УДК 655.227+655.225

МОДЕЛЮВАННЯ ФАРБОМІСТКОСТІ ТРАФАРЕТНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ

В. З. Маїк[1], М. С. Харів[2], К. Ф. Базилюк[3]

[1]Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

[2]Навчально-реабілітаційний центр «Левеня»,
вул. Володимира Великого, 87А, Львів, 79000, Україна

[3]Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

Сьогодні серед найбільш соціально значущих проблем у світі і в Україні є проблеми адаптації людей з порушеннями зору у суспільне середовище, їх доступ до якісного навчання та професійного росту. Розвиток тактильної чутливості у дітей може певною мірою компенсувати дефект зору. У процесі сприйняття предметів на основі дотику і тактильної чутливості у дітей формуються уявлення про форму, об'єм, розмір, фактуру і деякі властивості предметів. У них формуються навички читання крапкового шрифту Брайля і рельєфних зображень (малюнки, креслення, схеми). Для нанесення шрифту Брайля під час виготовлення навчально-методичних, дидактичних матеріалів, упаковки і різних видів невидавничої продукції застосовуються різні види поліграфічних технологій. Однією з найбільш перспективних технологій для нанесення рельєфно-крапкових зображень є трафаретний спосіб друку, який дає змогу наносити товсті шари фарби. Це підвищує надійність і точність зчитування елементів шрифту Брайля. Перевагами трафаретного способу також є здатність друкувати на великій гамі матеріалів різної конфігурації і можливість забезпечити значну стійкість рельєфних елементів до механічного впливу при транспортуванні та читанні незрячими. Основним елементом у трафаретному способі є друкарська форма, яка впливає на кількість фарби, яка може бути перенесена на матеріал, який задруковується. Максимальна кількість фарби, яка може утримуватися на трафаретній формі, називається фарбомісткістю. На фарбомісткість впливають параметри сітки і товщини копіювального шару. Основні параметри друкарської форми і процесу друку впливають на висоту рельєфно-крапкових зображень на відбитку. На основі проведеного регресійного і кореляційного аналізу визначено вплив основних параметрів друкарської форми (фарбомісткість, лініатура, товщина діаметра дроту металевої сітки і товщина форми), що забезпечує необхідну висоту у діапазоні від 100 мкм і більше елемента шрифту Брайля на відбитку.

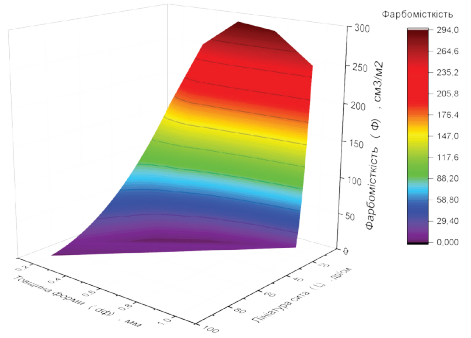
Ключові слова: *трафаретна форма, шрифт Брайля, фарбомісткість, висота елемента, регресійний аналіз, кореляційний аналіз.*

Постановка проблеми. Під час виготовлення видань та іншої продукції для незрячих людей з використанням трафаретного способу друку необхідно отримати відповідну товщину фарбового шару, яка визначається регламентними документами, для забезпечення надійності зчитування інформації людьми з проблемами зору. Товщина сирого фарбового шару відбитка при трафаретному друці залежить насамперед від геометрії сітки (лініатури (лін/см) і товщини діаметра дроту) на друкарській формі, тому сітка є засобом регулювання фарбового шару за товщиною і, відповідно, формує висоту елемента шрифту Брайля. Для визначення взаємозв'язку різних факторів, що впливають на фарбомісткість трафаретної форми, доцільно здійснити математичне моделювання, зокрема регресійний і кореляційний аналіз.

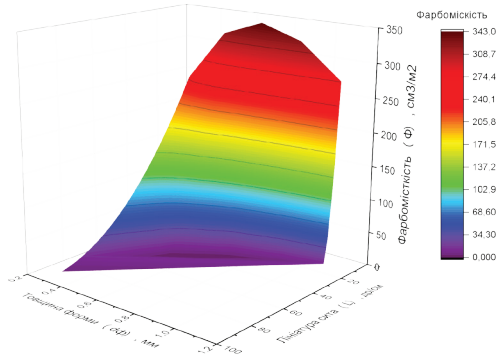
Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз самого процесу трафаретного друку показує, що фарба може заповнити тільки вільний об'єм між дротинами сітки, який обмежений лінією контакту з ракелем і поверхнею матеріалу (виробу), який задруковується. Тому цей вільний об'єм трафаретної форми є максимально можливим для переносу фарби на матеріал, який задруковується [1–8]. Теоретичний об'єм фарби на сітці (фарбомісткість) (см^3/м^2) визначається за відповідними формулами [1, 9]. За певних умов на товщину фарбового шару впливає не лише геометрія сітки, а й товщина копіювального шару, якщо вона перевищує товщину сітки, що підтверджується дослідженнями фахівців фірми «Ulano AG» [1, 10]. Ці дослідження підтверджують результати, які автори отримали у праці [11], що «зі збільшенням ширини штрихів друкарських елементів товщина фарбового шару на відбитку також збільшується».

Мета статті — здійснити моделювання величини фарбомісткості трафаретної друкарської форми залежно від лініатури сітки, товщини форми, зокрема за підвищення копіювального шару над ситом на 100 і 200 мкм.

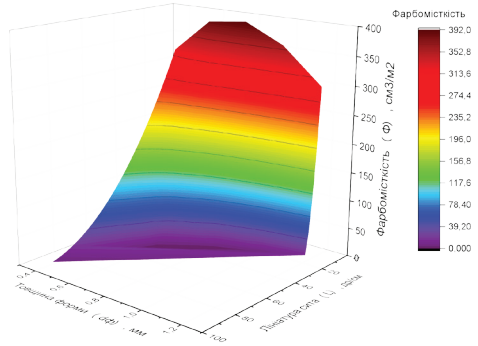
Виклад основного матеріалу дослідження. Відбитки з рельєфно-крапковими зображеннями, надруковані з трафаретної сітки з мінімальною товщиною копіювального шару, забезпечать читабельність незрячим, якщо фарбомісткість такої сітки буде в діапазоні 125,4–294 см^3/м^2 (рис. 1, а). Для трафаретної сітки з копіювальним шаром, який перевищує товщину сітки на 100 мкм, діапазон фарбомісткості — 125,4–343 см^3/м^2 (рис. 1, б). Для трафаретної сітки з копіювальним шаром, який перевищує товщину на 200 мкм, діапазон фарбомісткості — 125,4–392 см^3/м^2 (рис. 1, в).



а)



б)



в)

Рис. 1. Залежність фарбомісткості від лініатури сітки і товщини форми:
а) — трафаретна сітка з мінімальною товщиною копіювального шару;
б) — з копіювальним шаром, який перевищує товщину сітки на 100 мкм;
в) — з копіювальним шаром, який перевищує товщину сітки на 200 мкм

Регресійний аналіз за даними трафаретної форми з мінімальною товщиною копіювального шару свідчить, що лінійна регресійна залежність фарбомісткості від лініатури сітки і товщини форми не відображає реальної залежності між вказаними величинами, оскільки коефіцієнт детермінації $R^2 = 0.53$ невисокий (<0,7), а похибка залежності дуже велика — 52,342.

Відповідна регресійна залежність набуватиме вигляду:

$$Ф_{форма1} = 211{,}0341 – 2{,}7864 \cdot L – 71.3698 \cdot дф \pm 52{,}342.$$

Regression Summary for Dependent Variable: Фарбомісткість (Ф
R= ,72584850 R?= ,52685604 Adjusted R?= ,51545499
F(2,83)=46,211 p<,00000 Std.Error of estimate: 52,342

N=86	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(83)	p-level
Intercept			211,0341	20,85687	10,11820	0,000000
Лініатура сита (L), др/см	-0,837531	0,093029	-2,7864	0,30949	-9,00291	0,000000
Товщина форми (дф), мм	-0,234715	0,093029	-71,3698	28,28723	-2,52304	0,013543

Кореляційний аналіз за даними трафаретної форми з мінімальною товщиною копіювального шару свідчить про наявність достовірної оберненої лінійної залежності фарбомісткості від лініатури сітки (коефіцієнт часткової кореляції r = -0.7), але менше від товщини форми (коефіцієнт часткової кореляції r = -0.27). Водночас на фарбомісткість вагоміше впливає лініатура сітки (0,84) і менше — товщина форми (0,23).

Variables currently in the Equation; DV: Фарбомісткість (Ф), см³/м² (Spreadsh

Variable	Beta in	Partial Cor.	Semipart Cor.	Tolerance	R-square	t(83)	p-level
Лініатура сита (L), др/см	-0,837531	-0,702897	-0,679737	0,658688	0,341312	-9,00291	0,000000
Товщина форми (дф), мм	-0,234715	-0,266894	-0,190494	0,658688	0,341312	-2,52304	0,013543

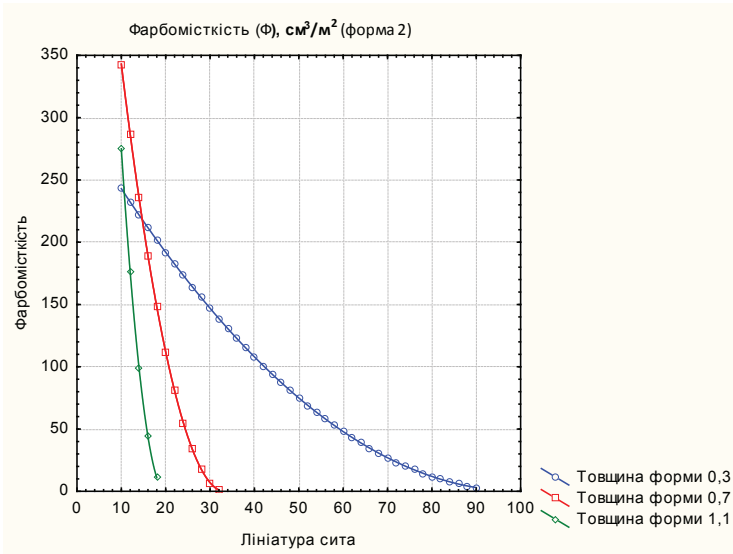


Рис. 2. Регресійна залежність фарбомісткості від лініатури сітки і товщини трафаретної форми з копіювальним шаром, який перевищує товщину сітки на 100 мкм

Відповідна регресійна залежність (рис. 2) набуватиме вигляду ($R^2 = 0,59 < 0,7$):

$$Ф_{форма2} = 319,370 – 3,791 \cdot L – 152.159 \cdot dф \pm 59,612.$$

N=86	Regression Summary for Dependent Variable: Фарбомісткість з 0,1 мм КШ R= ,76806123 R?= ,58991805 Adjusted R?= ,58003656 F(2,83)=59,699 p<,00000 Std.Error of estimate: 59,612					
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(83)	p-level
Intercept			319,370	26,57525	12,0176	0,000000
Лініатура сита (L), др/см	-0,931584	0,086608	-3,791	0,35248	-10,7564	0,000000
Товщина форми (dф), мм	-0,409059	0,086608	-152,159	32,21583	-4,7231	0,000009

Кореляційний аналіз за даними трафаретної форми з копіювальним шаром, який перевищує товщину сітки на 100 мкм, свідчить про наявність достовірної оберненої лінійної залежності фарбомісткості від лініатури сітки (коефіцієнт часткової кореляції r = -0.76) і менше від товщини форми (коефіцієнт часткової кореляції r = -0.46) Водночас на фарбомісткість вагоміше впливає лініатура сітки (0,93) і менше — товщина форми (0,41).

Variable	Variables currently in the Equation; DV: Фарбомісткість з 0,1 мм КШ, см³/м²						
	Beta in	Partial Cor.	Semipart Cor.	Tolerance	R-square	t(83)	p-level
Лініатура сита (L), др/см	-0,931584	-0,763075	-0,756070	0,658688	0,341312	-10,7564	0,000000
Товщина форми (dф), мм	-0,409059	-0,460255	-0,331990	0,658688	0,341312	-4,7231	0,000009

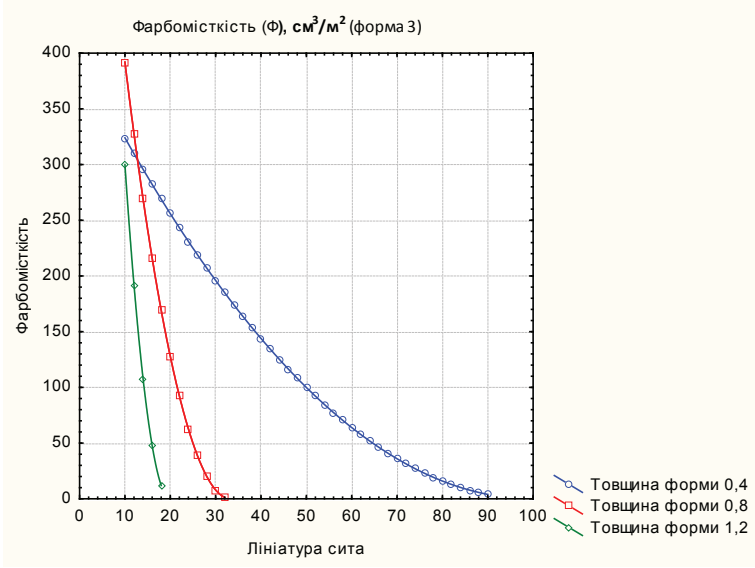


Рис. 3. Регресійна залежність фарбомісткості від лініатури сітки і товщини трафаретної форми з копіювальним шаром, який перевищує товщину сітки на 200 мкм

Відповідна регресійна залежність (рис. 3) набуватиме вигляду ($R^2 = 0,64 < 0,7$):

$$Ф_{форма3} = 443,860 – 4,796 \cdot L – 232.943 \cdot dф \pm 67,476.$$

N=86	Regression Summary for Dependent Variable: Фарбомісткість з 0,2 мм КШ R= ,79760921 R?= ,63618046 Adjusted R?= ,62741372 F(2,83)=72,568 p<,00000 Std.Error of estimate: 67,476					
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(83)	p-level
Intercept			443,860	33,36783	13,3020	0,000000
Лініатура сита (L), др/см	-0,980690	0,081576	-4,796	0,39898	-12,0217	0,000000
Товщина форми (dф), мм	-0,521112	0,081576	-232,943	36,46561	-6,3880	0,000000

Кореляційний аналіз за даними трафаретної форми з копіювальним шаром, який перевищує товщину сітки на 200 мкм, свідчить про наявність достовірної оберненої лінійної залежності фарбомісткості від лініатури сітки (коефіцієнт часткової кореляції r = -0,79), але не від товщини форми (коефіцієнт часткової кореляції r = -0.57). Водночас на фарбомісткість вагоміше впливає лініатура сітки (0,98) і менше — товщина форми (0,52).

Variable	Variables currently in the Equation; DV: Товщина сирої фарби на відбитку (dc.ф.в.) Beta in	Partial Cor.	Semipart Cor.	Tolerance	R-square	t(3092)	p-level
Товщина сирої фарби (dc.ф.), мкм	0,853454	0,917372	0,853454	1,000000	0,000000	128,1587	0,000000
Коефіцієнт розтікання (Кр)	0,257916	0,128813	0,048100	0,034780	0,965220	7,2229	0,000000
Коефіцієнт всотування (Кв)	0,110178	0,055404	0,020547	0,034780	0,965220	3,0855	0,002050

Висновки. На основі проведеного регресійного і кореляційного аналізу визначено вплив лініатури, товщини діаметра дроту металевої сітки і товщини форми на фарбомісткість трафаретної друкарської форми, що є одним з визначальних параметрів впливу у формних процесах на висоту рельєфно-крапкового елемента.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бригінець Л. Товщина фарбової плівки на відбитках трафаретного друку. Друкарство. 2002. № 4. С. 68–70.
2. Бригинец Л. О. О переносе красок в трафаретной печати. Полиграфия. 1984. № 10. С. 26–28.
3. Трафаретные формы повышенного качества / Миньков В., Дронов С., Тремут В., Жуковец А., Матюшов В. Полиграфия. 1986. № 4. С. 21–22.
4. Перспективы применения трафаретной печати / Тремут В., Жуковец А., Штекельберг М., Ильлив Б. Полиграфия. 1985. № 6. С. 21–23.
5. Новое в специальных видах печати / Тремут В. М., Мартынюк Ф. С., Жуковец А. П. и др. НИЦ «Информпечать». Полигр. пром-сть, Обзор. инф. Москва, 1984. Вып. 3. 48 с.
6. Штекельберг М. Х. Управление толщиной красочного слоя на оттисках трафаретной печати. Полиграфия. 1975. № 4. С. 30–31.
7. Дорфман А. Л. Управление толщиной красочного слоя в трафаретной печати. Полиграфия. 1973. № 9. С. 30–31.
8. Тихонов В., Беляева Н. Краскоперенос в трафаретной печати. Полиграфия. 1999. № 1. С. 66–67 ; № 2. С. 70–71.
9. Ткачук М. П. Трафаретний друк : навч. посіб. Київ : Ха-Гар, 2000. 264 с.
10. Kreuzgaz und Plattendichte Einfluss auf erhaltende Farbdichte und Abdrucktrocknung. Der Siebdruck. 1983. T. 29. № 3. S. 38–40, 42–44.

11. Жуковец В., Дронов В. Влияние параметров копировального слоя трафаретных форм на качество оттисков. Полиграфия. 1985. № 4. С. 25–27.

REFERENCES

1. Bryhinets, L. (2002). Tovshchyna farbovoi plivky na vidbytkakh trafaretnoho druku: Drukarstvo, 4, 68–70 (in Ukrainian).
2. Briginec, L. O. (1984). O perenose krasok v trafaretnoj pechati: Poligrafija, 10, 26–28 (in Russian).
3. Min'kov, V., Dronov, S., Tremut, V., Zhukovec, A., & Matjushov, V. (1986). Trafaretnye formy povyshennogo kachestva: Poligrafija, 4, 21–22 (in Russian).
4. Tremut, V., Zhukovec, A., Shtekel'berg, M., & Il'liv, B. (1985). Perspektivy primenenija trafaretnoj pechati: Poligrafija, 6, 21–23 (in Russian).
5. Tremut, V. M., Martynjuk, F. S., & Zhukovec, A. P. i dr. (1984). Novoe v special'nyh vidah pechati: NIC «Informpechat'». Poligr. prom-st', Obzor. inf. Moskva, Vyp. 3 (in Russian).
6. Shtekel'berg, M. H. (1975). Upravlenie tolshhinoj krasochnogo sloja na ottiskah trafaretnoj pechati: Poligrafija, 4, 30–31 (in Russian).
7. Dorfman, A. L. (1973). Upravlenie tolshhinoj krasochnogo sloja v trafaretnoj pechati: Poligrafija, 9, 30–31 (in Russian).
8. Tihonov, V., & Beljaeva, N. (1999). Kraskoperenos v trafaretnoj pechati: Poligrafija, 1, 66–67; 2, 70–71 (in Russian).
9. Tkachuk, M. P. (2000). Trafaretnyi druk. Kyiv : Kha-Har (in Ukrainian).
10. Kreuzgaz und Plattendichte Einfluss auf erhaltende Farbdichte und Abdruck trocknung: Der Siebdruck. (1983), 29, 3, 38–40, 42–44 (in German).
11. Zhukovec, V., & Dronov, V. (1985). Vlijanie parametrov kopiroval'nogo sloja trafaretnyh form na kachestvo ottiskov: Poligrafija, 4, 25–27 (in Russian).

doi: 10.32403/1998-6912-2021-1-62-11-18

MODELLING OF INK CAPACITY OF SCREEN PRINTING PLATES

V. Z. Mayik[1], M. S. Khariv[2], K. F. Bazyliuk[3]

[1]Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine

[2] Training and Rehabilitation Center "Levenia",
87A, Volodymyr Velykyi St., Lvivв, 79000, Ukraine

[3]National University «Lviv Polytechnic»,
12, S. Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine

One of the most socially significant problems in the world and in Ukraine is the problem of adaptation of visually impaired people to the public environment, their

access to the quality education, adaptation and professional growth. The development of tactile sensitivity in children may compensate for the visual defect to some extent. In the process of the object perception based on touch and tactile sensitivity, children form their ideas about the shape, volume, size, texture and some properties of objects. They develop the skills of reading dotted Braille and relief images (drawings, pictures, diagrams). Different types of printing technologies are used to apply Braille in the production of educational and methodical, didactic materials, packaging and various types of non-publishing products. One of the most promising technologies for applying relief-dot images is the screen printing method, which allows one to apply thick ink layers. This increases the reliability and accuracy of reading Braille elements. The advantages of the screen technology are also the ability to print on a wide range of materials of different configurations and the ability to provide significant resistance of relief elements to mechanical impact during transportation and reading by the blind. The main element of the screen technology is the printing plate, which affects the amount of ink that can be transferred to the material to be printed. The maximum amount of ink that can be retained on a screen printing plate is called the ink capacity. The ink capacity is affected by the parameters of the mesh and the thickness of the copy layer. The main parameters of the printing plate and the printing process influence the height of the relief-dot images on the imprint. Based on the regression and correlation analysis, the influence of the main parameters of the printing plate (ink capacity, lineature, mesh wire diameter and plate thickness) is determined, which provides the required height of a Braille element on the imprint in the range of 100 μm or more.

Keywords: *screen printing plate, Braille font, ink capacity, element height, regression analysis, correlation analysis.*

Стаття надійшла до редакції 15.02.2021.
Received 15.02.2021.