

УДК 655.326

*І. М. Петрів**Українська академія друкарства*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ ГРАВІЮВАННЯ ФОРМНИХ ЦИЛІНДРІВ ГЛИБОКОГО ДРУКУ НА ПОТУЖНІСТЬ ЛАЗЕРА

Наводяться дослідження та рекомендації щодо швидкості сканування синтезуючої головки і потужності лазера від режимів гравіювання формних циліндрів глибокого друку для формування растрових елементів на цинковому і маскувальному шарах.

Формний циліндр; глибокий друк; лазерне гравіювання; цинковий шар; чорний маскувальний шар; потужність лазера; швидкість сканування; оптична головка.

Процеси виготовлення форм глибокого друку за технологією «Комп'ютер – друкарська форма», при яких формні циліндри виготовляються способами прямого або опосередкованого лазерного гравіювання, базуються на лазерній обробці цинкового шару або вилученні тонкого чорного маскувального шару, попередньо нанесених на мідне покриття формного циліндра [3]. Механізм розділення друкарських і пробільних елементів здебільшого ґрунтується на тепловій дії сфокусованого лазерного випромінювання на формний циліндр. Лазерна обробка передбачає такі етапи [1–2]:

- 1) короткі імпульси лазерного випромінювання фокусуються на поверхні формного циліндра;
- 2) енергія поглинається шаром цинку або тонкого чорного маскувального шару;
- 3) у результаті поглинання енергії шар цинку або тонкий чорний маскувальний шар нагрівається, плавиться і випаровується;
- 4) через поверхневий натяг відбувається вилучення матеріалу;
- 5) відведення тепла відбувається внаслідок теплопровідності через формний циліндр.

Структура матеріалу, як правило, являє собою тонкий шар (2–50 мкм), нанесений на товстішу мідну поверхню формного циліндра. Під час дії лазерного променя на поверхню формного циліндра випромінювання лазера повністю поглинається матеріалом тонкого шару. Це приводить до нагрівання його до температури випаровування, в результаті чого матеріал вилучається з поверхні формного циліндра.

У процесі виготовлення форм глибокого друку формний циліндр сканується лазерним променем, інтенсивність випромінювання якого безперервно змінюється відповідно до зображення, яке гравіюється. При цьому нагрівання матеріалу відбувається через дію рухомого джерела тепла — синтезуючої оптичної головки лазерного гравіювального пристрою.

Для обґрунтування параметрів лазерного гравіювального пристрою потрібно дослідити і визначити швидкість сканування синтезуючої оптичної головки v і потужність випромінювання $P(\omega_0)$, необхідну для вилучення матеріалу в процесі гравіювання сканувальним лазерним променем залежно від режимів гравіювання, а саме від лінійності L гравіювання, товщини (глибини) d гравіювання матеріалу, теплопровідності K і коефіцієнта температуропровідності a матеріалу.

Для руйнування та випаровування всього шару товщиною d потрібно, щоб час його прогрівання $\tau_1 = d^2/a$ був меншим від часу $\tau_2 = 2\omega/v$ проходження променем відстані, рівній кроку сканування синтезуючої оптичної головки (кроку растрової структури 2ω). При цьому можна вважати, що температурний розподіл $T(\omega_0)$ встановлюється по всій товщині тонкого шару, чим забезпечується гравіювання друкарських елементів. Оскільки $\tau_1 \leq \tau_2$, то $\frac{d^2}{a} \leq \frac{2\omega}{v}$

і $v \leq \frac{2\omega a}{d^2}$. Припустивши, що $\tau_1 = \tau_2$, отримаємо $v = \frac{a}{Ld^2}$, де $L = 1/(2\omega)$.

Інтенсивність лазерного випромінювання, необхідна для формування растрової комірки діаметром $2\omega_0$, становить [2]:

$$q(\omega_0) = \frac{(T - T_0)K\sqrt{\pi}}{2\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{v}{a\omega_0}} \cdot \exp(\gamma\omega^2),$$

де $T_0 = 18^\circ\text{C}$ — початкова температура; $\gamma = 4,6/\omega_0^2$ — параметр Гаусового розподілу інтенсивності лазерного випромінювання.

Потужність лазерного випромінювання, що потрібна для гравіювання растрової комірки діаметром $2\omega_0$, дорівнює [2]:

$$P(\omega_0) = \frac{\pi q(\omega_0)}{\gamma} = \sqrt{\left(\frac{\pi}{2}\right)^3} \cdot \frac{K(T - T_0)}{4,6} \cdot \sqrt{\frac{v\omega^3}{a}} \cdot \exp(4,6 \frac{\omega^2}{\omega_0^2}),$$

де K — теплопровідність цинку ($K = 122 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$) і чорного маскувального шару ($K = 0,14 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$) відповідно; a — коефіцієнт температуропровідності цинку ($a = 0,45 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$) і чорного маскувального шару ($a = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$); $T = 906^\circ\text{C}$ — температура випаровування цинку ($T = 906^\circ\text{C}$) і чорного маскувального шару ($T = 160^\circ\text{C}$).

На основі отриманої залежності швидкість сканування v прямо пропорційна квадрату потужності. Припустивши, що $2\omega = 2\omega_0$, отримаємо потужність лазера, потрібну для вилучення матеріалу

$$P(\omega_0) = 42,5K(T_{\text{вип}} - T_0) \sqrt{\frac{v_0\omega_0^3}{a}}.$$

Застосуванням програми «MathCad», визначено графічні залежності швидкості сканування синтезуючої оптичної головки від глибини лазерного

гравіювання цинкового шару та товщини лазерного вилучення чорного маскувального шару для двох лініатур 70 і 140 лін/см (рис. 1, 2). Крім того отримано графічні залежності потужності лазера від швидкості гравіювання цинкового та маскувального шарів для тих же лініатур (рис. 3, 4).

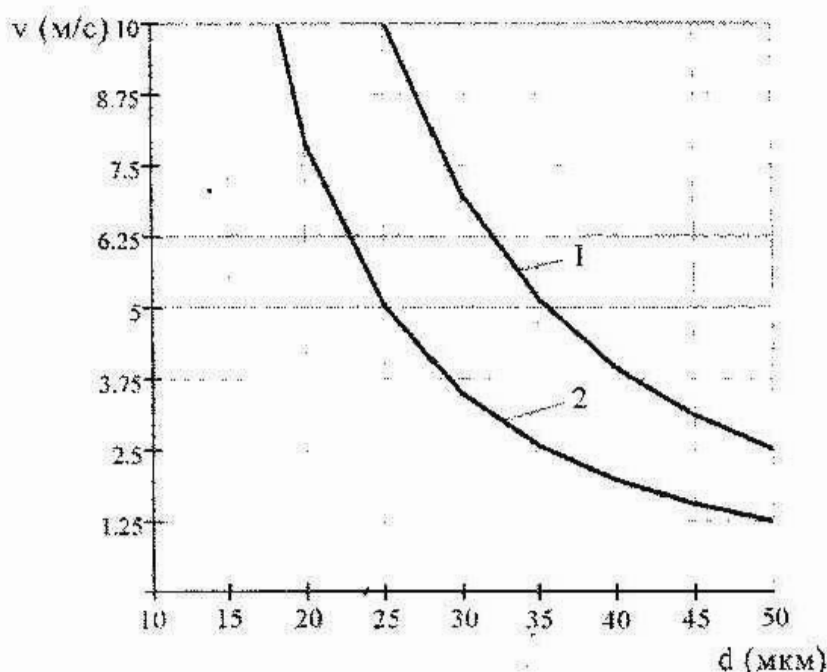


Рис. 1. Графік швидкості сканування оптичної головки від глибини лазерного гравіювання цинкового шару формних циліндрів глибокого друку:
1 — при $L = 70$ лін/см; 2 — при $L = 140$ лін/см

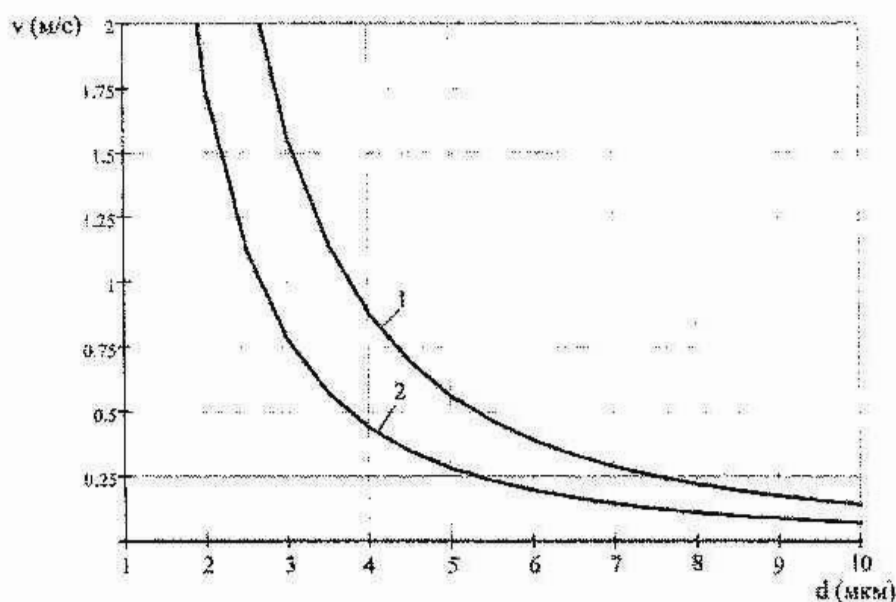


Рис. 2. Графік швидкості сканування оптичної головки від товщини лазерного вилучення чорного маскувального шару:
1 — при $L = 70$ лін/см; 2 — при $L = 140$ лін/см

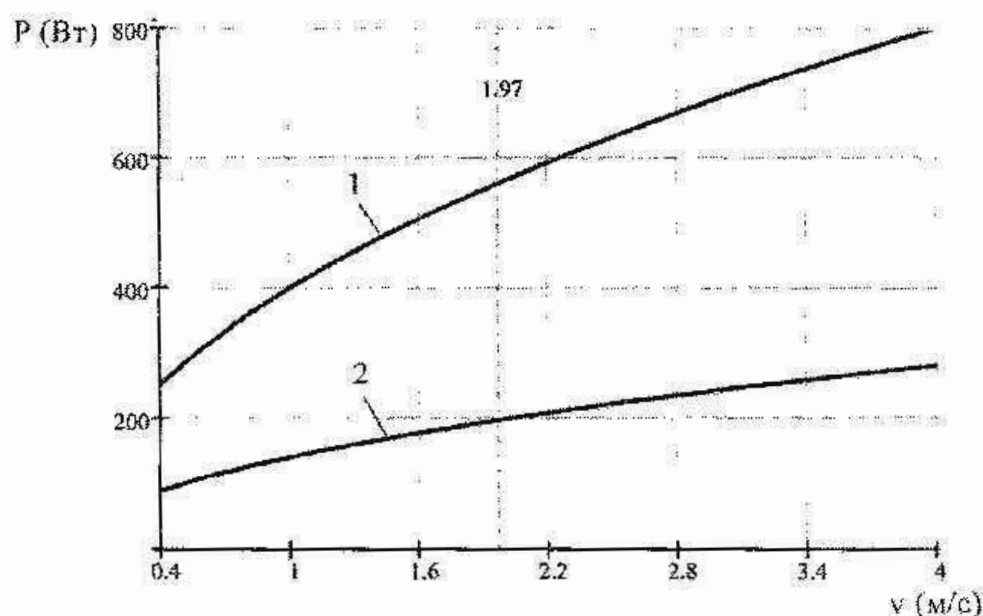


Рис. 3. Графік потужності лазера для гравіювання цинкового шару формних циліндрів глибокого друку від швидкості сканування оптичної головки:

1 — при $L = 70$ лін/см; 2 — при $L = 140$ лін/см

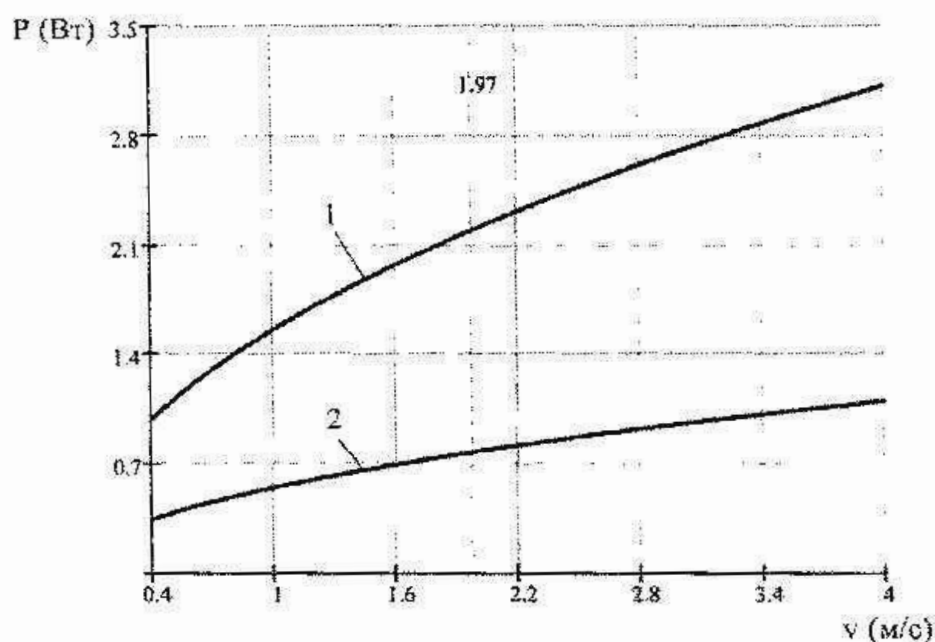


Рис. 4. Графік потужності лазера, потрібної для вилучення чорного маскувального шару, від швидкості сканування оптичної головки:

1 — при $L = 70$ лін/см; 2 — при $L = 140$ лін/см

За результатами досліджень встановлено, що із збільшенням глибини d лазерного гравіювання цинкового шару або товщини лазерного вилучення чорного маскувального шару швидкість v сканування оптичної головки змен-

шується. Для гравіювання цинкового шару на максимальну глибину 40 мкм при максимальній лінійності 140 лін/см становить 1,97 м/с (рис. 1), а для товщини чорного маскувального шару 4 мкм — 0,44 м/с відповідно (рис. 2).

Як видно із графіків, наведених на рис. 3 і 4, збільшення швидкості сканування оптичної головки спричинює експоненціальне збільшення потужності лазера. Так, найбільше значення потужності зафіксоване для гравіювання цинкового шару на максимальну глибину гравіювання 40 мкм при швидкості сканування оптичної головки 1,97 м/с, лінійності 70 лін/см, яка становить приблизно 560 Вт, а для лінійності 140 лін/см — 200 Вт. Мінімальна потужність лазера, що потрібна для вилучення чорного маскувального шару при лінійності 140 лін/см, товщині шару — 4 мкм і швидкості сканування приблизно 0,44 м/с, становить 0,36 Вт на одну оптичну синтезуючу головку, а на шість головок, кожна з яких формує свою растрову структуру — майже 2 Вт.

За результатами аналітичних досліджень встановлено, що для ефективного забезпечення функціонування лазерного пристрою для гравіювання як по цинковому, так і по чорному маскувальному шару необхідно, щоб швидкість сканування оптичної головки становила 1,97 м/с. Тоді потрібна потужність лазера для вилучення чорного маскувального шару дорівнюватиме 0,78 Вт на одну оптичну головку, а для шести головок — майже 4,7 Вт. Отримані результати уможливають застосування уніфікованої конструкції механічної частини лазерного пристрою для гравіювання формних циліндрів глибокого друку для однакових швидкостей сканування оптичної головки, але для різних за складом лазерно-оптичних систем.

1. 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. 2. Самарин Ю. Н. Конструирование и расчет формного оборудования: учеб. для вузов / Ю. Н. Самарин. — М.: Изд-во МПИ, 1989. — 97 с. 3. Тараненко Д. Лазерное гравирование цилиндров глубокой печати / Д. Тараненко // Флексо Плюс. — 2003. — № 3. — С. 22–29.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ГРАВИРОВКИ ФОРМНЫХ ЦИЛИНДРОВ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ НА МОЩНОСТЬ ЛАЗЕРА

Наводятся исследования и рекомендации относительно скорости сканирования синтезирующей головки и мощности лазера от режимов гравировки формных цилиндров глубокой печати для формирования растровых элементов на цинковом, так и на масочных слоях.

RESEARCH OF INFLUENCE OF MODES OF ENGRAVING OF FORMNICKH OF CYLINDERS OF DEEP PRINT IS ON POWER OF LASER

Researches are pointed and rekomendaciii in relation to speed of scan-out of synthesizing head and power of laser from the modes of engraving of formnikh cylinders of deep print for forming of raster elements on zinc, so on camouflage layers.

Стаття надійшла 16.03.10