

## **INFLUENCE OF BUNKER ON EFFICIENCY OF OULOVLENNYA OF DUST**

*In the article there is given a description of the construction of the centrifugal — momentum dust collector. By means of experiment, these was carried out the dependence of work effectiveness upon the constructive dimensions of the bunker: its width, height, size of the entrance gap and upon its correlation with the dimensions of the exit gap of the dust collector. There were determined the optimal dimensions of the bunker, that will make possible to achieve the maximum effectiveness, while catching the.*

УДК 655.326.1

**М. Луцків**

*Українська академія друкарства*

**К. Стемпень**

*Лодзька політехніка*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕНЕСЕННЯ ФАРБИ З ФЛЕКСОГРАФІЧНОЇ ФОРМИ НА ЗАДРУКОВУВАНИЙ МАТЕРІАЛ**

*Наводяться результати перенесення фарби у флексографії. Метою роботи було проведення досліджень перенесення фарби з друкарської форми на задруковуваний матеріал. Тестові дослідження виконано на тестовому апараті IGT F1. Змінними параметрами були діапазон тисків між формним і друкарським циліндрами і швидкість друкування. Дослідження виконано в Інституті паперництва і поліграфії Лодзької політехніки. Результатами досліджень є оптимізація параметрів процесу на основі аналізу одержаних емпіричних даних математичної моделі й комп'ютерного симулювання.*

Останнім часом флексографія розвивалась інтенсивніше за інші способи друку, що обумовлено зростанням якості друкування і попиту на друковану продукцію виконану на флексографічних друкарських машинах. Для виготовлення якісної продукції розроблено широку номенклатуру устаткування для виготовлення флексографічних форм, зокрема для лазерного насвітлення пластин за технологією CtP [3, 8–10].

Для покращення друкарських форм було розроблено спеціальні фотополімерні багат шарові світлочутливі пластини. Широко застосовуються інформаційні технології і методи оброблення графічної і текстової інформації [3, 9]. Формується кожна растрова точка, визначається її положення і передається на лазерний насвітлювач для виготовлення форми. Існуючі математичні цифрові методи обробки зображень дозволяють скоригувати виготовлення високоякісної друкарської форми. Натомість, на кінцевому технологічному

етапі друкування застосовують традиційні методи налагодження, контролю і управління друкарським процесом. Отож якість друку значною мірою залежить від кваліфікації друкаря.

Якість флексографічного друку залежить від сталої і рівномірної подачі фарби на друкарську форму та її перенесення на задруковуваний матеріал.

Перенесення фарби у флексографічному друці — складний процес, який відбувається у фарбовій системі. Значний вплив на передачу фарби має швидкість друкування, тиск формного циліндра до растрового і задрукованого матеріалу, його властивостей, фарби тощо [8–9, 11]. Правильне визначення причин і відповідної регулюючої дії при друкуванні накладу потребує високої кваліфікації друкаря або системи автоматичного управління, яка на основі вихідних даних і даних вимірювання зробила би процес стабільним і покращила якість друкування.

Для ручного й автоматичного налагодження флексографічної машини на заданий наклад і створення системи автоматичного управління друкарським процесом, потрібні адекватні моделі фарбоперенесення у фарбовій системі. Уже відомі такі моделі є статичними і розглядають перенесення фарби з друкарської форми на задруковуваний матеріал за умови, що кількість фарби на друкарській формі є сталою, тобто не враховують зміну подачі фарби з растрового циліндра на друкарську форму при дії різних впливів, зокрема, тих самих, що діють на неї. Наприклад, швидкість і тиск властивостей фарби, які одночасно діють на форму і растровий циліндр. Отже, наявні моделі мають недоліки, які обмежують їх застосування.

Експериментальні дослідження фарбових систем вимагають значних матеріальних затрат і часу, спеціальної вимірювальної апаратури. Тому математичне моделювання і комп'ютерне симулювання фарбоперенесення мають наукову і практичну цінність та сприятимуть подальшому вдосконаленню фарбових систем і оптимізації процесу друкування. Отже, актуальною є задача математичного моделювання перенесення фарби з растрового циліндра на друкарську форму і на задруковуваний матеріал.

Якість флексографічного друку значною мірою залежить від сталої і рівномірної подачі фарби на друкарську форму, а з неї на задруковуваний матеріал [3, 8–9]. Для стабільнішої подачі фарби було розроблено спеціальну технологію виготовлення керамічних растрових циліндрів з лініатурою до 600 лін/см [9–11]. Однак за їх експлуатації на друкарських машинах змінюються геометричні й експлуатаційні параметри, зокрема зменшується об'єм растрових комірок, а значить кількість фарби, яка передається на друкарську форму. Пил, частинки фарби забруднюють комірки і зменшується їх робочий об'єм. Отож триває пошук оптимальної форми растрової комірки, яка передає найбільшу кількість фарби. У працях авторів [4–5] подається математичний опис профілю растрової комірки й інтегральні методи оцінки її параметрів з метою порівняння і вибору оптимальної форми. Складність процесів, що відбуваються у фарбовій системі й труднощі експериментальних досліджень призвели до розвитку моделювання фарбоперенесення у фарбових системах.

Спочатку аналітичні моделі фарбоперенесення було побудовано для офсетних фарбових систем, які були обґрунтовані в роботах Л. А. Казаровицького, П. І. Попрядухіна, Л. А. Раскіна і В. М. Мітрофанова [1–2, 7]. Моделі фарбоперенесення пов'язують між собою параметри технологічного процесу, форми, задрукуваного матеріалу і фарби. Здебільшого ці моделі встановлюють залежність товщини шару фарби на відбитку від тиску в зоні контакту швидкості роботи машини, в'язкості фарби тощо. Параметри моделі визначаються на основі емпіричних даних. Недоліком цих моделей є те, що вони не враховують зміну подачі фарби з растрового циліндра на друкарську форму, зокрема швидкості й тиску.

У роботі [8] наведено результати дослідження і моделі перенесення фарби з флексографічної форми на задрукуваний матеріал з урахуванням його всмоктувальної здатності та описується рівнянням переходу фарби, запропоноване Рупом і Райхе.

Зауважимо, що існуючі моделі описують залежність кількості фарби, що переходить на задрукуваний матеріал від кількості на друкарській формі до перенесення, і не враховують змін перенесення фарби з растрового циліндра на друкарську форму, що обмежує їх можливості.

З вищевикладеного випливає актуальність задачі дослідження — моделювання передачі фарби з растрового циліндра на флексографічну друкарську форму і перенесення фарби на задрукуваний матеріал, яка вирішується у даній статті.

Як уже зазначалося, передачі фарби з растрового циліндра на друкарську форму та її перенесення на задрукуваний матеріал є складним процесом, який залежить від різних технологічних і експлуатаційних параметрів. Кількість перенесеної фарби на задрукуваний матеріал залежить від ємкості растрового циліндра, тиску в зонах контакту формного циліндра з растровим і друкуючим, швидкості друкування, литкості фарби, стану поверхні форми і задрукуваного матеріалу тощо [8–9, 11]. Згідно з проведеними експериментальними дослідженнями [11] і літературними джерелами випливає, що найбільший вплив на фарбоперенесення мають швидкість друкування і тиск у зонах контакту. Тому, при побудові математичної моделі, швидкість і тиск вибрано як змінні параметри, а усі інші приймаються сталими. Зауважимо, що швидкість друкування і тиск є основними експлуатаційними параметрами, які на відміну від інших можна змінювати у декілька разів.

При побудові математичної моделі фарбоперенесення здійснюються такі припущення: розглядається статика фарбоперенесення фарби без урахування циркуляції прямих і зворотних потоків фарби у фарбовій системі; з фарбової камери на растровий циліндр подається суцільний рівномірний шар фарби; при передачі фарби з растрового циліндра на друкарську форму її частка, яка не передалася на форму залишається на растровому циліндрі; частка переданої фарби на форму переноситься на задрукуваний матеріал; друкарська форма має вигляд суцільної плашки; змінними величинами є швидкість і тиск, а інші — сталими.

Запропоновано аналітичну модель фарбоперенесення з растрового циліндра на флексографічну друкарську форму, а з неї на задруковуваний матеріал, яка встановлює залежність кількості переданої фарби з растрового циліндра на форму і її перенесення на задруковуваний матеріал від кількості фарби на растровому циліндрі при зміні швидкості й тиску та сталих умовах фарбоперенесення.

Кількість фарби, що передається з растрового циліндра на друкарську форму за сталих умов фарбоперенесення можна подати функцією швидкості:

$$m(V) = f_1(V)m_0, \quad (1)$$

де  $m(V)$  — маса фарби, що передана з растрового циліндра на форму,  $m_0$  — маса фарби на растровому циліндрі до передачі,  $V$  — лінійна швидкість,  $f_1(V)$  — шукана функція.

Вплив зміни тиску на перенесення фарби можна подати функцією тиску:

$$m_1(P_1) = f_2(P)m(V), \quad (2)$$

де  $P_1$  — тиск у зоні контакту растрового і формного циліндрів,  $f_2(P)$  — шукана функція.

Після підставлення одержимо вираз, що описує передачу фарби з растрового циліндра на форму при зміні швидкості й тиску:

$$m(V, P_1) = f_1(V)f_2(P_1)m_0. \quad (3)$$

Як показали експериментальні дослідження [11], перенесення фарби з форми на задруковуваний матеріал є складнішим, аніж передача фарби з растрового циліндра на друкарську форму. При збільшенні швидкості кількість перенесеної фарби на задруковуваний матеріал швидко зростає і правомірно при 0,5 м/с досягає свого максимального значення, що при подальшому збільшенні швидкості її кількість зменшується.

Маючи кількість фарби на формі, можна визначити кількість перенесеної фарби на задруковуваний матеріал від швидкості за сталих умов фарбоперенесення, яку з урахуванням виразу (3) можна подати так:

$$m_2(V) = f_3(V)m_1(V, P_1), \quad (4)$$

де  $m_2(V)$  — кількість перенесеної фарби з друкарської форми на задруковуваний матеріал при зміні швидкості,  $f_3(V)$  — шукана функція.

Вплив зміни тиску на перенесення фарби можна подати функцією тиску між формним і друкарським циліндрами  $f_4(P_2)$ . Тоді кількість перенесеної фарби з друкарської форми на задруковуваний матеріал:

$$m_2(V, P_2) = f_3(V)f_4(P_2)m_1(V, P_1). \quad (5)$$

На основі залежності (3) одержимо аналітичний вираз фарбоперенесення фарби з растрового циліндра на друкарську форму, а з неї на задруковуваний матеріал від швидкості й тиску:

$$m_2(V_1, P_1, P_2) = f_1(V)V_2(P_1)V_3(V)V_4(P_2)m_0. \quad (6)$$

Згідно з аналізом експериментальних даних передачі фарби запропоновано аналітичну модель передачі фарби з растрового циліндра на флексографічну друкарську форму для допустимих меж значень швидкості й тиску між формним і растровим циліндрами:

$$m_1(V, P_1) = \left[ (\alpha_0 + \alpha_m (1 - e^{-v})) (1 + P_1 / 100) \right] m_0, \quad (7)$$

$$\text{при } V_{min} \leq V \leq V_{max},$$

$$P_{1min} \leq P_1 \leq P_{1max}.$$

Тут  $m_1(V, P_1)$  [г] — маса фарби, що передається з растрового циліндра на форму,  $V$  [м/с] — лінійна швидкість обертання формного циліндра,  $P_1$  [кН/м] — питомий тиск між растровим і формним циліндрами,  $V_{min}$  і  $V_{max}$  — граничні значення швидкості,  $P_{1min}$  і  $P_{1max}$  — граничні значення тиску,  $\alpha_0$  — коефіцієнт пропорційності, що характеризує рівень передачі (розщеплення) фарби при виході з зони контакту растрового і формного циліндрів при мінімальних значеннях швидкості й тиску,  $\alpha_m$  — коефіцієнт пропорційності, який характеризує приріст передачі фарби з растрового циліндра на форму при максимальних значеннях швидкості й тиску.

Зауважимо, що коефіцієнти  $\alpha_0$  і  $\alpha_m$  — це основні параметри моделі передачі фарби. Їх можна визначити експериментальним шляхом для мінімальних і максимальних (граничних) значень швидкості й тиску, що спрощує задачу побудови моделі для конкретних умов передачі фарби у заданій фарбовій системі.

На основі аналізу експериментальних даних перенесення фарби з друкарської форми на задруковуваний матеріал [11] запропоновано відповідну аналітичну модель для допустимих меж значень швидкості й тиску між формним і друкарським циліндрами:

$$m_2(V, P_2) = f_3(V)(0.9 + P_2 / 100)m_1, \quad (8)$$

$$\text{при } V_{min} \leq V \leq V_{max},$$

$$P_{2min} \leq P_2 \leq P_{2max}.$$

Тут  $m_2(V, P_2)$  [г] — маса фарби, що перенесена з форми на задруковуваний матеріал,  $P_{2min}$  і  $P_{2max}$  — граничні значення тиску.

Для спрощення обчислень функція  $f_3(V)$  реалізується алгоритмічно на основі експериментальних значень і кількості фарби на задруковуваному матеріалі для мінімальної та максимальної швидкості й максимального значення.

Після підстановки виразів (7) і (8) у вираз (6) одержимо аналітичну модель фарбоперенесення фарби з растрового циліндра на флексографічну друкарську форму, а з неї на задруковуваний матеріал:

$$m_2(V, P_1, P_2) = (\alpha_0 + \alpha_m)(1 - e^{-v})(1 + P_1 / 100)(0.9 + P_2 / 100)f_3(V)m_0. \quad (9)$$

Зауважимо, що при нульових швидкості й тиску, фарбоперенесення у фарбовій системі є неможливим.

Метою роботи було проведення експериментального дослідження перенесення фарби у фарбовій системі й їх застосування для побудови моделі фарбоперенесення та оптимального вибору параметрів друкування. Дослідження проводилися в Інституті паперництва і поліграфії Лодзької політехніки на тестовому апараті IGT F1, який дозволяє провести експериментальні дослідження відповідно до прийнятих припущень при побудові моделі [11]. Тестовий апарат дозволяє змінювати швидкість і тиск у широких межах й одночасно їх вимірювати.

Для проведення дослідження використовували растровий циліндр лініатурою 180 лін/см, ємкістю  $4\div 8$  см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>, статичний кут змочування —  $58.7^\circ$ , динамічний кут змочування —  $(72\div 65)^\circ$ . Ракель типу MDC60 шириною 52 мм, притиском — 160 Н/м, кутом встановлення —  $60^\circ$ . Друкарська форма плашкова, виконана традиційними методом, наświetлена через негатив Neloflex, ACE 170 фірми BASF з лініатурою 54 лін/см, товщиною 1.705 мм, твердістю  $70.75^\circ$ , динамічним кутом змочування  $82.4^\circ$ , жорсткістю поверхні  $R_a = 0.498$  мкм,  $R_t = 3.96$  мкм,  $R_z = 2.91$  мкм [11].

Сталими параметрами під час досліджень були:

друкарська фарба — водорозчинна, фірми Michael Huber з товарною назвою PH5 Red 032V92 призначена для задруковування простого, крейдового паперу, липкість фарби 20с відносно кубка Форда Ф 4 мм, середня густина на фарби за температури  $24,5\div 26,5^\circ\text{C}$  становить 1070 кг/м<sup>3</sup>;

умови кліматичні: температура —  $(24,6\div 26,7)^\circ\text{C}$ , вологість —  $(46\div 53)\%$ .

Змінними параметрами були:

питомий тиск між растровим і формним циліндрами до 10 кН/м;

лінійна швидкість друкування до 1,5м/с.

Під час досліджень маса фарби на растровому циліндрі й друкарській формі визначалася ваговим методом, на основі чого визначалося перенесення фарби з растрового циліндра на друкарську форму.

Здійснено експериментальне дослідження фарбоперенесення для різних друкарських форм, умов і параметрів. Окремі усереднені результати досліджень для растрового циліндра ємкістю 8 см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> і липкістю фарби 20 с для різних швидкостей і тиску наведено в табл. 1 [11].

Таблиця 1

**Результати досліджень перенесення фарби з растрового циліндра на плашкову друкарську форму**

Швидкість, V[м/с]	Тиск, P [кН/м]	Маса фарби на формі, M[г]	Різниця мас на растровому циліндрі по передачі фарби, ΔG [г]	Перенесення фарби з растрового циліндра на форму, %
0,2	2	0.0195±0.0296	0.045±0.055	30÷35
	10	0.0171±0.024	0.040±0.050	30÷40
0,5	2	0.0206±0.030	0.040±0.045	34÷40
	10	0.023±0.033	0.035±0.40	40÷45
1,5	2	0.024±0.034	0.035±0.40	41÷46
	10	0.0245±0.35	0.03±0.035	45÷50

З таблиці випливає, що зміна швидкості друкування від 0,2 до 1,5 м/с і тиску від 2 до 10 кН/м призводить до збільшення кількості фарби на формі до 15%, а зміна тиску — на 10%. Отже, для стабільного фарбоперенесення у флексографічному друці потрібно забезпечити сталий притиск формного циліндра до растрового і здійснювати друкування накладу при сталій швидкості роботи машини.

Для дослідження перенесення фарби з друкарської форми на задрукований матеріал застосовувався крейдований папір з гарнітурою 80,8 г/м, товщиною 92,25 мкм, гладкістю 72,2 с, ступенем заклевності 17,5 г/м<sup>2</sup>, шороховатістю  $R_a MD = 30,4$  мкм,  $R_a CD = 2,76$  мкм,  $R_t = 23,8$  мкм,  $R_z = 18,4$  мкм, динамічною зміною кута зволоження  $93 \div 88^\circ$  за час 5 с [11].

Масу фарби на формі перед задрукуванням і мокрої фарби на задрукованому матеріалі обчислювали ваговим методом. Визначали процентний поділ фарби, як відношення маси мокрої на задрукованому матеріалі до фарби на формі перед задрукуванням. Окремі усереднені результати досліджень фарбоперенесення фарби з друкарської форми на задрукований матеріал для липкості фарби 20 с для різних швидкостей і тиску наведено у табл. 2.

Таблиця 2

### Результати дослідження перенесення фарби з друкарської форми на задрукований матеріал

Швидкість, V[м/с]	Тиск, P [кН/м]	Маса фарби на формі, m [г]	Маса фарби на задрукованому матеріалі $m_{zm}$ , [г]	Перенесення фарби з форми на задрукований матеріал, $m_{zm} / m_{cp}$ , %
0.2	6	0.06	0.0284	47.3
0.5			0.0298	49.8
1.5			0.0293	48.8
0.2	8	0.06	0.02966	48.6
0.5			0.03054	50.9
1.5			0.03048	50.8
0.2	10	0.06	0.0297	49.46
0.5			0.03078	51.30
1.5			0.03003	50.05

Як це видно з таблиці, при збільшенні швидкості перенесення фарби з форми на задрукований матеріал спочатку її кількість наростає і при швидкості 0,5 м/с досягає максимального значення, а з подальшим збільшенням швидкості перенесення фарби зменшується. Максимальне перенесення фарби більше двох процентів.

Зауважимо, що перенесення фарби з форми на задрукований матеріал значно залежить від її маси на друкарській формі [11].

Для моделювання процесу передачі фарби з растрового циліндра на друкарську форму і наступного перенесення на задрукований матеріал використовувався популярний пакет MATLAB–Simulink [2]. На основі виразів (7)–(9) за допомогою графічного редактора Simulink з блоків бібліотеки

побудовано симулятор передачі фарби з растрового циліндра на друкарську форму і її перенесення на задруковуваний матеріал. Вікно симулятора подано на рис. 1.

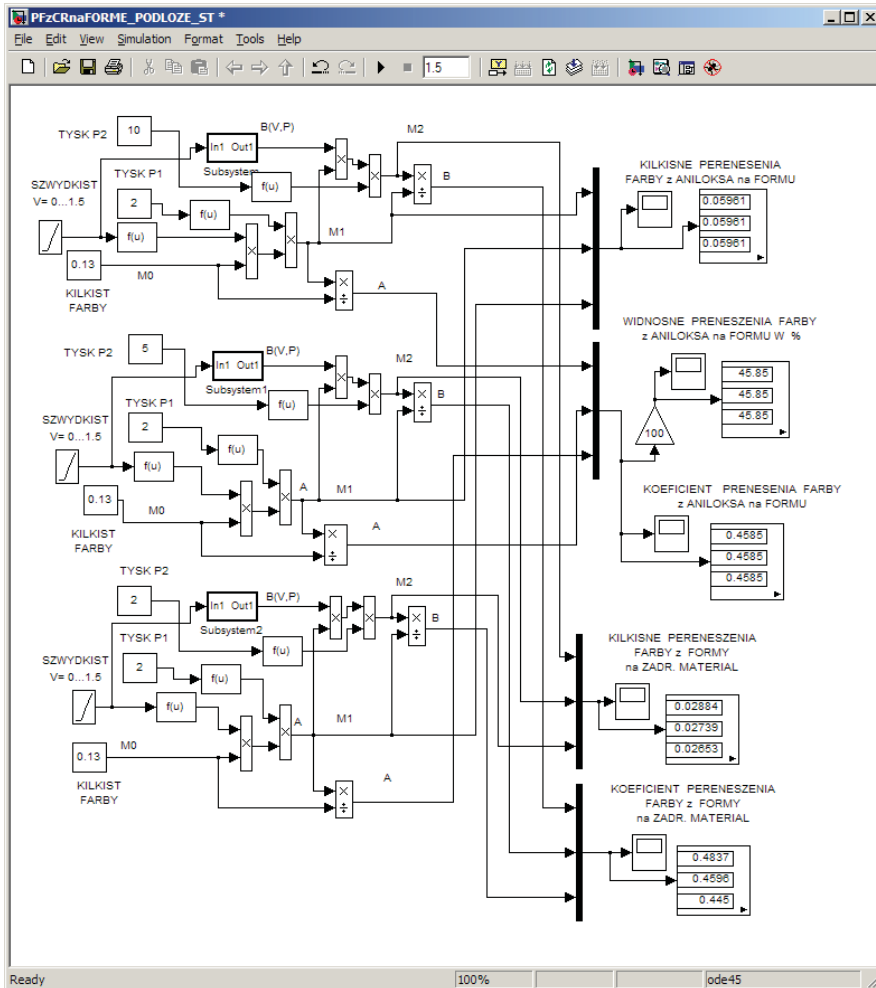


Рис. 1. Вікно симулятора перенесення фарби

Симулятор складається з блоків матлабівських функцій  $F_{sp}$ , в яких складено мікропрограми для обчислень функцій  $f_1(V)$ ,  $f_2(P_1)$  і  $f_4(P_2)$  і блоків множення  $Product$ , які виконують операції множення згідно з виразом (6). Для задання маси фарби на растровому циліндрі й тиску застосовують блоки  $Constant$ . Імітацію лінійної зміни швидкості здійснює блок  $Ramp$ , вихідний сигнал якого можна задавати у межах  $0 \dots 1.5$ . Блок  $Subsystem$  обчислює функцію  $f_3(V)$  відносного перенесення фарби з форми на задруковуваний матеріал залежно від швидкості на підставі експериментальних даних. Визначення коефіцієнтів фарбоперенесення здійснюється блоком  $Divide$ , як відношення



маси на формі до маси на растровому циліндрі та відношення маси фарби на задруковуваному матеріалі до маси на її перенесення. Візуалізацію результатів моделювання здійснюють блоки Display і Skope.

Симулятор дозволяє паралельно здійснювати моделювання у системі растровий циліндр — друкарська форма і друкарська форма — задруковуваний матеріал, і створювати сукупність графічних залежностей кількості переданої фарби з растрового циліндра на форму і задруковуваний матеріал та коефіцієнти перенесення фарби для трьох різних значень тиску в зонах контакту з растровим циліндром і форми з друкарським циліндром при заданих межах зміни швидкості.

На основі результатів експериментальних досліджень (табл. 1) визначилися параметри моделі  $\alpha_0 = 0,26$  і  $\alpha_m = 0,24$ , які були введені у модель. При моделюванні приймали, що кількість фарби на растровому циліндрі  $m_0$  — 0,13 г, швидкість змінювалася у межах 0,2...1,5 м/с, тиск  $P_1 = 2$  кН/м.

На рис. 2 подано результати симулювання залежності кількості фарби на формі перенесеної з растрового циліндра.

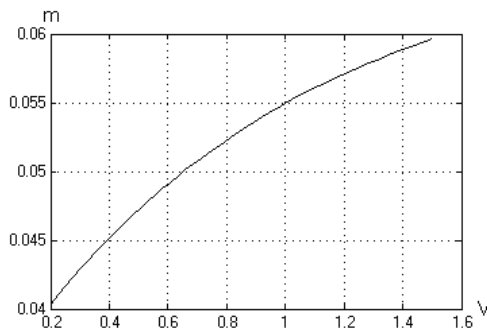


Рис. 2. Залежність кількості перенесеної фарби на формі перенесеної з растрового циліндра від швидкості для  $P_1 = 2$  кН/м,  $m_0 = 0,13$  г

При збільшенні швидкості від 0,2 до 1,5 м/с кількість перенесеної фарби зростає від 0,04 до 0,06 г. Зауважимо, що кількість фарби на формі у трьох моделях — однакова, бо кількість фарби, що передана на растровий циліндр  $m_0$  і тиск у зоні растрового і формного циліндрів  $P_1$  — однакові.

На рис. 3 представлено результати відносної передачі фарби з растрового циліндра на друкарську форму в процентах.

Відносна фарбопередача з растрового циліндра на форму більш точно характеризує процес фарбопередачі.

На рис. 4 наведено результати кількості перенесеної фарби з форми на задруковуваний матеріал від швидкості при різних тисках у зонах контакту формний — друкарський циліндр  $P_2 = 10,5,2$  кН/м при  $P_1 = 2$  кН/м.

Як показано на рисунку, при збільшенні швидкості від 0,2 до 1,5 м/с кількість фарби на задруковуваному матеріалі збільшується майже у два рази. Зміна тиску меншою мірою впливає на фарбоперенесення.

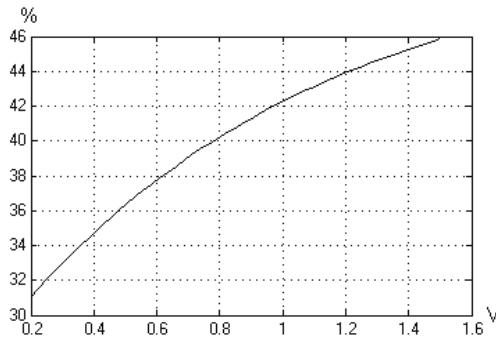


Рис. 3. Залежність відносної фарбопередачі з растрового циліндра на форму

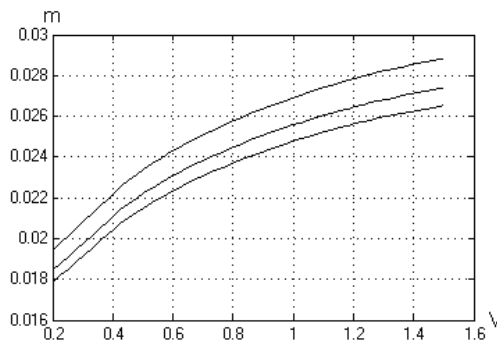


Рис. 4. Залежність кількості перенесеної фарби з форми на задруковуваний матеріал від швидкості

На рис. 5 наведено результати залежності відносного фарбоперенесення з форми на задруковуваний матеріал  $\beta$  від швидкості при різних тисках  $P_2 = 10,5, 2$  кН/м при  $P_1 = 2$  кН/м.

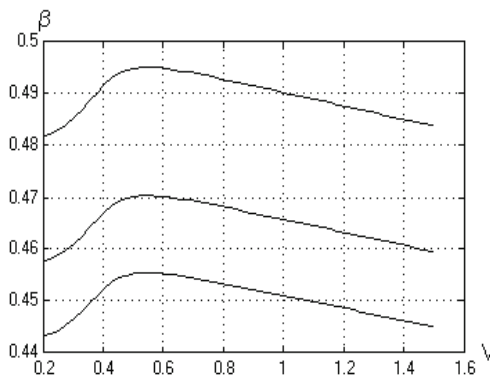


Рис. 5. Залежність відносного фарбоперенесення з форми на задруковуваний матеріал

При збільшенні швидкості від 0,2 м/с фарбоперенесення наростає і при 0,5 м/с досягає максимального значення. При подальшому збільшенні швидкості відносно фарбоперенесення поступово зменшується.

Згідно з результатами симулювання можна стверджувати, що запропонована модель фарбоперенесення з достатньою для інженерної практики точністю описує передачу фарби з растрового циліндра на форму і перенесення фарби із форми на задруковуваний матеріал. Побудований симулятор можна застосовувати для модельних досліджень фарбоперенесення і вибору оптимальних параметрів налагодження фарбової системи.

З проведених досліджень випливає:

1. Для заданої липкості, маси фарби на растровому циліндрі, швидкість друкування і тиск у зонах контакту формного циліндра з растровим і друкарським більшою мірою впливає на процес фарбоперенесення.

2. Запропоновано аналітичну модель перенесення фарби з растрового циліндра на флексографічну друкарську форму і перенесення фарби з форми на задруковуваний матеріал для допустимих меж значень швидкості й тиску за сталих умов фарбоперенесення.

3. Основні параметри моделі можна визначити експериментальним шляхом при передачі фарби з растрового циліндра на форму для мінімальних і максимальних значень швидкості й тиску, і визначення відносного перенесення фарби з форми на задруковуваний матеріал, що спрощує побудову моделі для конкретних умов фарбоперенесення у заданій фарбовій системі.

4. На основі проведених експериментів встановлено, що зміна швидкості від 0,2 до 1,5 м/с і тиску до 10 кН/м призводять до збільшення кількості фарби переданої з растрового циліндра на форму до 15%, а зміна тиску — до 10%. Отож у флексографічному друці потрібно забезпечити сталий притиск формного циліндра до растрового і здійснювати друкування накладу при сталій швидкості роботи машини.

5. Кількість фарби на формі значною мірою впливає на перенесення фарби на задруковуваний матеріал. Тому для заданої форми і паперу потрібно вибирати відповідну ємкість растрового циліндра.

6. Розроблено симулятор для моделювання процесу передавання фарби з растрового циліндра на форму і наступного перенесення фарби на задруковуваний матеріал, який дозволяє паралельно здійснювати моделювання у системі растровий циліндр-друкарська форма і друкарська форма-задруковуваний матеріал і створювати сукупність графічних залежностей кількості перенесеної фарби й відносно фарбоперенесення для трьох різних значень тиску при заданих межах зміни швидкості.

7. Здійснено комп'ютерне симулювання фарбоперенесення для різних параметрів моделі й побудовано графіки залежності кількості перенесеної фарби на форму і на задруковуваний матеріал від швидкості для різних тисків.

1. Величко О. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту / О. Величко — К. : ВПЦ «Київський університет», 2005. — 260 с. 2. Гультьєв А. К. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде WINDOWS практ. пособ. / А. К. Гультьєв. СПб. : Корона Принт, 1999. — 282 с. 3. Ласкин А. В. Computer-to-Plate для флексографии: ключевые аспекты технологии / А. В. Ласкин и др. — М. : Курсив, 2001. — 80с. 4. Луцків М. Інтегральні оцінки параметрів растрового вала / М. Луцків, К. Стемпень // Кваліологія книги: зб. наук. пр. — Львів, 2006. — № 16. — С. 266–274. 5. Луцків М. Описання форми та оцінювання параметрів растрової комірки анілоксового вала / М. Луцків, К. Стемпень // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр. — Львів, 2006. — № 15. — С. 16–35. 6. Митрофанов В. П. Аналитическая статика печатного процесса / В. П. Митрофанов // Известия высших учебных заведений «Проблемы полиграфии и издательского дела». — 2000. — № 12. — С. 5–10. 7. Раскин Технология печатных процессов / Раскин — М. : Книга, 1989. — 432 с. 8. Ярема С. М. Флексографія: обладнання, технологія / С. М. Ярема — К. : Либідь, 1998. — 310 с. 9. Podręcznik Fleksografii. Zrzeszenie Polskich fleksografow — Warszawa, 1998. 10. Czichon H. Formy fleksografowe: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej / H. Czichon, M. Czichon. — Warszawa, 2006. 11. Projekt badawcze nr 3.TO8E, MK I S<sub>2</sub>W, KBN «Optymalizacja ewolucyjna konstrukcji fleksograficznego zespołu drukującego, 2005-2007.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНЕСЕНИЯ КРАСКИ З ФЛЕКСОГРАФИЧЕСКОЙ ФОРМЫ НА ПЕЧАТНЫЙ МАТЕРИАЛ**

*Приведено результати перенесення краски в флексографії. Целью работы было проведение исследований перенесения краски из печатной формы на печатный материал. Тестовые исследования выполнено на тестовом аппарате IGT F1. Переменными параметрами были диапазон давлений между формным и печатным цилиндрами и скорость печатания. Исследование выполнено в Институте паперництва и полиграфии Лодзької политехники. Результатами исследований является оптимизация параметров процесса на основе анализа полученных эмпирических данных математической модели и компьютерной симуляции.*

### **DESIGN OF TRANSFERENCE OF PAINT FROM FLECSOGRAFICHNOI FORM ON ZADROUCOVOUVANIY MATERIAL**

*The article shows the analysis of scientific connected with the process of ink transfer in flexography. The aim of this work was to perform the tests of ink transfer on to the substrates by the printing form. The research test of ink transfer by the inking units have been performed on the apparatus IGT F1. The variable parameters were as follows: the pressure changes between the form cylinder, impression cylinders and the printing speed. The tests conducted in the Institute of Papermaking and Printing of the Technical University of Lodz have resulted in conclusion that the selection of optimal parameters should be based on the analysis of empiric values and mathematical model and computer simulation of ink transfer.*

*Стаття надійшла 28.07.08*

УДК 621.928.9

**В. А. Батлук, І. М. Козира, Я. В. Мота***Національний університет «Львівська політехніка»***ДОСЛІДЖЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА**

*Подано дані, які підтверджують тезу про неможливість сьогодні вловлювати дрібнодисперсний пил, тому запропоновано принципово нову конструкцію відцентрово-циркулярного горизонтального пиловловлювача; випробування, які дозволяють стверджувати про підвищення ефективності вловлювання такого типу пилу на 10–12% і зменшенні енергії і металоємності.*

З кожним роком наука та техніка інтенсивно розвиваються, вдосконалюються нові технології та різні дослідження, але незважаючи на позитивні риси, виникає інша ситуація, збільшується кількість забруднюючих речовин, які впливають на розвиток навколишнього середовища, забруднюється атмосфера. Атмосферне повітря є найбільш життєзабезпечувальним природним середовищем, яке складається з суміші газів і аерозолів приземного шару атмосфери, що виникає в ході еволюції Землі. Охорона атмосферного повітря, а також озонового шару — найбільш актуальна проблема екології.

Більшість людей проводять 80–95% свого часу в службових приміщеннях. Одним з показників якості їх життя є повітря. Згідно з оцінкою останніх даних повітря всередині міських приміщень забруднено в 100 разів більше, ніж зовні.

Основними причинами забруднення повітря в службових приміщеннях є:  
хімічні речовини, що потрапили в приміщення. Більше 100 хімічних сполук можуть одночасно перебувати у повітрі службових приміщень, офісів. У тому числі: аерозолі свинцю, кадмію, ртуті, міді, цинку, фенолу, формальдегіду, у концентраціях, що найчастіше перевищують ГДК у кілька разів;

отруйні випаровування і частинки від миючих засобів, які використовуються в приміщеннях. Причому, їх концентрація в 1000 разів вища, ніж у відкритому повітрі;

бактерії, віруси, спори грибків і цвілі;

дрібнодисперсний пил, частинки якого менші за 10 мкм, невидимі для ока, практично не осаджуються й постійно висять у повітрі, це — пилові кліщі й продукти їхньої життєдіяльності, що є найсильнішими алергенами;

продукти життєдіяльності людини (150 видів хімічних речовин), свійських тварин;

тютюновий дим і 3600 хімічних речовин з нього.

У приміщенні, в якому повітря не очищається, в одному літрі втримується до 300 тис. частинок пилу розміром 0,5 мікрон. З них лише 75–80 тис. повертаються у навколишнє середовище з видихом, а більше 200 тис. залишаються до певного часу в організмі людини, а точніше — у її бронхах і трахеях! З огляду