

**МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС  
ТОЧКИ ДРУКУВАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТУ  
У ДРУКАРСЬКОМУ КОНТАКТІ ОФСЕТНОГО ДРУКУ**

© Б. Р. Кушлик, аспірант, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**В данной статье рассматривается поведение эмульсии «краска—вода» в печатном аппарате плоской офсетной печати с точки зрения теории математических запаздываний, учитывая факт стохастичности процесса выхода печатного аппарата на оптимальный баланс «краска—вода» в процессе приладки, а также учитывая сложность поддержания достигнутого баланса во время печати тиража.**

**In this article the behavior of ink—water emulsion in the printing unit of the offset printing machine is examined respecting the theory of mathematical delays. This process is reviewed considering the fact of stochastic machine start while getting the optimal ink—water balance and also considering the complexity of keeping the balance reached during the print run.**

**Постановка проблеми**

Інтенсифікація виробничих процесів зумовлена частою зміною замовлень через їх короткі накладки та постійне переналагоджування друкарського обладнання, що вносить часові корективи на виконання певних операцій при збереженні планового оптимального завантаження обладнання на розрахункову одиницю часу. Дисбаланс системи «якість продукції—технологічні режими—параметри технологічного процесу», викликаний стохастичністю технологічного процесу, стає причиною недостатньої надійності, появи збоїв і браку.

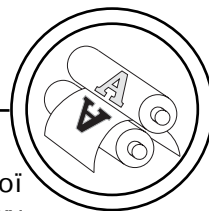
Доцільно розглянути, що відбувається у середовищі «друкувальний елемент—офсетне полотно—відбиток», і яким чином відбувається вплив на якісні параметри відбитка. Необхідно

зрозуміти наскільки керованим є процес утворення емульсії в процесі друкування та виявити закономірність коригувань, що необхідно виконувати для досягнення ідеального балансу «фарба—вода» у друкарському апараті плоского офсетного друку зі зволоженням.

**Аналіз попередніх досліджень**

У роботі [1] детально розглянуто контакт у кожній із контактувальних пар «друкарська форма—декель», «декель—задрукований матеріал». Визначено кінетику зміни властивостей друкувальних елементів під впливом технологічних режимів та середовищ друкарського контакту.

У роботах [2, 3] було досліджено і проаналізовано зміни офсетних гумовотканинних по-



лотниць залежно від числа циклів навантаження. Сама наявність пружного декеля у конструкції друкарського апарату плоского офсетного друку, його деформація під тиском, наявність фрикційної взаємодії пружної і жорсткої поверхонь призводить до відносного ковзання контактувальних пар [1]. Це і є причиною появи дефектів на відбитках, перенавантаження друкарського апарату та підвищеного зношування деталей машин.

Загальна закономірність кінетики параметрів контакту і друкарського процесу в цілому відповідає кінетиці контактувальних пар і процесів, що супроводжується змінами їх складу, структури і властивостей для умов граничного тертя (за Б. І. Костецьким). Відповідно буде змінюватись якість відбитків з перевищенням нормованих показників у періодах припрацювання та вичерпання ресурсу роботоздатності, і з деякою стабілізацією параметрів (коливанням у межах допустимих значень) у періоді стабілізації змін [4].

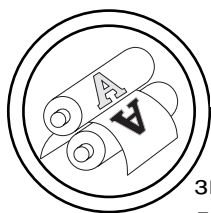
Охарактеризуємо процеси, які відбуваються всередині друкувального елемента. Оскільки при друкуванні плоским офсетним друком зі зволоженням обов'язковою умовою є досягнення балансу «фарба—вода», то слід розуміти, що речовиною, яка переноситься на друкувальний елемент є певна емульсія, що складається із фарби та зволожувального розчину. При цьому в зоні «друкарська форма—офсетне полотно» ми маємо два джерела, що подають відповідно фарбу та зволожувальний розчин і один стік — перенесен-

ня фарбово-зволожувальної емульсії через механізм тиску на офсетне полотно. У другій зоні контакту «офсетне полотно—здруковуваний матеріал» стік попередньої схеми буде джерелом, витоком буде передача фарби під дією тиску на задруковуваний матеріал.

Емульгування зволожувального розчину у фарбу є явищем обов'язковим і нестабільним. Кількість зволожувального розчину, що емульгує у фарбу коливається в межах від 10 до 25 % від об'єму фарби, що відповідно дещо змінює її реологічні та тиксотропні характеристики, тому буде також змінюватись і характер стоку цієї емульсії на подальші елементи контакту.

Теоретично при досягненні ідеальних показників точної подачі фарби та зволожувального розчину при певній стабільній швидкості процес повинен стабілізуватися. Однак на практиці є неможливо отримати ідеально однакові значення подачі фарби та зволожувального розчину по друкарських зонах хоча б лише тому, що фарба подається зонально, де у кожній зоні відкриття фарбового ножа характеризує певну кількість фарби, що подається у фарбовий апарат відповідно до кількості друкувальних елементів у цій зоні на друкарській формі; зволожувальний розчин при цьому подається суцільним накатом, і його практично неможливо дозувати по кожній зоні окремо.

Тому дуже важливою є задача пошуку оптимального керування, яка певним чином дасть змогу змоделювати необхідні переміщення у подачі фарби та



зволожувального розчину на друкувальний елемент. При цьому елемент, що здійснює подачу (тобто фактично є джерелом векторного поля) можна назвати розвантажувальним пристроєм на самому початку схеми, так само конструктивний елемент, що здійснює стік векторного поля буде розвантажувальним пристроєм для наступної пари контактувальних елементів.

### Мета роботи

Розв'язок задачі пошуку оптимального керування у загальному вигляді, враховуючи, що стохастичність процесу перенесення фарби обов'язково несе у собі запізнення.

### Результати проведених досліджень

Нехай рух певної точки розвантажувального пристрою поліграфічної машини описується системою лінійних диференціальних рівнянь з запізненням

$$\begin{cases} \frac{dx_1(t)}{dt} = x_2(t) \\ \frac{dx_2(t)}{dt} = -x_1(t - \Delta) + U(t), \end{cases} \quad (1)$$

де кусково-неперервне  $U(t)$  обмежене за абсолютною величиною  $|U(t)| \leq 1$ , запізнення  $\Delta$  стали:  $\Delta = \text{const}$  і виконується початкова умова

$$x_1(t) = 0 \text{ при } t \in [-\Delta; 0]. \quad (2)$$

Стандартною задачею керування вважають задачу найшвидшого переведення керованої точки з початкового стану (0; a) в наперед задану точку (b; c), при-

чому без обмеження загальності припускають  $a > 0, b > 0, c > 0$ .

Проте для реальних поліграфічних процесів задачу керування необхідно розглядати з деякими обмеженнями, які зумовлюються певними технологічними умовами друку. Наприклад, обмеження можуть бути як фазового характеру, так і обмеженнями щодо енергетичних чи сировинних витрат.

Розглянемо фазове обмеження як умову існування моменту часу  $t_1 > 0$ , при якому ще до досягнення точки (b, c) виконується нерівність

$$x_2(t_1) \leq 0. \quad (3)$$

Задача синтезу оптимальних керувань для системи (1) з умовами (2) та (3) розв'язується за допомогою побудови відповідного до системи (1) гамільтоніану

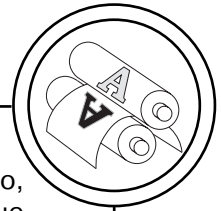
$$H = \Psi_1(t) \cdot x_2(t) - \Psi_2(t) \cdot (x_1(t - \Delta) - U(t)) \quad (4)$$

та дослідження відповідної для нього системи рівнянь з випередженням.

Значна кількість об'єктів керування в поліграфії має чисте, транспортне запізнення, тому актуальними будуть розробка і вдосконалення алгоритмів керування об'єктів із запізненнями.

Система рівнянь з випередженням

$$\begin{cases} \frac{d\Psi_1(t)}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x_1}, \\ \frac{d\Psi_2(t)}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x_2} \end{cases}, \text{ із урахуванням гамільтоніану має вигляд}$$



$$\begin{cases} \frac{d\Psi_1(t)}{dt} = \Psi_2(t + \Delta), \\ \frac{d\Psi_2(t)}{dt} = -\Psi_1(t), \end{cases} \quad (5)$$

якщо  $t \in [0; t_k - \Delta]$ ,  $t_k$  — момент часу досягнення точки (b; c), а в часовому проміжку  $t_k - \Delta < t \leq t_k$  ця система набуває простішого вигляду

$$\begin{cases} \frac{d\Psi_1(t)}{dt} = 0 \\ \frac{d\Psi_2(t)}{dt} = 0 \end{cases}, \text{ тому отримуємо}$$

для  $t_k - \Delta < t \leq t_k$  її розв'язок

$$\begin{cases} \Psi_1(t) = C_1 \\ \Psi_2(t) = C_2 \end{cases},$$

де  $C_1$  та  $C_2$  поки що довільні сталі.

З урахуванням отриманих розв'язків на часовому проміжку  $t_k - 2\Delta < t \leq t_k - \Delta$  система (5) набуває наступного вигляду

$$\begin{cases} \frac{d\Psi_1(t)}{dt} = C_2, \\ \frac{d\Psi_2(t)}{dt} = -\Psi_1(t) \end{cases}, \quad (6)$$

розв'язки якої повинні задовольняти кінцеві умови, які випливають з умови неперервності та розв'язків із невизначеними сталими  $C_1$  та  $C_2$ :

$$\begin{cases} \Psi_1(t_k - \Delta) = C_1, \\ \Psi_2(t_k - \Delta) = C_2 \end{cases}. \quad (7)$$

Перше рівняння системи (6) має загальний розв'язок

$$\Psi_1(t) = C_2 t + C_3,$$

де константу  $C_3$  визначимо, підставивши в отриману вище функцію першу з умов системи (14):  $C_2(t_k - \Delta) + C_3 = C_1$ , звідки отримуємо сталу

$$C_3 = C_1 - C_2(t_k - \Delta).$$

Отже, з урахуванням останньої рівності на основі загальної розв'язку отримуємо частковий розв'язок першого рівняння системи (6), який задовольняє першу умову системи (7):

$$\Psi_1(t) = C_1 + C_2(t - t_k + \Delta). \quad (8)$$

Підставивши функцію (8) в друге рівняння системи,

$$\frac{d\Psi_2(t)}{dt} = C_2(t_k - \Delta - t) - C_1,$$

отримуємо його загальний розв'язок

$$\Psi_2(t) = -\frac{1}{2}C_2(t + \Delta - t_k)^2 - C_1 t + C_4,$$

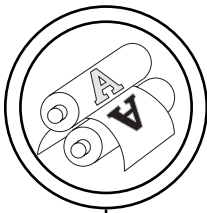
який повинен задовольняти кінцеву умову на основі другої рівності системи (7):  $-C_1(t_k - \Delta) + C_4 = C_2$ , звідки виражаємо  $C_4$ :

$$C_4 = C_2 + C_1(t_k - \Delta).$$

Тоді знаходимо частковий розв'язок рівняння

$$\Psi_2(t) = C_2 - C_1(t + \Delta - t_k) - \frac{1}{2}C_2(t + \Delta - t_k)^2. \quad (9)$$

Об'єднуючи формули (8) та (9) в систему отримаємо розв'язок системи (6) з кінцевими умовами (7) на часовому проміжку  $t_k - 2\Delta < t \leq t_k - \Delta$  в аналітичному вигляді



$$\begin{cases} \Psi_1(t) = C_1 + C_2(t + \Delta - t_k), \\ \Psi_2(t) = C_2 - C_1(t + \Delta - t_k) - \\ - \frac{1}{2} C_2(t + \Delta - t_k)^2, \end{cases}$$

який є розв'язком на цьому ж проміжку загальної системи (5). Для продовження цього розв'язку на проміжок часу від  $t_k - 3\Delta$  до  $t_k - 2\Delta$ , від  $t_k - 4\Delta$  до  $t_k - 3\Delta$  та наступних слід обчислювати відповідні границі

$$\lim_{t \rightarrow t_k - 2\Delta} \Psi_1(t) = \lim_{t \rightarrow t_k - 2\Delta} (C_1 + C_2(t + \Delta - t_k)) = C_1 - C_2\Delta,$$

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow t_k - 2\Delta} \Psi_2(t) &= \lim_{t \rightarrow t_k - 2\Delta} (C_2 - \\ - C_1(t + \Delta - t_k) - \frac{1}{2} C_2(t + \\ + \Delta - t_k)^2) &= C_2 + C_1\Delta - \frac{1}{2} C_2\Delta^2 \end{aligned}$$

також для наступного проміжку

$$\lim_{t \rightarrow t_k - 3\Delta} \Psi_1(t), \quad \lim_{t \rightarrow t_k - 3\Delta} \Psi_2(t) \text{ і т.д.}$$

На основі проведених обчислень та методу математичної індукції отримуємо розв'язок  $\Psi_2(t)$  на проміжку часу  $t_k - (k + 1)\Delta < t \leq t_k - r\Delta$ ,  $r = 0, 1, 2, \dots$

$$\Psi_2(t) = C_2 + \sum_{j=1}^r (-1)^j \left( \frac{C_1(t + j\Delta - t_k)^{2j-1}}{(2j-1)!} + \frac{C_2(t + j\Delta - t_k)^{2j}}{(2j)!} \right)$$

Для  $r = 1, 2, \dots$  на проміжку часу  $t_k - (r + 1)\Delta < t \leq t_k - r\Delta$  аналогічно знаходимо  $\Psi_1(t)$ :

$$\Psi_1(t) = C_1 + C_2(t + \Delta - t_k) + \sum_{j=2}^r (-1)^{j+1} \left( \frac{C_1(t + j\Delta - t_k)^{2j-2}}{(2j-2)!} + \frac{C_2(t + j\Delta - t_k)^{2j-1}}{(2j-1)!} \right).$$

На основі вписаних формул гамільтоніан (8) набуває вигляду

$$\begin{aligned} H &= (C_1 + C_2(t + \Delta - t_k) + \\ + \sum_{j=2}^r (-1)^{j+1} \left( \frac{C_1(t + j\Delta - t_k)^{2j-2}}{(2j-2)!} + \frac{C_2(t + j\Delta - t_k)^{2j-1}}{(2j-1)!} \right)) x_2(t) - \\ - (x_1(t - \Delta) - u(t)) \cdot (C_2 + \\ + \sum_{j=1}^r (-1)^j \left( \frac{C_1(t + j\Delta - t_k)^{2j-1}}{(2j-1)!} + \frac{C_2(t + j\Delta - t_k)^{2j}}{(2j)!} \right)), \end{aligned} \quad (10)$$

якщо  $t_k - (r + 1)\Delta < t \leq t_k - r\Delta$ , та  $r = 1, 2, 3, \dots$

На останньому часовому проміжку  $t_k - \Delta < t \leq t_k$  гамільтоніан (10) отримуємо у простішому вигляді

$$H = C_1 x_2(t) - C_2 (x_1(t - \Delta) - u(t)). \quad (11)$$

Згідно принципу максимуму Понтрягіна [5] оптимальне керування  $u(t)$  повинно надавати найбільшого значення гамільтоніану

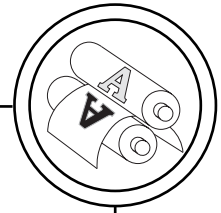
$$H(x_1, x_2, \Psi_1, \Psi_2, u) \rightarrow \max. \quad (12)$$

На основі формули (11), умови обмеженості керування  $|u(t)| \leq 1$ , отримуємо, що на кінцевому проміжку часу  $t_k - \Delta < t \leq t_k$  оптимальне керування  $u(t)$  визначається знаком константи  $C_2$ :  $u(t) = \text{sign} C_2$ , тобто  $u(t) = 1$ , якщо  $C_2 > 0$  і  $u(t) = -1$ , якщо  $C_2 < 0$ .

Для проміжків часу  $t_k - (r + 1)\Delta < t \leq t_k - r\Delta$  на основі гамільтоніану (10) оптимальне керування виражається формулою

$$u(t) = \text{sign} \left( C_2 + \sum_{j=1}^r (-1)^j \left( \frac{C_1(t + j\Delta - t_k)^{2j-1}}{(2j-1)!} + \frac{C_2(t + j\Delta - t_k)^{2j}}{(2j)!} \right) \right). \quad (13)$$

Якщо  $u = 1$ , то система рівнянь (1) набуває вигляду



$$\begin{cases} \frac{dx_1(t)}{dt} = x_2(t), \\ \frac{dx_2(t)}{dt} = -x_1(t - \Delta) + 1 \end{cases} \quad (14)$$

$$\begin{cases} x_1(t) = \frac{1}{2}t^2 + at, \\ x_2(t) = t + a. \end{cases}$$

На проміжку часу  $0 < t \leq \Delta$  з урахуванням початкової умови (2) її друге рівняння системи

зводиться до рівняння  $\frac{dx_2(t)}{dt} = 1$ ,

загальний розв'язок якого має такий вигляд:  $x_2(t) = t + C$ , де сталу  $C$  визначаємо з початкової умови  $x_2(0) = a$  і  $C = a$ .

Отже,  $x_2(t) = t + a$  і відповідно  $\frac{dx_1(t)}{dt} = t + a$ , розв'язок якого повинен задовольняти нульову початкову умову  $x_1(0) = 0$ . Тоді

$$x_1(t) = \frac{1}{2}t^2 + at.$$

Отже, шуканий розв'язок системи (14) при  $0 < t \leq \Delta$  визначається набором функцій

Система визначає траєкторію руху точки розвантажувального пристрою поліграфічної машини в параметричному вигляді. Зробивши перетворення

$$x_1(t) = \frac{1}{2}(t+a)^2 - \frac{a^2}{2} = \frac{1}{2}x_2^2(t) - \frac{a^2}{2},$$

отримаємо цю траєкторію в явному аналітичному вигляді

$$x_1 = \frac{1}{2}x_2^2 - \frac{a^2}{2}. \quad (15)$$

Отже, траєкторією руху від початкового моменту часу  $t = 0$  до моменту часу, рівного за величиною запізнення  $t = \Delta$  є частина квадратної параболи, яку зобразимо графічно у фазовій площині  $\{x_1, x_2\}$ . (рис. 1). Якщо задана точка  $(b, c)$  належить лінії при  $a \leq x_2 \leq a + \Delta$ , то задачу керування можна вважати розв'язаною.

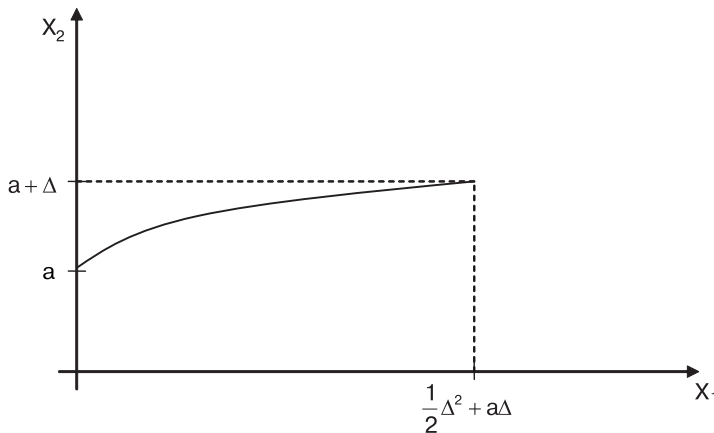
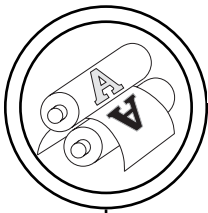


Рис. 1. Траєкторія руху точки розвантажувального пристрою поліграфічної машини від початкового моменту часу, що визначається запізненням, при максимально допустимому значенні керування  $u = +1$



Отже, якщо  $b = \frac{1}{2}c^2 - \frac{1}{2}a^2$  і  $a <$

$< c \leq a + \Delta$ , то оптимальним керуванням буде стале значення  $u = 1$ , при якому завдання переміщення точки пристрою з початкового стану  $(0; a)$  в задану точку  $(b, c)$  буде виконане за мінімально можливий час  $t_k$ , який визначається рівністю  $x_2(t_k) = t_k + a = c$ , звідки,  $t_k = c - a$ .

Якщо ж рівність  $b = \frac{1}{2}c^2 - \frac{1}{2}a^2$

виконується при  $c > a + \Delta$  або ця рівність не виконується, то задачу оптимального керування розвантажувальним пристроєм поліграфічної машини потрібно далі досліджувати, вибравши для цього один з таких можливих варіантів:

а) поміняти початкове керування на протилежне за знаком, тобто замість  $u = 1$  взяти  $u = -1$ ;

б) залишаючи початкове керування  $u = 1$  знайти момент часу, при якому його потрібно поміняти на протилежне;

в) перейти на наступний часовий проміжок, тобто розглянути  $\Delta < t \leq 2\Delta$ .

Відповідно до варіанту (а) система (5) набуває вигляду

$$\begin{cases} \frac{dx_1(t)}{dt} = x_2(t) \\ \frac{dx_2(t)}{dt} = -x_1(t - \Delta) - 1 \end{cases},$$

звідки  $x_2(t) = a - t$ ,  $\frac{dx_1(t)}{dt} = a - t$

і нульова початкова умова  $x_1(0) = 0$  дає розв'язок даного рівнян

ня у вигляді  $x_1(t) = at - \frac{1}{2}t^2$ .

Отже, при керуванні  $u = -1$  траєкторія руху має парамет-

ричний вигляд 
$$\begin{cases} x_1(t) = at - \frac{1}{2}t^2 \\ x_2(t) = a - t \end{cases}$$

ця траєкторія також є параболою, однак її рівняння відрізняється від рівняння (15) знаком:

$$x_1 = -\frac{1}{2}x_2^2 + \frac{a^2}{2}, \text{ де } a - \Delta \leq x_2 \leq a.$$

Якщо  $\Delta < a$ , то графіком цієї функції є частина параболи, зображена на рис. 2.

Якщо цільова точка  $(b, c)$  належить траєкторії, зображеній на рис. 2, тобто виконується рів-

$$\text{ність } b = \frac{1}{2}a^2 - \frac{1}{2}c^2 \text{ і } a - \Delta \leq c < a,$$

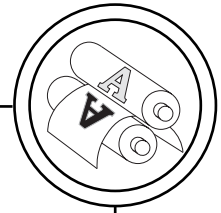
то керування  $u = -1$  буде оптимальним. При цьому час досягнення точки визначимо із рівності  $x_2(t_k) = a - t_k = c$ , а звідси  $t_k = a - c$ .

Якщо ж точка  $(b, c)$  не належить ні частині параболи з рис. 2, ні частині параболи з рис. 2, то потрібно перейти або на етап (б), або на етап (в), які описані вище.

Розглянемо етап (б). Нехай  $t_1$  — перший момент часу, при якому керування  $u$  змінюємо з  $+1$  на  $-1$ , де  $0 < t_1 < \Delta$ . Тоді для  $t \leq t_1$  рух точки описується рівнянням  $x_2(t) = t + a$ , а при  $\Delta \geq t > t_1$  системою рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dx_1(t)}{dt} = x_2(t) \\ \frac{dx_2(t)}{dt} = -x_1(t - \Delta) - 1 \end{cases}$$

з початковими умовами



$$\begin{cases} x_1(t_1) = \frac{1}{2}t_1^2 + at_1 \\ x_2(t_1) = t_1 + a \end{cases}$$

Оскільки при  $t \leq \Delta$ ,  $x_1(t - \Delta) = 0$ , то друге диференціальне рівняння останньої системи знову зведеться до рівняння  $\frac{dx_2(t)}{dt} = -1$ .

Розв'язок цього рівняння, який відповідає початковій умові  $x_2(t_1) = t_1 + a$  отримуємо у формі  $x_2(t) = a + 2t_1 - t$ . Підставивши цей розв'язок в перше рівняння останньої системи  $\frac{dx_1(t)}{dt} = a + 2t_1 - t$  і врахувавши початкову умову

$$x_1(t_1) = \frac{1}{2}t_1^2 + at_1 \text{ отримуємо роз-}$$

в'язок у вигляді:

$$x_1(t) = (a + t_1) \cdot (t - t_1) - \frac{1}{2}(t - t_1)^2 + \frac{1}{2}t_1^2 + at_1$$

Подальші дослідження на проміжку часу  $\Delta < t \leq 2\Delta$  системи рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dx_1(t)}{dt} = x_2(t) \\ \frac{dx_2(t)}{dt} = -\frac{1}{2}(t - \Delta)^2 + a(t - \Delta) \end{cases}$$

та відповідної задачі Коші при значенні

$$t = \Delta: \begin{cases} x_1(\Delta) = \frac{1}{2}\Delta^2 + a\Delta \\ x_2(\Delta) = \Delta + a \end{cases}$$

дають розв'язок другого рів-

$$\begin{aligned} x_2(t) &= -\frac{1}{6}(t - \Delta)^3 + \\ &+ \frac{a}{2}(t - \Delta)^2 + a + \Delta \end{aligned}$$

та першого у вигляді:

$$\begin{aligned} x_1(t) &= -\frac{1}{24}(t - \Delta)^4 + \\ &+ \frac{a}{6}(t - \Delta)^3 + (a + \Delta) \cdot \\ &\cdot (t - \Delta) + \frac{1}{2}\Delta^2 + a\Delta, \end{aligned}$$

який задовольняє початкові умови задачі Коші.

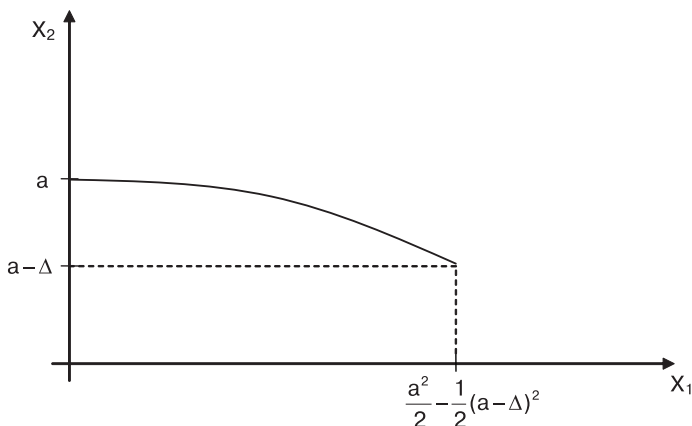
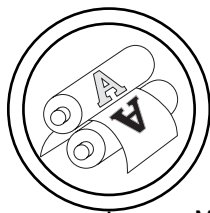


Рис. 2. Траєкторія руху точки розвантажувального пристрою поліграфічної машини від початкового моменту часу, що дорівнює за- пізненню при мінімально допустимому керуванні  $u = -1$





Аналогічно, розв'язок системи (5), а отже, і траєкторію руху відповідної точки розвантажувального пристрою, можна продовжити на довільний проміжок часу. Змінюючи при цьому у відповідні моменти часу керування  $u$  з  $+1$  на  $-1$  і навпаки, цією точкою можна досягти будь-яке наперед задане місцезнаходження у фазовій площині. При цьому керування буде оптимальним за швидкодією у випадку, коли моменти часу, в які знак керування змінюється, будуть однократними коренями функцій  $\Psi_2(t)$ , що впливає з вигляду цих функцій  $\Psi_2(t)$  та побудованого оптимального керування за формулою (13).

### Висновки

Проведене дослідження показує існування можливості налаштування процесу досягнення

та постійного підтримання балансу «фарба—вода», маючи певні значення і величини подачі фарби та зволожувального розчину, відповідно до кількості друкувальних та пробільних елементів на друкарській формі.

Можна продовжити досліджувати механізм, за допомогою якого здійснюється визначення кількості фарби та зволожувального розчину у емульсії в режимі реального часу на робочих швидкостях друкарської машини.

При наявності певних систем контролю цих величин у режимі реального часу, очевидним стане економічний ефект від скорочення затрат матеріалів та часу для виходу на перший тиражний відбиток, а також значно зменшаться витрати паперу та часу при рестартах друкарської машини після технічних чи технологічних зупинок.

1. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодії елементів друкарського контакту / Величко О. М. — К. : Київський університет, 2005. — 262 с. 2. Чехман Я. И. Печатные машины / Чехман Я. И., Сенкус В. Т., Бирбраер Е. Г. — М. : Книга, 1987. — 304 с. 3. Чехман Я. И. Оцінка імпульсу сили та амплітуди коливань у друкарському апараті / Чехман Я. И., Шустикевич А. І. // В зб. : Наукові зписки. — Львів : УАД, 2000. — Вип. 2. — С. 23—27. 4. Величко О. М. Кінетика друкарського контакту / Величко О. М. // Друкарство. — 2003. — № 3. — С. 66—69. 5. Понтрягин Л. С. Математическая теория оптимальных процессов / Понтрягин Л. С., Болтянский В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф. — М. : Наука, 1969. — 384 с.

Рецензент — І. В. Бейко, д. фіз.-мат. н.,  
професор, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 22.11.10