

ОЦІНКА РІВНОМІРНОСТІ ФАРБОВОГО ШАРУ НА ПОВЕРХНІ ДУКТОРНОГО ЦИЛІНДРА

Фарба на поверхні дукторного циліндра являє собою тонкий шар, який складається з виступів та впадин і має через це значні коливання товщини. Для оцінки рівномірності фарбового шару слід розглядати коливання його товщини в двох взаємно перпендикулярних площинах по обводу і по твірній дукторного циліндра. Це пояснюється тим, що зміна товщини фарби в згаданих площинах викликана різними причинами.

Зміна товщини фарби по обводу дукторного циліндра викликається такими факторами:

- а) відхиленнями від циліндричності та радіальним биттям поверхні дукторного циліндра;
- б) періодичними деформаціями краю ножа під дією гідродинамічного тиску.

Зміна товщини фарби по твірній дукторного циліндра, крім технологічно необхідної, визначається:

- а) відхиленнями профілю поздовжнього перетину дукторного циліндра від прямолінійності;
- б) відхиленнями краю ножа від прямолінійності;
- в) прогинами краю ножа на відстані між регульовальними гвинтами під дією гідродинамічного тиску.

Розглянемо окремо умови формування фарбового шару в цих площинах, прийнявши за критерій оцінки рівномірності відношення мінімальної товщини шару δ_{\min} до максимальної δ_{\max} на відрізьку, який дорівнює відповідно периметру і довжині твірної дукторного циліндра [1]:

$$\kappa_R(\kappa_l) = \frac{\delta_{\min}}{\delta_{\max}}, \quad (1)$$

де κ_R, κ_l — коефіцієнти рівномірності відповідно по обводу і по твірній дукторного циліндра.

Якщо вважати, що товщини фарбового шару пропорційні динамічним зазорам, то

$$\kappa_R(\kappa_l) = \frac{S_{\text{д min}}}{S_{\text{д max}}}. \quad (2)$$

Як відомо [2],

$$S_{\text{д}} = S_{\text{с}} + \delta_{\text{н}}, \quad (3)$$

де $S_{\text{с}}$ — статичний зазор; $\delta_{\text{н}}$ — деформація ножа гідродинамічним тиском фарби.

Отже, для визначення величин $S_{\text{д min}}$ і $S_{\text{д max}}$ необхідно знайти послідовно $S_{\text{с min}}$ і $S_{\text{с max}}$.

Статичний зазор у довільному перетині

$$S_c = S_0 \pm e + \Delta R, \quad (4)$$

де S_0 — ідеальний зазор між поверхнею дукторного циліндра і краєм деформованого ножа (без урахування відхилень цих деталей від правильної геометричної форми); $e, \Delta R$ — відповідно радіальне биття поверхні і некруглість дукторного циліндра.

Максимальна і мінімальна величини статичного зазору будуть там, де некруглість ΔR , як фактор більший у порівнянні з биттям e , дорівнює відповідно максимуму ($\Delta R = \Delta R_{\max}$) і мінімуму ($\Delta R = 0$):

$$S_{c \max} = S_0 + \Delta R_{\max} + e_{\text{п}}; \quad (5)$$

$$S_{c \min} = S_0 - e_{\text{к}}, \quad (6)$$

де $e_{\text{п}}$ і $e_{\text{к}}$ — радіальне биття в точках, в яких відповідно

$$\Delta R = \Delta R_{\max} \text{ і } \Delta R = 0.$$

Гідродинамічний тиск у клиновій порожнині фарбового ящика прогинає край ножа і збільшує статичний зазор на величину $\delta_{\text{н}}$. Динамічний зазор у довільному перетині дуктора

$$S_{\text{д}} = S_c + \delta_{\text{н}} = S_0 \pm e + \Delta R + \delta_{\text{н}}. \quad (7)$$

Максимальна і мінімальна величини динамічного зазору відповідають перетинам, де статичний зазор досягає відповідно $S_{c \max}$ і $S_{c \min}$. А оскільки деформація $\delta_{\text{н}}$ обернено пропорційна S_c , то максимальному статичному зазору відповідатиме мінімальна деформація і навпаки:

$$S_{\text{д} \max} = S_{c \max} + \delta_{\text{н} \min}; \quad (8)$$

$$S_{\text{д} \min} = S_{c \min} + \delta_{\text{н} \max}. \quad (9)$$

Представимо величини $\delta_{\text{н} \max}$ і $\delta_{\text{н} \min}$ рівняннями, аналогічними (5) і (6),

$$\delta_{\text{н} \max} = \delta_{\text{н}}^0 + \delta_{\text{н}}^{\text{ек}}; \quad (10)$$

$$\delta_{\text{н} \min} = \delta_{\text{н}}^0 - \delta_{\text{н}}^{\text{R} \max} - \delta_{\text{н}}^{\text{еп}}, \quad (11)$$

де $\delta_{\text{н}}^0$ — деформації ножа, якщо відсутні радіальне биття і некруглість дукторного циліндра; $\delta_{\text{н}}^{\text{ек}}$, $\delta_{\text{н}}^{\text{еп}}$ — деформації ножа, які викликані зміною S_c за рахунок наявності радіального биття e у перетинах, де некруглість відповідно $\Delta R = \Delta R_{\max}$ і $\Delta R = 0$; $\delta_{\text{н}}^{\text{R} \max}$ — деформація ножа, яка спричиняється зміною зазору S_c за рахунок наявності некруглості в перетині, де $\Delta R = \Delta R_{\max}$.

Підставляючи вирази (5), (6), (10) і (11) у рівняння (8) і (9), одержимо:

$$S_{\text{д} \max} = S_0 + e_{\text{п}} + \Delta R_{\max} + \delta_{\text{н}}^0 - \delta_{\text{н}}^{\text{R} \max} - \delta_{\text{н}}^{\text{еп}}; \quad (12)$$

$$S_{\text{д} \min} = S_0 - e_{\text{к}} + \delta_{\text{н}}^0 + \delta_{\text{н}}^{\text{ек}}. \quad (13)$$

Перепишемо вирази деформації ножа $\delta_{\text{н}}$ у такому вигляді:

$$\delta_{\text{н}}^{\text{R} \max} = \psi \cdot \Delta R_{\max}; \quad \delta_{\text{н}}^{\text{еп}} = \psi \cdot e_{\text{п}}; \quad \delta_{\text{н}}^{\text{ек}} = \psi \cdot e_{\text{к}}, \quad (14)$$

де ψ — коефіцієнт пропорційності зміни деформації $\delta_{\text{н}}$ зміні статичного зазору.

Після підстановки виразів (14) у рівняння (12) і (13), врахувавши формулу (2), знайдемо:

$$\kappa_{\text{R}} = \frac{S_0 - e_{\text{к}}(1 - \psi) + \delta_{\text{н}}^0}{S_0 + (e_{\text{п}} + \Delta R_{\max})(1 - \psi) + \delta_{\text{н}}^0}. \quad (15)$$

Виходячи з найгіршої комбінації розташування радіального биття і некруглості, тобто, коли $-0,5 e_{\max}$, то $\Delta R=0$, і коли $+0,5 e_{\max}$, то $\Delta R=\Delta R_{\max}$, одержимо кінцеве рівняння рівномірності фарбового шару.

$$x_R^c = \frac{S_0 - 0,5 e_{\max} (1 - \psi) + \delta_n^0}{S_0 + (0,5 e_{\max} + \Delta R_{\max}) (1 - \psi) + \delta_n^0}, \quad (16)$$

де e_{\max} і ΔR_{\max} — максимальні значення радіального биття і некруглості дукторного циліндра.

Рівняння (16) дійсне для постійного обертання дуктора. Під час періодичного обертання виникає різка зміна колової швидкості від нуля до максимуму і навпаки, на порівняно невеликому куті повороту. У зв'язку з цим, рівняння (16) дещо змінює свій вигляд. Оскільки $S_{d \min}$ буде при швидкості $V=0$, а $S_{d \max}$ при $V=V_{\max}$, то в чисельнику величини δ_n^0 і ψ слід прийняти рівними нулю; в знаменнику $\delta_n^0 = \delta_{n^0 \max}$ (деформація за максимальної величини колової швидкості дуктора V_{\max}). Тоді рівняння рівномірності фарбового шару при періодичному обертанні набере вигляду

$$x_R^V = \frac{S_0 - 0,5 e_{\max}}{S_0 + (0,5 e_{\max} + \Delta R_{\max}) (1 - \psi) + \delta_{n^0 \max}}. \quad (17)$$

При оцінці рівномірності фарбового шару по твірній дукторного циліндра x_l слід урахувати, що на її величину впливає непрямолінійність краю ножа Δh і відхилення профілю поздовжнього перетину дуктора Δl , тобто статичний зазор у довільному перетині

$$S_c = S_0 + \Delta H + \Delta l.$$

Аналогічно одержимо рівняння рівномірності по твірній для обох видів обертання дуктора

$$x_l = \frac{S_0}{S_0 + (\Delta H_{\max} + \Delta l_{\max}) (1 - \psi) + \delta_{n^0 \max}}, \quad (18)$$

де ΔH_{\max} і Δl_{\max} — максимальні відхилення профілю ножа і поздовжнього перетину дукторного циліндра від прямолінійності; $\delta_{n^0 \max}$ — максимальна величина деформації ножа гідродинамічним тиском на віддалі між гвинтами, що дорівнює одному кроку їх установки T .

Таким чином, для оцінки рівномірності фарбового шару в різних площинах за один оберт дуктора маємо рівняння (16), (17) і (18). Узагальнені коефіцієнти рівномірності по всій поверхні дуктора одержимо на їх підставі:

$$x^c = \frac{x_R^c + x_l}{2} \quad \text{— за постійного обертання;}$$

$$x^V = \frac{x_R^V + x_l}{2} \quad \text{— за періодичного обертання.}$$

З метою оцінки сили впливу різних факторів, які належать до рівнянь (16), (17) і (18), на коефіцієнти x^c і x^V виконано розрахунок їх величин.

Нижче наведені дані для випадку, коли $S_0=0,06$ мм, $\psi=0,2$, а прогин ножа δ_n^0 в прольоті між опорними гвинтами $l=3T=90$ мм змінюється від 0 до 0,2 мм; прогин $\delta_{n^0 \max}$ в прольоті між гвинтами $l=T=30$ мм — від 0 до 0,022 мм, а дукторний циліндр і ніж не відхиляються від правильної геометричної форми (ΔR ; e ; ΔH ; $\Delta l=0$):

$\delta_{H^0}, \delta_{HV_{max}^0}$ (мм)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
$\delta_{H_{max}^0}$ (мм)	0	0,0044	0,009	0,013	0,018	0,022
χ^c	1,0	0,966	0,935	0,909	0,885	0,865
χ^V	1,0	0,800	0,715	0,667	0,637	0,617

Далі ми наводимо дані для випадку, коли $e_{max}=0,025$ мм, $\Delta R_{max}=0,04$ мм, $\Delta l_{max}=0,04$ мм, $\Delta H_{max}=0,05$ мм, тобто відхилення форми дуктора і ножа трохи менше тих мінімально допустимих значень, які приймаються для вітчизняних друкарських машин.

$\delta_{H^0}, \delta_{HV_{max}^0}$ (мм)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
$\delta_{H_{max}^0}$ (мм)	0	0,0044	0,009	0,013	0,018	0,022
χ^c	0,472	0,536	0,570	0,590	0,600	0,609
χ^V	0,460	0,386	0,343	0,314	0,290	0,273

Нижче маємо дані для випадку, коли $e_{max}=0,06$ мм, $\Delta R_{max}=0,1$ мм, $\Delta l_{max}=0,1$ мм, $\Delta H_{max}=0,15$ мм, тобто для порівняно високих значень відхилень ножа і дукторного циліндра від правильної геометричної форми:

$\delta_{H^0}, \delta_{HV_{max}^0}$ (мм)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
$\delta_{H_{max}^0}$ (мм)	0	0,0044	0,009	0,013	0,018	0,022
χ^c	0,225	0,286	0,327	0,354	0,374	0,390
χ^V	0,207	0,174	0,150	0,132	0,118	0,107

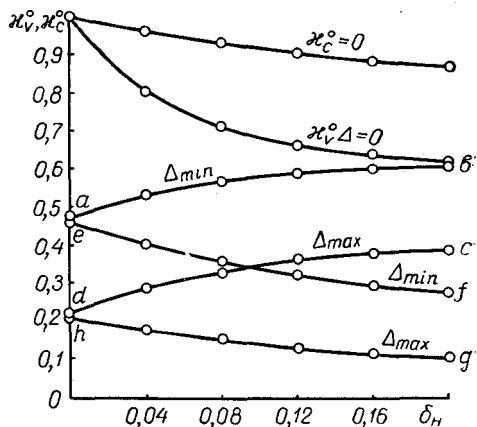
Графічно результати розрахунків наведено на рисунку.

З аналізу графіка випливає:

а) для збільшення рівномірності фарбового шару на поверхні дукторного циліндра необхідно зменшувати величини відхилень від номіналу форми і розташування поверхонь дуктора та ножа;

б) сильно впливає на коефіцієнти рівномірності фарбового шару характер обертання дукторного циліндра і за інших рівних умов слід надавати перевагу постійному обертанню, оскільки коефіцієнт χ^c завжди вищий від χ^V ;

в) для збільшення коефіцієнта χ^V необхідно зменшувати величини прогинів $\delta_{HV_{max}^0}$ і $\delta_{H_{max}^0}$; за постійного обертання зміна δ_{H^0} і $\delta_{H_{max}^0}$ не впливає на величину χ^c , хоч на графіку видно його збільшення. Однак воно не є дійсним, оскільки виникає за рахунок зменшення статичного зазору S_c .



Графік залежності коефіцієнтів рівномірності від умов роботи фарбоподавальної групи:

зона *abcd* — постійне обертання дукторного циліндра, зона *efgh* — періодичне обертання.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Г. Морозов. Расчет технологической эффективности красочных аппаратов. «Научные труды МПИ», вып. 2, М., 1952.
2. Ю. И. Хведчин. Исследование краскоподающей группы машин высокой и плоской печати. Автореферат канд. дисс. М., 1970.

KHVEDTCHIN Yu. I., TOLSTOI G. D.

THE ESTIMATION OF THE UNIFORMITY OF THE INK LAYER ON THE DUCTOR CYLINDER SURFACE

Summary

The equations of the uniformity of the ink layer of the ductor cylinder surface for the constant and recurring rotation are deduced.

The analysis of them is given, and the ways of rising of the uniformity of the ink layer are shown, because this factor effects the qualitative work of the ink apparatus.

