

MULTIFACTORIAL CHOICE ALTERNATIVE OPTIONS FLEXOGRAPHIC PRINTING BASED ON FUZZY PREFERENCE RELATIONS

Staged and a problem of multivariate selection alternatives flexographic printing based on fuzzy preference factors in the choices expressed by binary matrices ratios and calculated functions of convolutions.

Стаття надійшла 22.11.2012

УДК 681.625.23:004942

М. М. Луцків, В. І. Рибак, О. М. Назаренко

Українська академія друкарства

ПОБУДОВА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРИТТЯ РАСТРОВОГО ВІДБИТКА ФАРБОЮ ФАРБОВОЇ СИСТЕМИ ДУКТОРНО- НОЖОВОГО ТИПУ ПОСЛІДОВНО-ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ

Розроблено математичну модель і побудовано характеристики покриття растрового відбитка фарбою фарбової системи дукторно-ножового типу послідовно-паралельної структури для усталеного режиму роботи. Наведено результати комп'ютерного симулювання.

Покриття, растровий відбиток, фарбова система, дукторно-ножовий тип, послідовно-паралельна структура, комп'ютерне симулювання

Рівномірність товщини фарби на поверхні растрового відбитка – важливий технічний параметр офсетних друкарських машин, від якого значно залежить якість відбитка. Залежна вона від конструкції і структури фарбового апарата, кількості фарбових валиків, сюжету друкарської форми, інших параметрів і факторів. Для забезпечення рівномірності фарби здійснюють ручне або автоматичне зональне налагодження подачі фарби на заданий наклад. Експериментальне дослідження нерівномірності покриття растрових відбитків фарбою залежно від окремих параметрів фарбового апарата і растрової друкарської форми складне завдання, вимагає дорогої вимірювальної апаратури і затрат часу. З огляду на це для побудови характеристик покриття почали застосовувати математичне моделювання [6, 7]. Існуючі моделі фарбодрукарських систем для усталених режимів роботи побудовано при певних припущеннях, зокрема не в повній мірі враховані властивості фарбоживильного пристрою. Отож, достовірність результатів моделювання значно залежатиме від прийнятих припущень.

Таким чином, створення математичної моделі фарбодрукарської системи дукторно-ножового типу і побудова характеристики покриття растрового відбитка фарбою, зручних для комп'ютерного моделювання, є актуальним завданням.

У фарбодрукарських системах протікають складні процеси, пов'язані з дискретною подачею фарби, її розкочуванням у рівномірний неперервний шар,

циркуляцією прямих і зворотних потоків фарби, модуляцією потоку растровою друкарською формою, формуванням фарбового зображення і його передачею на задруковуваний матеріал. Перші моделі фарбових систем для усталеного режиму роботи побудовано за умови, що на вхід системи подається суцільний рівномірний потік фарби і не враховується повернення частини її у фарбове корито [8, 9], не бралися до уваги дискретна подача фарби і наявність фарбоживильного пристрою дукторно-ножового типу.

У роботах [6, 7] побудовано математичні моделі і характеристики покриття растрових відбитків фарбою коротких фарбодрукарських систем з анілоксовим фарбоживильним пристроєм. Зазначимо, що в таких системах здійснюється неперервна подача фарби, тому безпосередньо застосувати ці моделі для вирішення поставленого завдання неможливо. У працях [4, 5] досліджено розподілення потоків подачі і відбору фарби для усталеного режиму з урахуванням відбору фарби на вході фарбової системи у фарбове корито. Однак не обґрунтовано завдання коефіцієнта відбору фарби на вході фарбової системи. У роботах [1–3] створено декілька імітаційних дискретних моделей фарбоживильного пристрою дукторно-ножового типу. За результатами комп'ютерного симулювання встановлено, що коефіцієнт передачі фарбоживильного пристрою залежить від параметрів дукторно-ножового пристрою, зокрема, кута повороту дукторного циліндра. Моделі фарбоживильного пристрою, побудовані в Z-перетвореннях, досить складні. Наприклад, для реалізації моделі у середовищі MATLAB Simulink потрібно 18 блоків дискретної передавальної функції і шість блоків підсумовування. Отже, імітаційні моделі є громіздкими, що обмежує їх застосування.

Метою нашої роботи є опрацювання простої аналогової адекватної моделі фарбоживильного пристрою і побудова на її основі моделі для визначення характеристик покриття растрового відбитка фарбою фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури, зручної для комп'ютерного симулювання.

Для розв'язання поставленої задачі спочатку потрібно опрацювати аналогову модель фарбоживильного пристрою, який здійснює дискретну подачу фарби на вихід фарбової системи. Ураховуючи складність і новизну завдання, розглянемо передачу потоків у фарбодрукарській системі послідовно-паралельної структури (рис. 1).

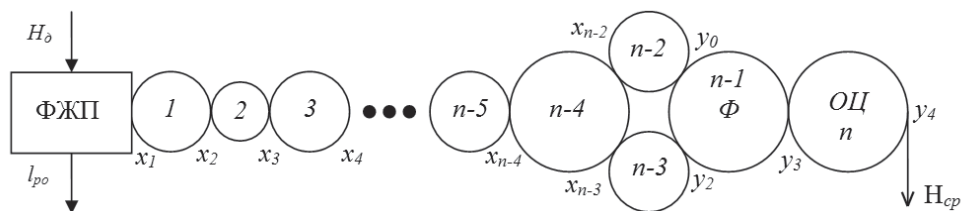


Рис. 1. Схема фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури

Усереднений фарбоживильним пристроєм (ФЖП) потік фарби подається на перший передавальний валик, послідовно розкочується у фарбовій системі та двома накочувальними валиками накочується на друкарську форму, яка здійснює модуляцію фарбового потоку, що переноситься на офсетний циліндр, а з нього передається на задруковуваний матеріал. Процес модуляції фарбових потоків растровою друкарською формою розглядатимемо як перетворення неперервного фарбового потоку в промодульований потік [6], який для схеми (рис. 1) подамо виразом

$$h_{\phi} = \alpha K_M x_{n-1}, \quad (1)$$

де h_{ϕ} – середнє значення товщини промодульованого фарбового потоку растровою друкарською формою; x_{n-1} – товщина потоку фарби в точці контакту формного циліндра і накочувального валика; α – коефіцієнт передачі прямого потоку.

Коефіцієнт модуляції K_M характеризує передачу фарбового потоку растровою коміркою форми, може бути визначений виразом

$$K_M = \frac{S_{pm}}{S_{pk}}, \quad (2)$$

де S_{pm} , S_{pk} – площі растрової точки і растрової комірки.

Середнє значення товщини потоку фарби, який залишився після модуляції на накочувальному валику, створює зворотний потік у фарбовій системі:

$$h_n = (1 - \alpha K_M) x_{n-1}. \quad (3)$$

Рівняння (1)–(3), які описують модуляцію фарбових потоків, використовуватимемо для побудови моделі фарбодрукарської системи.

Розглянемо побудову математичної моделі фарбоживильного пристрою ФЖП дукторно-ножового типу [8, 9], що складається з фарбового корита, в який вставлено дукторний циліндр. Товщина фарби на його поверхні задається регульовальними гвинтами, а ширина смуги фарби – кутом повороту дукторного циліндра. Передавальний валик здійснює періодичну передачу порцій фарби на вхід фарбової системи, яка послідовно розкочується валиками, у результаті чого на друкувальних елементах форми створюється рівномірний за товщиною шар фарби, що переноситься на офсетний циліндр, а далі передається на задруковуваний матеріал.

Для здійснення переходу від дискретної моделі фарбоживильного пристрою до аналогової зробимо наступні припущення. Фарбодрукарська система являє собою фільтр низьких частот, усереднення дискретного потоку фарби відбувається на виході фарбоживильного пристрою, розглядаються усталені режими роботи фарбодрукарської системи, існують стабільні умови друкарського процесу. За прийнятих умов здійснимо еквівалентну заміну дискретного фарбоживильного пристрою неперервним аналогом шляхом заміни їх потоків

подачі і відбору фарби їхніми середніми значеннями товщин. Тоді на основі прийнятих припущень і еквівалентувань складемо систему рівнянь балансу товщини потоків за одиницю часу:

$$\begin{aligned}x_1 &= K_D H_D + K_0 x_2 \\H_0 &= K_D H_D \\l_{po} &= K_{po} x_1 \\x_2 &= K_1 x + \gamma_2 x_3,\end{aligned}\tag{4}$$

де H_D – товщина фарби на дукторному циліндрі; H_0 – середнє значення товщини фарби, що подається на перший валик; l_{po} – середнє значення товщини потоку фарби, що повертається в дукторне корито; x_1 – середнє значення товщини потоку фарби в точці контакту першого валика з дукторним циліндром; x_2, x_3 – товщини потоків фарби в точках контакту першого і другого валиків.

Коефіцієнти передачі визначаються на основі прийнятих припущень і еквівалентувань.

Коефіцієнт передачі фарбоживильного пристрою –

$$K_D = \alpha_D \frac{b_D T_1}{b_B T_{Ц}},\tag{5}$$

де α_D – коефіцієнт передачі прямого потоку фарби з дукторного циліндра на перший валик при спільному русі; b_D – ширина смуги фарби, що створюється на поверхні дукторного циліндра при його повороті на заданий кут; b_B – довжина ободу передавального валика; T_1 – час вистою передавального валика біля другого валика; $T_{Ц}$ – час циклу подачі фарби.

Коефіцієнт витрат фарби на вході системи –

$$K_{po} = \gamma_D \frac{b_D}{b_B},\tag{6}$$

де γ_D – коефіцієнт передачі зворотного потоку фарби при повороті дукторного циліндра.

Коефіцієнт передачі зворотного потоку фарби першого валика –

$$K_0 = \gamma_1 \frac{T_1}{T_{Ц}},\tag{7}$$

де γ_1 – коефіцієнт передачі зворотного потоку.

Коефіцієнт передачі K_1 прямого потоку першого валика визначається з умови балансу подачі і витрат фарби у фарбовій системі.

За схемою фарбодрукарської системи (рис.1) на основі моделі фарбоживильного пристрою (4) і прийнятих припущень складемо систему рівнянь балансу товщини промодульованих потоків для усіх точок контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів:

$$\begin{aligned}
 x_i &= K_D H_D + K_0 x_2 \\
 l_{po} &= K_{po} x_1 \\
 x_2 &= K_1 x_1 + \gamma_2 x_3 \\
 x_3 &= \alpha_2 x_2 + \gamma_3 x_4 \\
 x_4 &= \alpha_3 x_3 + \gamma_4 x_5 \\
 &\dots\dots\dots \\
 x_{n-5} &= \alpha_{n-6} x_{n-6} + \gamma_{n-5} x_{n-4} \\
 x_{n-4} &= \alpha_{n-5} x_{n-5} + \gamma_{n-4} x_{n-3} \\
 x_{n-3} &= \alpha_{n-4} x_{n-2} + f_2(K_M) y_2 \\
 x_{n-2} &= \alpha_{n-4} x_{n-4} + f_1(K_M) y_1 \\
 y_1 &= \alpha_{n-2} x_{n-2} + f_3(K_M) y_3 \\
 y_2 &= \alpha_{n-3} x_{n-3} + f_1(K_M) y_1 \\
 y_3 &= \alpha_{n-1} y_1 + \gamma_n y_4 \\
 y_4 &= \alpha_n y_3 \\
 H_C &= \beta y_4,
 \end{aligned} \tag{8}$$

де x_i – товщини фарби в точках контакту фарбових валиків; y_i – товщина фарби в точках контакту формного й офсетного циліндрів; H_c – амплітудне значення товщини фарби на растровому відбитку.

Функції передачі зворотних і прямих промодульованих потоків такі:

$$\begin{aligned}
 f_1(K_M) &= 1 - \gamma_{n-1} K_M \\
 f_2(K_M) &= 1 - \gamma_{n-3} K_M \\
 f_3(K_M) &= \alpha_{n-1} K_M \\
 f_4(K_M) &= \alpha_n K_M.
 \end{aligned} \tag{9}$$

Визначення характеристики покриття растрового відбитка фарбою за системою рівнянь (8) трудомістке, вимагає розв’язання системи рівнянь та складання алгоритму і програми для її побудови. Для спрощення задачі застосовуємо комп’ютерне симулювання. Для цього за схемою (рис. 1) і системою рівнянь (8) створено структурну схему моделі промодульованих фарбових потоків фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури у середовищі MATLAB Simulink (рис. 2).

Аналогова модель фарбоживильного пристрою і другого розкочувального валика розміщені ліворуч схеми. У блоці Subsystem знаходиться підмодель розкочувальної системи, в якій легко задати необхідне число фарбових валиків. Блоки Subsystem3 і Subsystem імітують модуляцію фарбового потоку растровою друкарською формою, Subsystem1 і Subsystem2 – накочувальні валики, крізь які передається непромодульована частина потоку, створюючи зворотні потоки у фарбовій системі, частина котрого повертається в дукторне корито.

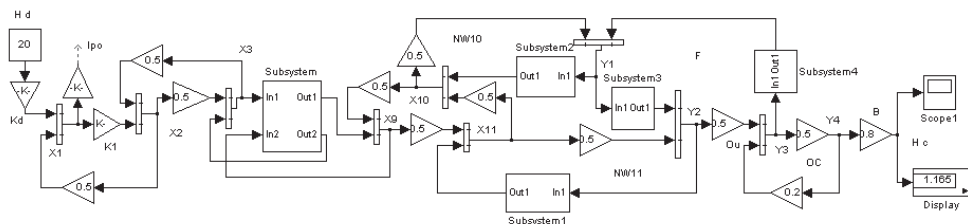


Рис. 2. Структурна схема моделі промодульованих фарбових потоків фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури

Метою комп'ютерного симулювання була побудова характеристики покриття растрового відбитка для фарбової системи 15-го порядку послідовно-паралельної структури при різних кутах повороту дукторного циліндра. Спочатку задавали малі кути повороту дукторного циліндра, яким відповідала ширина смуги фарби на дукторному циліндрі: $b_d = 1$ та 2 см при довжині ободу передавального валика $b_d = 20$ см. За такими даними визначали коефіцієнти передачі фарбоживильного пристрою $K_d = 0,0374$ та $0,0748$ та інші параметри фарбоживильного пристрою. Задавали номінальні коефіцієнти передачі прямих і зворотних коефіцієнтів передачі фарби: $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$, $\beta = 0,8$.

Результати комп'ютерного симулювання для двох мінімальних ширин смуг фарби на дукторному циліндрі при товщині шару фарби на дукторному циліндрі $H_g = 20$ мкм подано на рис. 3 у вигляді характеристики покриття.

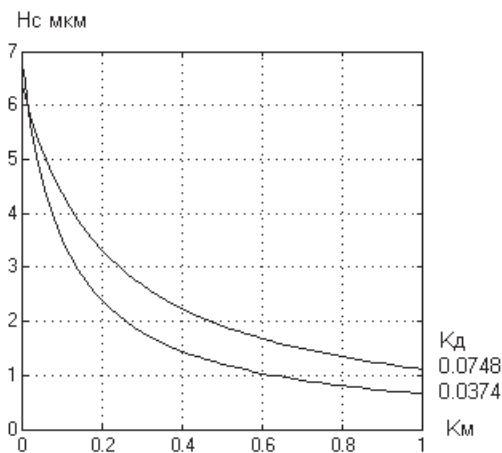


Рис. 3. Характеристика покриття фарбодрукарської системи при малих кутах повороту дукторного циліндра

При малих коефіцієнтах модуляції ($K_M = 0,01$) товщина фарби на растровому відбитку найбільша – становить $6,113$ та $6,6048$ мкм, із збільшенням коефіцієнта модуляції характеристики стрімко спадають і на середніх тонах стають пологішими. У тінях ($K_M = 1$) товщина фарби дорівнює $0,659$ та $1,117$ мкм.

Отже, при малих кутах повороту дукторного циліндра товщина фарби на світлих ділянках відбитка майже в 10 разів більша, ніж у тінях.

У наступній серії комп'ютерного симулювання досліджували вплив збільшення кута повороту дукторного циліндра, якому відповідають такі коефіцієнти передачі фарбоживильного пристрою: $K_d = 0,0075; 0,015; 0,037$ та $0,085$. На їх основі розраховували інші параметри фарбоживильного пристрою. Налагоджували подачу фарби на дукторному циліндрі – $H_d = 47; 27; 15$ та 10 мкм, при яких товщина фарби на растрових відбитках для коефіцієнта модуляції $K_M = 0,3$ дорівнювала 1 мкм. Результати комп'ютерного симулювання у вигляді сімейства характеристик покриття для різних коефіцієнтів передачі фарбоживильного пристрою подано на рис. 4.

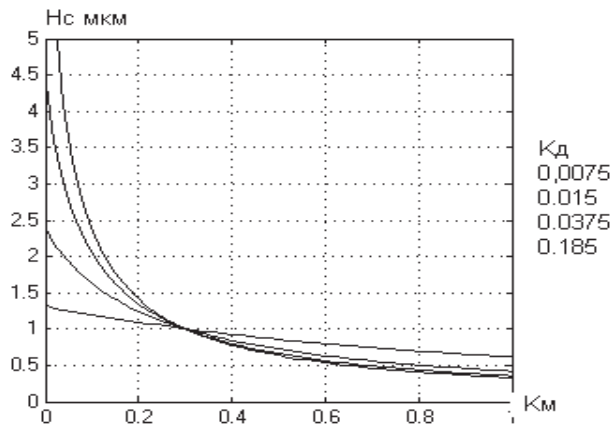


Рис. 4. Сімейство характеристик покриття фарбодрукарської системи для різних кутів повороту дукторного циліндра

При малих коефіцієнтах передачі ($k_n = 0,01$) товщини фарби на растровому відбитку найбільші – знаходяться в межах $6-1$ мкм. Із збільшенням кута повороту характеристики різко спадають і при коефіцієнті модуляції $0,3$ км товщина фарби становить 1 мкм. При дальшому збільшенні коефіцієнта модуляції характеристики стають пологішими і знаходяться в межах $0,3 - 0,6$ мкм. Отже, збільшення кута повороту дукторного циліндра є ефективним засобом зменшення перепаду товщин на інтервалі тонопередачі, що сприяє спрощенню налагодження фарбового апарата на заданий наклад і поліпшенню якості відбитків.

З вищезокресленого випливають такі висновки:

1. Уперше розроблено просту аналогову модель фарбоживильного пристрою дукторно-ножового типу, на основі якої побудовано модель фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури для усталених режимів роботи.

2. У середовищі MATLAB Simulink розроблено симулятор для побудови характеристики покриття фарбою растрового відбитка залежно від коефіцієнта модуляції фарбового потоку растровою друкарською формою.

3. На основі результатів комп'ютерного симулювання встановлено, що збільшення кута повороту дукторного циліндра фарбоживильного пристрою є ефективним засобом поліпшення рівномірності покриття фарбою растрових відбитків.

4. Одержані результати можуть служити базою для побудови складніших моделей і удосконалення налагодження фарбових апаратів офсетних машин на заданий наклад.

1. Верхола М.І. Моделювання та аналіз режиму подачі фарби та процес її розкочування у фарбовій системі / Верхола М.І., Бабінець В.М., Гук І.Б. // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр. УАД. – 2002. – №8. – С. 3–15. 2. Верхола М.І. Аналіз розподілу потоків фарби між входом і виходом фарбової системи при різних способах подачі фарби / Верхола М.І. // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр. УАД. – 2002. – №7. – С.12–27. 3. Верхола М.І. Моделювання та визначення коефіцієнта передачі фарби передавальним валіком у фарбовій системі з розтиральним циліндром / Верхола М.І., Гук І.Б. // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр. УАД. – 2002. – №21. – С.39–52. 4. Верхола М.І. Визначення коефіцієнта передачі фарби передаючим валіком та аналіз розподілу фарби між входом та виходом фарбової системи з трьома накочувальними валіками / Верхола М.І., Бабінець В.М. // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр. УАД. – 2008. – №20. – С.3–15. 5. Верхола М.І., Моделювання та експериментальне дослідження перехідного процесу фарбодрукарської системи машини Heidelberg GTO-52-2/2-8/ Верхола М.І., Споляк Р. // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр. УАД. – 2011. – №26. – С.3–15. 6. Луцків М.М. Розрахунок і побудова номограм витрат та відбору фарби у фарбодрукарських системах послідовної структури / Луцків М.М., Рибак В.І. // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр. УАД. – 2007. – №18. – С.30–39. 7. Луцків М.М. Визначення точності фарбодрукарської системи послідовної структури для заданих інтервалів тоновідтворення зображення / Луцків М.М., Рибак В.І. // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр. УАД. – 2008. – №20. – С.25–33. 8. Чехман Я.І. та ін. Друкарське устаткування / Чехман Я.І. та ін. // Львів: УАД, 2005. – 468 с. 9. Ярема С.М. Фарбові та зволожуючі апарати, ракелі та лакувальні пристрої друкарських машин / Ярема С.М., Мамут Б.Г. – К.: Ун-т «Україна»: ХК «Бліц-Інформ», 2003. – 191с.

ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЯ РАСТРОВОГО ОТТИСКА КРАСКОЙ КРАСОЧНОЙ СИСТЕМЫ ДУКТОРНО-НОЖЕВОГО ТИПА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

Разработана математическая модель и построены характеристики покрытия растрового оттиска краской красочной системы дукторно-ножевого типа последовательно-параллельной структуры для установившегося режима работы. Приведены результаты компьютерного симулирования.

CONSTRUCTION SPECIFICATIONS COVERING RASTER PAINT PAINT IMPRESSION OF DUKTORNO-KNIFE SERIAL-PARALLEL STRUCTURES

There are developed a mathematical model and builded characteristics of ink coating on typography raster print from serial-parallel structure inking system with blade and fountain roller. A computer simulation was done for continuous stable mode.

Стаття надійшла 08.10.2012

УДК 655.3+881.3

*І. В. Ніщіменко, М. С. Кадиляк, В. М. Сеньківський, Р. С. Зацерковна**Українська академія друкарства***СИНТЕЗ МОДЕЛІ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ
НА ЯКІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ ГОФРОКАРТОНУ**

Наведено множину факторів та синтезовано модель їх впливу на якість виготовлення гофрокартону.

Гофрокартон, множина факторів, якісне виготовлення

Сьогодні виробництво упаковки динамічно розвивається. Адже ця продукція користується постійним і стійким попитом, і конкуренція при насиченості ринку стає жорсткішою. Щодо гофрокартонної упаковки, то її успіх визначають: якість гофрокартону, оперативність виконання робіт, якість і складність друку по гофрі тощо. Переважна більшість замовлень – це упаковка для харчових продуктів, в основному кондитерських. Друкарні, що спеціалізуються на її випуску, бажають виробляти гофрокартон самі, організовуючи виробництво повного циклу [1].

Контроль за якістю гофрокартону здійснюється, як відомо, за допомогою візуальних, електронних і статистичних методів, які потребують електронних засобів вимірювання, опрацювання експериментальних даних методами теорії ймовірності та математичної статистики [2, 3].

Перераховані й інші чинники обумовлюють актуальність досліджень, спрямованих на розроблення інформаційних моделей та альтернативних варіантів прогнозування якості виготовлення гофрокартону [4].

Для розв'язання такої задачі потрібно виокремити достатньо повну множину узагальнених параметрів, дотичних до процесу виготовлення гофрокартону, створити вихідний граф зв'язків між ними, побудувати матрицю досяжності, синтезувати й оптимізувати ієрархічну модель пріоритетності впливу факторів на прогнозування якості гофрокартону.

Аналіз багатьох факторів за суттю та ступенем впливу забезпечив об'єднання їх, виділивши узагальнені параметри щодо довговічності, зносостійкості, якісного рівня гофрокартону, його технічної якості, міцності і т.п.

Нехай сукупність параметрів, які впливають на якість гофрокартону, становить деяку множину $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$. Виберемо серед них підмножину $D_1 = \{d_1, d_2, \dots, d_6\}$ найсуттєвіших параметрів, у котру внесемо такі елементи: d_1 – тип гофролінії; d_2 – тип паперу; d_3 – тип клею; d_4 – тиск між гофровалями; d_5 – висушування і тиск при висушуванні; d_6 – швидкість виготовлення гофрокартону.

Побудуємо граф зв'язків (рис. 1) між вибраними параметрами. Множину дуг графа записуємо у вигляді квадратної бінарної матриці A за принципом «наявний чи відсутній зв'язок між сусідніми вершинами». Така матриця називається матрицею залежності.