-thermal and light-OP. It is presented the design of image recording devices, due to exposure principles. It was studied the frequency of rotation of the optical head, cylinder and scanning speed that depend on the devices productivity, format of recording, the number of recording laser beams and resolution settings. It was defined the power of laser exposure device for light-sensitive and heat-sensitive OP according to scanning speed and resolution of recording with specified parameters.

Keywords: exposure laser device; light-sensitive and heat-sensitive offset plates; productivity; scanning speed; laser power; resolution.