

УДК 621.9.06

І.А.Волощак, М.М.Луцків, О.В.Шевчук

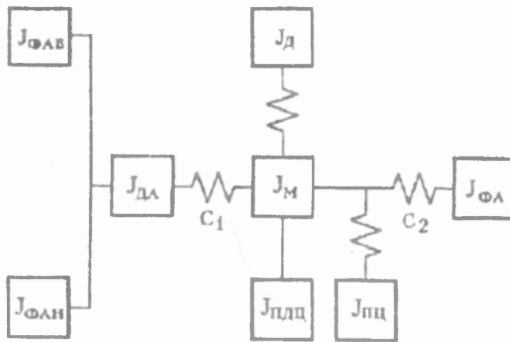
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛІ РУЛОННОЇ РОТАЦІЙНОЇ МАШИНИ

Розробка першої вітчизняної рулонної друкарської машини ДВР-62, яка ведеться за участю Української академії друкарства, вимагає дослідження динаміки приводу машини.

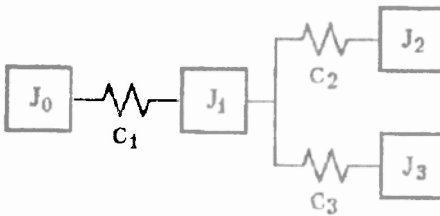
У процесі виконання технічного проекту, виходячи з розрахунку технологічних навантажень виконавчих механізмів, для приводу машини вибрано двигун постійного струму незалежного збудження (потужність 10 кВт, частота обертання 1500 хв^{-1} , напруга 440 В) при живленні від уніфікованого тиристорного перетворювача ЭТУ2-1-37-2-7 м [1].

Електромеханічна система (ЕМС) машини являє собою багатомасову систему (рис.1,а) з пружними зв'язками жорсткістю $C1 - C4$, яка складається з двигуна, нижнього і верхнього фарбових апаратів, друкарського апарата, фальцапарата, подавального і паперопровідного циліндрів, маховика. Нехтуючи впливом малої маси паперопровідного циліндра, систему можна звести до чотиримасової структури (рис.1,б): двигун (J_0)—маховик (J_1)—друкарська секція (J_2)—фальцапарат (J_3).

Традиційні методи розрахунку подібних систем електроприводів з пружними зв'язками не враховують специфіки рулонних ротаційних машин. Для синтезу їх потрібне багатократне повторення розрахунку при різноманітних значеннях параметрів і вхідних дій.



а



б

Рис. 1. Структурна схема ЕМС ДВП-62:

а — вихідна схема;
б — зведена схема.

Існуючі методи моделювання, що ґрунтуються в основному на традиційних методах опису системи у вигляді системи диференціальних рівнянь та на структурних методах, громіздкі і незручні для моделювання ЕМС друкарських машин з пружними властивостями валопроводів.

На кафедрі автоматизації поліграфічного виробництва Української академії друкарства розроблена система автоматизованого моделювання електромеханічних систем, яка значно спрощує процес моделювання. Для цифрового моделювання ЕМС рулонної друкарської машини ДВП-62 використано метод багатополісних компонентів [2].

ЕМС машини ДВР-62 може бути подана відповідно до схеми (рис. 1,6) як сукупність чотирьох компонентів і зв'язків між ними (рис. 2).

Кожному компонентіві присвоєно відповідний ідентифікатор (наприклад, ДВО—двигун, РІТМ—механічний компонент типу пружності з інерційністю і в'язким тертям). У компонентах узказані їх параметри: J_1 — зведений до вала двигуна момент інерції; C_1 — зведена жорсткість пружного зв'язку; B — жорсткість механічної характеристики двигуна; $A_1(\alpha_1)$ — коефіцієнт пропорційності в'язкого тертя.

При математичному описі будемо нехтувати електромагнітною інерцією індуктивності кола якоря двигуна, маючи на увазі, що електромагнітна стала часу кола якоря значно менша від електромеханічної сталої часу електроприводу.

Вихідні змінні окремих компонентів пов'язані з такими диференціальними рівняннями, записаними в операторній формі:

$$\left. \begin{aligned} \omega_d &= \frac{1}{J_0 S} (M_d - M_0 - M_{01}) ; & M_d &= \beta_0 (\omega_0 - \omega_d) ; \\ \omega_1 &= \frac{1}{J_1 S + \alpha_1} (M_{01} - M_1) ; & M_{01} &= \frac{c_1}{S} (\omega_d - \omega_1) ; \\ \omega_2 &= \frac{1}{J_2 S + \alpha_2} (M_{12} - M_2) ; & M_{12} &= \frac{c_2}{S} (\omega_1 - \omega_2) ; \\ \omega_3 &= \frac{1}{J_3 S + \alpha_3} (M_{13} - M_3) ; & M_{13} &= \frac{c_3}{S} (\omega_1 - \omega_3) . \end{aligned} \right\} (1)$$

Систему рівнянь зручно записати у вигляді матричних рівнянь (моделей) компонентів:

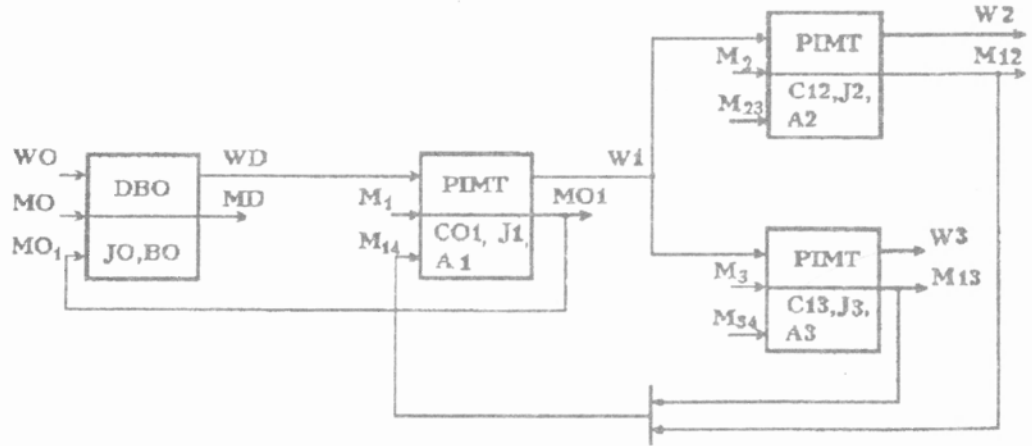


Рис. 2. Багатополюсна модель ЕМС ДВР-62.

$$\left. \begin{aligned}
 \text{двигун} \\
 \text{(ДВО)} \\
 \begin{bmatrix} \omega_d \\ M_d \\ 0 \end{bmatrix} &= \frac{\begin{bmatrix} \beta_0 & -1 & -1 \\ J_0 s & \beta_0 & \beta_0 \\ \beta_0 & 0 & 0 \end{bmatrix}}{J_0 s + \beta_0} \begin{bmatrix} \omega_0 \\ M_0 \\ M_{n_1} \end{bmatrix} \\
 \\
 \text{маховик} \\
 \text{(РІТМ)} \\
 \begin{bmatrix} \omega_1 \\ M_{n_1} \\ 0 \end{bmatrix} &= \frac{\begin{bmatrix} c_1 & -s & -s \\ c_1(J_1 s + \alpha_1) & c_1 & c_1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}}{J_1 s^2 + \alpha_1 s + c_1} \begin{bmatrix} \omega_d \\ M_1 \\ M_{1_1} \end{bmatrix} \\
 \\
 \text{друкарська} \\
 \text{секція} \\
 \text{(РІТМ)} \\
 \begin{bmatrix} \omega_2 \\ M_{1_2} \\ 0 \end{bmatrix} &= \frac{\begin{bmatrix} c_2 & -s & -s \\ c_2(J_2 s + \alpha_2) & c_2 & c_2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}}{J_2 s^2 + \alpha_2 s + c_2} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ M_2 \\ 0 \end{bmatrix} \\
 \\
 \text{фальц-} \\
 \text{апарат} \\
 \text{(РІТМ)} \\
 \begin{bmatrix} \omega_3 \\ M_{1_3} \\ 0 \end{bmatrix} &= \frac{\begin{bmatrix} c_3 & -s & -s \\ c_3(J_3 s + \alpha_3) & c_2 & c_3 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}}{J_3 s^2 + \alpha_3 s + c_3} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ M_3 \\ 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned} \right\} (2)$$

Сумарний пружний момент на вході першого компонента є сумою пружних моментів другого і третього компонентів, тобто:

$$M_{14} = M_{12} + M_{13}.$$

У лівій частині рівнянь (2) записані матриці вихідних величин: ω_d, M_d — кутової швидкості та рушійного моменту двигуна; ω_1 — швидкостей валів інших компонентів; M_{1j} — вихідних моментів пружних зв'язків. У правій — типові матричні передаточні функції компонентів (включаючи знаменники), отримані з розв'язків відповідних рівнянь системи (1), та

матриці вхідних величин: ω_0 — заданої кутової швидкості двигуна; M_0, M_1 — моментів статичних опорів на валах двигуна та інших компонентів; M_{01}, M_{14} — вхідних моментів пружних зв'язків.

Виходячи з матричної структурної моделі (рис.2) і матричної математичної моделі (2) ЕМС машини ДВР-62, отриманих на основі розроблених на кафедрі автоматизації моделей типових компонентів, методів числового інтегрування диференціальних рівнянь, типових компонентів з повним алгоритмічним і програмним забезпеченням моделювання ЕМС, проведено дослідження динамічних властивостей системи.

Результати подані у вигляді графіків перехідних процесів швидкостей і моментів у різних точках системи.

1. Волошак І.А., Шевчук О.В. Електропривод друкарської машини ДВР-62 // Тези доп. звітної наук.-техн. конф. 28–31 січня 1997 р. Львів: УАД, 1997. Вип. 3. С. 12.
2. Луцків М.М. Шевчук О.В. Багатополосні моделі рулонних друкарських машин з пружними зв'язками // Поліграфія і видавнича справа. 1995 № 30. С.61–68.

Стаття надійшла до редколегії 24.01.97