

ВПЛИВ ВЗАЄМОДІЇ ФАРБИ ІЗ ЗАДРУКОВАНОЮ ПОВЕРХНЕЮ НА ЯКІСТЬ ВІДБИТКА ГЛИБОКОГО ДРУКУ

Градаційні характеристики друкованого відбитка зводяться до оцінки яскравості та пропорціональності відтворення і визначаються розміром інтервалу оптичних щільностей $D_{\max} - D_{\min}$ та кількістю градацій. Змінення градаційних характеристик залежить від багатьох факторів: інтенсивності і вмісту пігменту у фарбі, співвідношення площ друкованих і пробільних елементів, товщини фарбового шару, оптичних та технологічних характеристик задрукованого матеріалу.

При глибокому друці тонопередача визначається, як відомо, зміною товщини фарбового шару на відбитку, що досягається відповідною зміною глибини травлення друкарської форми. Однак залежно від властивостей задрукованого матеріалу і фарби вплив глибини травлення на тонопередачу проявляється по-різному.

При друкуванні на вбираючих поверхнях (різні сорти паперів) складові частини фарби розподіляються в товщі паперу. Чим краще вбирає поверхня, тим сильніша фільтрація фарби, більша поверхнева концентрація пігменту і, отже, вища оптична щільність.

Для шорстких, добре вбираючих паперів оптична щільність відбитка зі збільшенням товщини фарбового шару зростає повільно і щільність насичення D_{∞} досягається при великій товщині фарбового шару [1]. В цьому випадку наявність великого інтервалу глибин травлення друкарської форми дозволяє одержати відбиток із широким діапазоном оптичних щільностей і великою кількістю градацій.

При друкуванні на невбираючих поверхнях фільтрація фарби не відбувається і значення поверхневої концентрації пігменту залишається постійним. Збільшення оптичної щільності в цьому випадку досягається збільшенням фарбового шару. Зростання товщини фарбового шару обмежується технологічними умовами. При використанні друкарських форм із збільшеною глибиною травлення комірок погіршується перехід фарби на поверхню, що виявляється у виникненні на відбитку смуг, «черв'яків» і т. ін. Очевидно, що саме з цих причин при друкуванні звичайною фарбою глибокого друку на гладких невбираючих поверхнях інтервал робочих глибин друкарської форми значно менший, ніж на шорстких вбираючих поверхнях. (Друкарська форма для гладких поверхонь має робочий інтервал глибин 20—26 мк, для паперів — 36—42 мк).

Фізико-хімічну взаємодію фарби з друкованим матеріалом можна охарактеризувати за допомогою кривих, які визначають залежність оптичної щільності відбитка від товщини фарбового шару r на ньому. (Замість товщини шару r можна використовувати величини, які в першому наближенні їй пропорціональні: кількість фарби на одиницю площі відбитка $P_{\text{вд}}$ або форми $P_{\text{ф}}$, об'єм комірок форми v , глибина травлення h). Рівняння, яке описує цю залежність, можна одержати, виходячи з тих же міркувань, що застосовуються при виведенні рівняння поглинання світла [2].

Із збільшенням товщини фарбової плівки на відбитку від мінімальних значень до максимальної величини відношення приросту оптичної щільності відбитка dD до приросту товщини шару dr зменшується до нуля при досягненні оптичної межі D_∞ . (Тобто чим ближча оптична щільність фарбового шару до якоїсь визначеної для цієї фарби граничної величини, тим менше змінюється вона в залежності від товщини шару).

Математично це можна записати:

$$\frac{dD}{dr} = m(D_\infty - D). \quad (1)$$

Тут m — коефіцієнт пропорціональності, величина якого залежить від гладкості, вбираючої здатності і фізико-механічних властивостей матеріалу, на якому друкують [2, 3].

Розділяючи змінні й інтегруючи, одержимо:

$$\ln(D_\infty - D) = -mr + C. \quad (2)$$

Постійна інтегрування C визначається з граничних умов: при $r \rightarrow 0$, $D \rightarrow 0$, звідки $C = \ln D_\infty$.

Потенціюючи, знаходимо:

$$D = D_\infty (1 - e^{-mr}). \quad (3)$$

При малих значеннях r рівняння набуває вигляду:

$$D = D_\infty mr. \quad (4)$$

Таким чином, коефіцієнт m можна визначити як збільшення відносно оптичної щільності D/D_∞ на одиницю збільшення товщини фарбового шару при дуже малих значеннях r .

Для розрахунку величин D_∞ і m необхідне сумісне розв'язання двох рівнянь:

$$D_1 = D_\infty (1 - e^{-mr_1});$$

$$D_2 = D_\infty (1 - e^{-mr_2}),$$

де r_1 , r_2 , D_1 і D_2 — координати довільно обраних точок 1 і 2 на кривій $D = f(r)$.

Розв'язуючи систему рівнянь, знаходимо

$$\frac{r_2}{r_1} \left(1 - \frac{D}{D_\infty}\right) = 1 - \frac{D_2}{D_\infty}. \quad (5)$$

Взявши дві точки кривої, для яких $r_2 = 2r_1$, одержуємо:

$$2D_1 - D_2 = \frac{D_1^2}{D_\infty}. \quad (6)$$

Розв'язавши рівняння (3) відносно m , одержуємо:

$$m = -\frac{1}{r} \ln \left(1 - \frac{D}{D_\infty}\right) = \frac{1}{r} \ln \left(\frac{D_\infty - D}{D_\infty - D}\right). \quad (7)$$

Для розрахунку величин m і D_∞ Толленаар і Ернст [2] застосували номограми. На жаль, номограма для визначення m дійсна лише для однієї пари значень r_1 і r_2 , тому з метою перевірки треба користуватися кількома номограмами. Тим самим ускладнюється оцінка точності визначення необхідних величин, а також надійності експериментальних даних.

Зазначені недоліки можна усунути шляхом графічного розв'язання рівнянь (6) і (7).

Якщо відкласти на осі абсцис значення D_1^2 , а на осі ординат величини $(2D_1 - D_2)$ (значення D_1 і D_2 вибираються так, щоб $r_2 = 2r_1$), то

одержані на графіку точки можна сполучити прямою, що проходить через початок координат під кутом α до осі абсцис, при цьому $D_\infty = \text{ctg } \alpha$. Визначивши D_∞ , можна побудувати новий графік в координатах $\ln \left(\frac{D_\infty}{D_\infty - D} \right)$, r , обираючи довільні значення D і r . І в цьому випадку одержимо пряму, що проходить через початок координат. Величина m буде дорівнювати тангенсу кута нахилу прямої до осі абсцис.

Для збільшення точності розрахунку і оцінки похибки шуканих значень в обох випадках може бути використаний метод найменших квадратів.

Запропонованим методом оброблені експериментальні дані Толле-наара і Ернста [2]. Результати наших обчислень в порівнянні з даними, одержаними цими авторами [2], зведені в табл. 1.

Враховуючи те, що вихідні дані для розрахунку були взяті безпосередньо з графіків, наведених в роботі [2], збіг результатів можна вважати задовільним.

Таблиця 1

Результати розрахунку параметрів m і D_∞ різними методами

D_∞		m	
в роботі [2]	обчислено нами	в роботі [2]	обчислено нами
0,85	$0,86 \pm 0,03$	0,62	$0,59 \pm 0,04$
0,92	$0,91 \pm 0,02$	0,48	$0,50 \pm 0,02$
0,91	$0,90 \pm 0,05$	0,45	$0,45 \pm 0,02$

Дані, наведені в табл. 1, відповідають послідовно крейдованому, письмовому та офсетному паперам. Як бачимо, значення D_∞ для всіх паперів досить близькі, в той час як значення m із збільшенням шорсткості паперу закономірно зменшується. Якщо враховувати фізичний зміст параметра m , то це означає: чим рівніша і гладша поверхня матеріалу, на якому друкують, тим більший відносний приріст оптичної щільності на одиницю товщини фарбового шару на відбитку.

Таблиця 2

Оптична щільність насичення, показник взаємодії фарби з матеріалом та змочування фарбою різних матеріалів

Матеріал	D_∞	m	$\cos \theta$	Матеріал	D_∞	m	$\cos \theta$
Папір крейдований	1,4	5,2	0,92	Поліетилен	1,7	1,44	0,78
Папір письмовий	1,2	4,8	—	Плівка триацетатна	1,9	1,36	0,74
Папір фільтрувальний	1,3	4,0	—	Целофан лакований	—	—	0,63

З літератури [2, 3] відомо, що параметр m залежить не тільки від властивостей матеріалу, що задруковується, але й від умов друкування (тиску, швидкості і т. ін.). Таким чином, визначення параметра m може бути корисним для характеристики матеріалів і процесу друкування.

В зв'язку з вивченням градаційних характеристик відбитків на матеріалах, що не вбирають фарбу, нам здавалося доцільним застосувати згаданий розрахунковий метод для обробки одержаних нами експериментальних даних. Замість товщини фарбового шару на відбитку r ми використовували значення ваги фарби на одиницю поверхні відповід-

ного поля друкарської форми — P_{ϕ} , мг/см^2 . Величини r і P_{ϕ} в першому наближенні можна вважати пропорціональними [2, 3].

Для зіставлення експериментальних даних були одержані градаційні криві на різних матеріалах при однакових умовах друкування. Відбитки одержані з однієї друкарської форми однією фарбою¹ (в'язкість 16 сек по ВЗ-4) при швидкості друкування 1,5 м/сек на ротативній машині Ротоматик-300. Кількість фарби на одиницю площі форми визначалась ваговим методом. Оптична щільність вимірювалась на фотометрі ФМ-56.

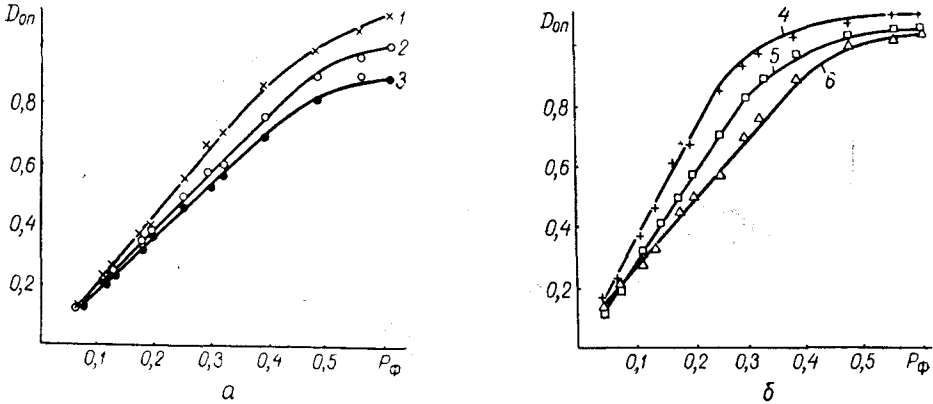


Рис. 1. Залежність оптичної щільності відбитків від кількості фарби на формі.

a — полімерні плівки: 1 — целофан лакований, 2 — триацетатна плівка, 3 — поліетилен;
б — папери: 4 — крейдований, 5 — гіпсовий, 6 — фільтрувальний.

На рис. 1, *a, б* показано експериментальні залежності оптичної щільності відбитка від кількості фарби на одиницю площі форми відповідно для різних синтетичних плівок (1, *a*) та сортів паперу (1, *б*). Вказані залежності добре описуються рівнянням експоненціальної функції (3).

На рис. 2, *a, б* показані результати обробки наведених даних для розрахунку D_{∞} , а на рис. 2, *в, г* — для розрахунку m . Кінцеві результати обчислень зведені в табл. 2, де показані також величини змочування фарбою деяких матеріалів².

Коефіцієнт m для паперів зростає із збільшенням гладкості [2, 3]. Одночасно значення цього коефіцієнта для синтетичних плівок менше, хоча гладкість їх поверхні більша, ніж у паперів. Це цілком зрозуміло, якщо врахувати, що m не є характеристикою матеріалу, а залежить від умов друкування.

Умови друкування на паперах та плівках, що не вбирають фарбу, різні: в цьому випадку істотне значення має змочування поверхні матеріалу фарбою, папери ж практично всі добре змочуються. Тому зіставлення значень m і D_{∞} має сенс тільки в межах однієї групи матеріалів. При цьому необхідно враховувати, що погане змочування матеріалу фарбою може призвести через нерівномірний розподіл фарби на відбитку до помилкового результату при визначенні параметрів m та D_{∞} і більше того — до неможливості визначення їх за наведеною методикою. Саме такий випадок маємо при дослідженні відбитків на лакованому целофані (див. табл. 2 та рис. 2, *a*).

Параметри m та D_{∞} взаємозв'язані, і їх значення залежать в першу чергу від взаємодії фарби та матеріалу, на якому друкують. Із сказаного вище випливає, що закономірність зміни цих параметрів у залежності від властивостей матеріалів та умов друкування справедлив

¹ Фарба для глибокого друку на плівках розроблена в КФ ВНДІПІ.

² Косинус кута змочування визначався за методикою, що описана в роботі [4].

ва лише в межах окремої групи подібних матеріалів. Розрахунок m та D_∞ у залежності від властивостей матеріалу та фарби і технологічних параметрів процесу друку дозволяє більш ґрунтовно простежити вплив різних факторів на градаційні характеристики і тим самим полегшує вибір оптимальних умов технологічного процесу.

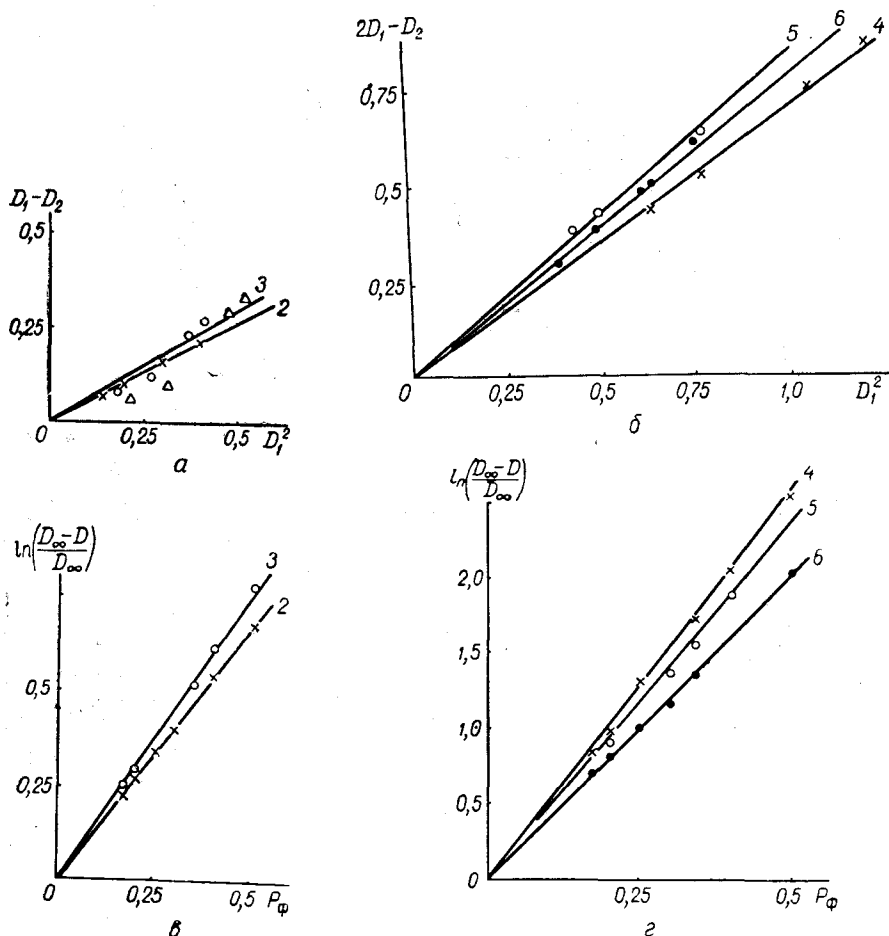


Рис. 2. Графічна обробка експериментальних даних для розрахунку граничної оптичної щільності та показника взаємодії (позначення ліній ті ж, що й на рис. 1).

ВИСНОВКИ

1. На основі експоненціального рівняння кривої тонопередачі розроблена методика розрахунку оптичної щільності насичення D_∞ та коефіцієнта m , що характеризує взаємодію між матеріалом та фарбою.

2. Одержані криві тонопередачі та розраховані параметри m і D_∞ для різних видів паперу та синтетичних плівок.

3. За однакових умов друку збільшення коефіцієнта m із зменшенням шорсткості матеріалу, на якому друкують, простежується в межах окремих груп матеріалів, подібних за фізико-хімічними властивостями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Л. А. Козаровицкий. Бумага и краска в процессе печатания, «Книга», М., 1965.
2. Д. Толленаар, П. Эрнст. Оптическая плотность и толщина красочного слоя. — В сб.: «Проблемы высокоскоростной печати». «Мир», М., 1965.

3. D. Tollenaar. Brit. Ink Maker, 5, № 2, 88, 1963.
4. А. Житомирський, А. Доннер, Г. Личадеев. Журнал «Полиграфия»,
№ 10, 36, 1967.

V. BRIGINETS, V. GLUSCHKO, A. ZYTOMIRSKI

**THE INFLUENCE OF INK INTERACTION WITH THE PRINTING SURFACE
ON THE QUALITY OF THE PRINTS BY GRAVURE PRINTING**

S u m m a r y

A simplified method of analysis concerning the dependency of optical density of the print from the thickness of the ink layer is given here.

It is shown that the parameters calculated from this analysis can characterize the interaction of the printing material with the ink.
