

ЛІТЕРАТУРА

1. Полонський В.А., Дроменко В.Б. Спостережність основов'язального процесу, як об'єкта автоматичного управління// Вісник КНУТД. – 2008. – №2, – 99 с.
2. Создание комплекса средств оперативного контроля длины нити в петле основовязаного полотна. Отчёт по НИР. КТИЛП. –1987. – 29 с.
3. Бондар В.М., Полонский В.А., Чефранов В.П. Средства автоматизации трикотажного производства. К.: Техніка. – 1989. – 31 с.
4. Храмов А.В. Первинні вимірювальні перетворювачі вимірювальних приладів та автоматичних систем. – К.: Вища школа. – 1998. – с. 162 – 176.

Надійшла 25.11.2009

УДК 677.85.55

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ ПРИ НЕУСТАЛЕНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ

В.Г. ЗДОРЕНКО, В.Ю. САННИКОВ, В.К. ЧОРНОМОРЧЕНКО, В.П. ЧЕФРАНОВ

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті приведено результати досліджень роботи механізмів подачі, відтяжки та накатки полотна основов'язальних трикотажних машин. Складено загальну динамічну модель основов'язальної трикотажної машини, а також динамічні моделі для пуску та зупинці, проведено їх аналіз. Показано, що причиною виникнення дефектів трикотажного полотна є недосконалість механізмів подачі основи, відтяжки та накатки трикотажного полотна

При перехідних режимах роботи основов'язальних машин (пуску та зупинці) має місце непогодженість роботи механізмів подачі сировини та відводу готового полотна [1,2]. Це призводить до зміни натягу ниток, що подаються у зону в'язання та появи дефектних ділянок готового полотна (поперечної смугастості та нерівномірності поверхневої щільності) готового трикотажного полотна.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження обрано процеси, які виникають у механізмах подачі, відтягування та накатки полотна основов'язальних трикотажних машин при неусталених режимах роботи (пуску та зупинці). Методи дослідження цих процесів ґрунтуються на аналізі відповідних динамічних моделей.

Постановка завдання

Визначення причин появи поперечної смугастості на трикотажному полотні та шляхи усунення цього дефекту на полотні.

Результати та їх обговорення

На рис.1 наведено динамічну модель основов'язальної машини [3]. Динамічна модель (рис.1а) відповідає періоду пуску основов'язальної машини, а динамічна модель (рис.1б) – періоду зупинки (вибігу). На цих схемах J_1 – приведений момент інерції головного вала, ротора електродвигуната приведених мас механізмів гольниць, замкачів, ушковин, гребінок; J_2 – приведений момент інерції навоїв та механізму подачі основи; J_3 – приведений момент інерції механізму відтяжки та накатки полотна; C_{12} – приведений коефіцієнт жорсткості передачі між навоями та головним валом машини;

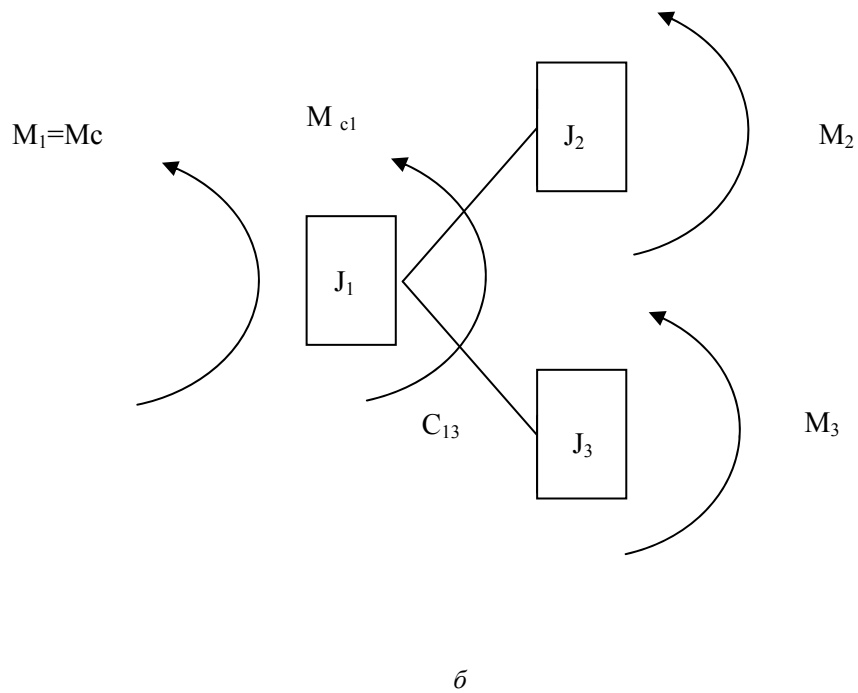
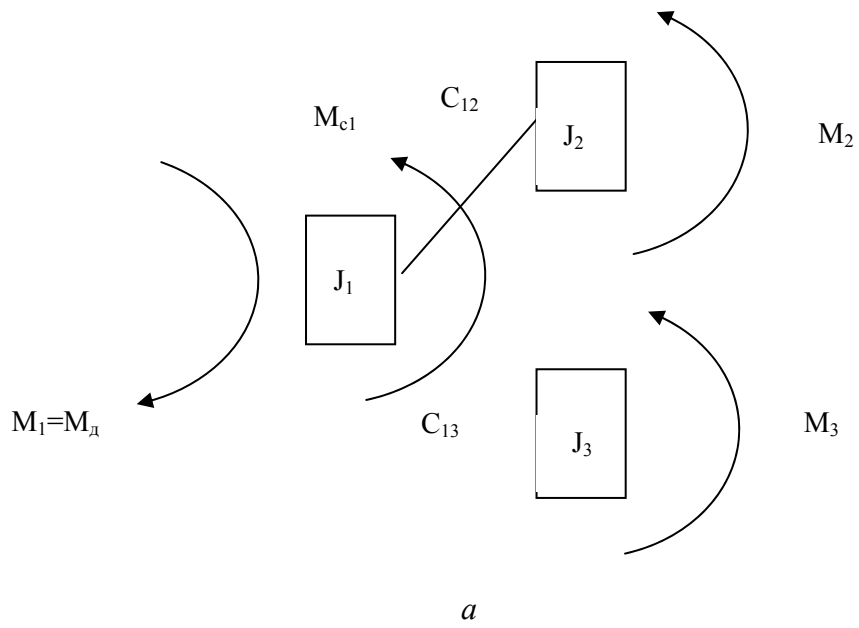


Рис. 1. Динамічна модель основ'язальної машини

a – період пуску; *б* – період зупинки

Підставляємо системи рівнянь (2) і (4) в систему (1), тоді:

$$\left\{ \begin{aligned} -J_1 \sum_{i=1}^{n-1} A_{1i} p_i^2 \sin(p_i t + \alpha_i) &= -C_{12} \left[\sum_{i=1}^{n-1} A_{1i} \sin(p_i t + \alpha_i) - \sum_{i=1}^{n-1} A_{2i} \sin(p_i t + \alpha_i) \right] - C_{13} \left[\sum_{i=1}^{n-1} A_{1i} \sin(p_i t + \alpha_i) - \sum_{i=1}^{n-1} A_{3i} \sin(p_i t + \alpha_i) \right] - \dots - C_{1n} \left[\sum_{i=1}^{n-1} A_{1i} \sin(p_i t + \alpha_i) - \sum_{i=1}^{n-1} A_{ni} \sin(p_i t + \alpha_i) \right], \\ -J_2 \sum_{i=1}^{n-1} A_{2i} p_i^2 \sin(p_i t + \alpha_i) &= C_{12} \left[\sum_{i=1}^{n-1} A_{1i} \sin(p_i t + \alpha_i) - \sum_{i=1}^{n-1} A_{2i} \sin(p_i t + \alpha_i) \right], \\ -J_3 \sum_{i=1}^{n-1} A_{3i} p_i^2 \sin(p_i t + \alpha_i) &= C_{13} \left[\sum_{i=1}^{n-1} A_{1i} \sin(p_i t + \alpha_i) - \sum_{i=1}^{n-1} A_{3i} \sin(p_i t + \alpha_i) \right], \\ \dots & \\ -J_n \sum_{i=1}^{n-1} A_{ni} p_i^2 \sin(p_i t + \alpha_i) &= C_{1n} \left[\sum_{i=1}^{n-1} A_{1i} \sin(p_i t + \alpha_i) - \sum_{i=1}^{n-1} A_{ni} \sin(p_i t + \alpha_i) \right]. \end{aligned} \right. \quad (4)$$

Для практичних інженерних розрахунків можна обмежитись першою (головною) частотою. Тоді для системи з 3-х тіл (див. рис.3) отримаємо систему рівнянь для визначення головної частоти:

$$\left\{ \begin{aligned} -J_1 A_1 p^2 &= -C_{12}(A_1 - A_2) - C_{13}(A_1 - A_3), \\ -J_2 A_2 p^2 &= C_{12}(A_1 - A_2), \\ -J_3 A_3 p^2 &= C_{13}(A_1 - A_3). \end{aligned} \right. \quad (5)$$

де p^2 – частота коливального процесу; $A_1 \dots A_3$ – відповідна амплітуда для кожного з 3-х тіл.

Визначимо A_2 із першого рівняння системи (5):

$$A_2 = \frac{C_{13}(A_1 - A_3) - J_1 A_1 p^2 + C_{12} A_1}{C_{12}}.$$

Підставимо отриманий результат в друге рівняння системи (5) та визначимо значення A_3 :

$$A_3 = A_1 - \frac{A_1 C_{12}^2 + C_{12} J_1 p^2 - C_{12}^2 A_1 + J_2 p^2 C_{12} A_1 - J_1 J_2 p^4 A_1}{C_{12} C_{13} - J_2 p^2 C_{13}}.$$

Після математичних перетворень, отримаємо таке рівняння:

$$p^2 \left[\frac{J_1 J_2 J_3}{C_{12} C_{13}} p^4 - \left[\frac{J_2 (J_1 + J_3)}{C_{12}} + \frac{J_3 (J_1 + J_2)}{C_{13}} \right] p^2 + (J_1 + J_2 + J_3) \right] = 0. \quad (6)$$

Перші два корені $p_{1,2} = 0$ відповідають повороту усіх трьох тіл як жорсткого цілого.

Виходячи із фізичної суті процесу, нас надалі буде цікавити 3-й корінь, який позначимо p_1 :

$$p_3 = \sqrt{\frac{C_{12} C_{13}}{2 J_1 J_2 J_3} \left\{ \sqrt{\left[\frac{J_2 (J_1 + J_3)}{C_{12}} + \frac{J_3 (J_1 + J_2)}{C_{13}} \right]^2 - 4 J_1 J_2 J_3 (J_1 + J_2 + J_3)} - \left[\frac{J_2 (J_1 + J_3)}{C_{12}} + \frac{J_3 (J_1 + J_2)}{C_{13}} \right] \right\}}. \quad (7)$$

Виходячи із умови $t = 0$, $\varphi_{10} = A_1$, визначимо значення амплітуд A_2 та A_3 :

$$A_2 = \frac{C_{12}}{C_{12} - J_2 p_1^2} A_1, A_3 = \frac{C_{13}}{C_{13} - J_3 p_1^2} A_1. \quad (8)$$

Визначивши значення частоти та амплітуди коливань, перейдемо до дослідження руху механічної системи (рис.3а) у період пуску, використовуючи рішення за нормальними формами коливань.

Система диференціальних рівнянь матиме такий вид:

$$\begin{cases} J_1 \ddot{\varphi}_1 = M_1 - C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) - C_{13}(\varphi_1 - \varphi_3), \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 = C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) - M_2, \\ J_3 \ddot{\varphi}_3 = C_{13}(\varphi_1 - \varphi_2) - M_3. \end{cases} \quad (9)$$

Проведемо заміну перемінних у системі диференціальних рівнянь (9), при цьому обмежимося першою нормальною формою:

$$\begin{cases} \varphi_1(t) = f_0(t) + A_1 f_1(t), \\ \varphi_2(t) = f_0(t) + A_2 f_1(t), \\ \varphi_3(t) = f_0(t) + A_3 f_1(t). \end{cases} \quad (10)$$

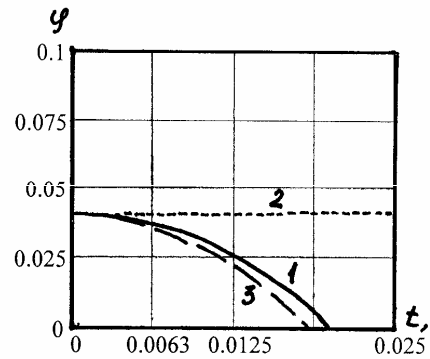
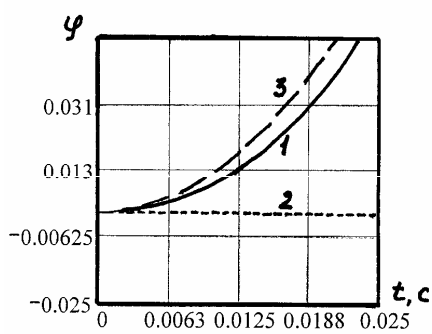
Тоді отримаємо:

$$\begin{cases} \varphi_1(t) = \left(\frac{M_1 - M_2 - M_3}{J_1 + J_2 + I_3} \right) \frac{t^2}{2} + \frac{A_1 (M_1 A_1 - M_2 A_2 - M_3 A_3)}{p_1^2 (J_1 A_1^2 + J_2 A_2^2 + J_3 A_3^2)} \cdot (1 - \cos p_1 t), \\ \varphi_2(t) = \left(\frac{M_1 - M_2 - M_3}{J_1 + J_2 + J_3} \right) \frac{t^2}{2} + \frac{A_2 (M_1 A_1 - M_2 A_2 - M_3 A_3)}{p_1^2 (J_1 A_1^2 + J_2 A_2^2 + J_3 A_3^2)} \cdot (1 - \cos p_1 t), \\ \varphi_3(t) = \left(\frac{M_1 - M_2 - M_3}{J_1 + J_2 + J_3} \right) \frac{t^2}{2} + \frac{A_3 (M_1 A_1 - M_2 A_2 - M_3 A_3)}{p_1^2 (J_1 A_1^2 + J_2 A_2^2 + J_3 A_3^2)} \cdot (1 - \cos p_1 t). \end{cases} \quad (11)$$

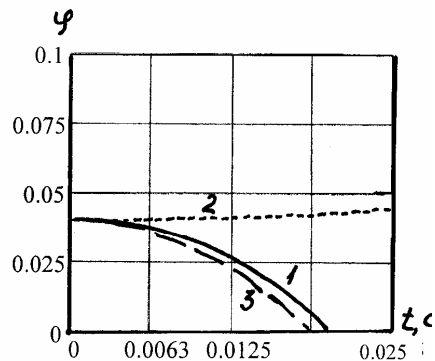
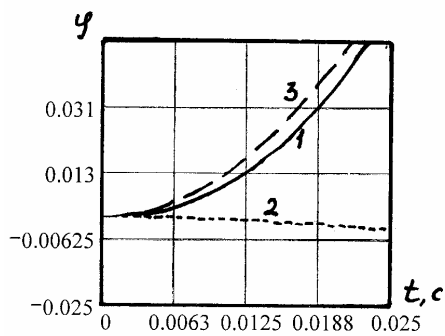
Система рівнянь (11) описує рух основов'язальної машини у період пуску. Аналогічно визначимо закони руху механічної системи при зупинці. Тоді система диференціальних рівнянь матиме такий вид:

$$\begin{cases} \varphi_1(t) = \varphi_H - \left(\frac{M_C + M_2 + M_3}{J_1 + J_2 + J_3} \right) \frac{t^2}{2} - \frac{A_1 (M_C A_1 + M_2 A_2 + M_3 A_3)}{p_1^2 (J_1 A_1^2 + J_2 A_2^2 + J_3 A_3^2)} (1 - \cos p_1 t), \\ \varphi_2(t) = \varphi_H - \left(\frac{M_C + M_2 + M_3}{J_1 + J_2 + J_3} \right) \frac{t^2}{2} - \frac{A_2 (M_C A_1 + M_2 A_2 + M_3 A_3)}{p_1^2 (J_1 A_1^2 + J_2 A_2^2 + J_3 A_3^2)} (1 - \cos p_1 t), \\ \varphi_3(t) = \varphi_H - \left(\frac{M_C + M_2 + M_3}{J_1 + J_2 + J_3} \right) \frac{t^2}{2} - \frac{A_3 (M_C A_1 + M_2 A_2 + M_3 A_3)}{p_1^2 (J_1 A_1^2 + J_2 A_2^2 + J_3 A_3^2)} (1 - \cos p_1 t). \end{cases} \quad (12)$$

R=0.3м



R=0.2м



R=0.1м

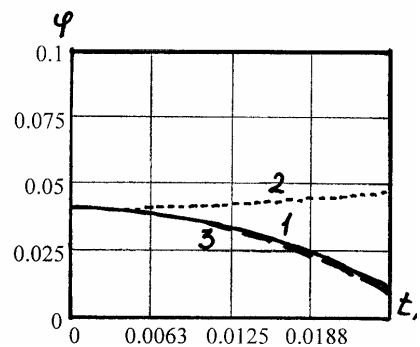
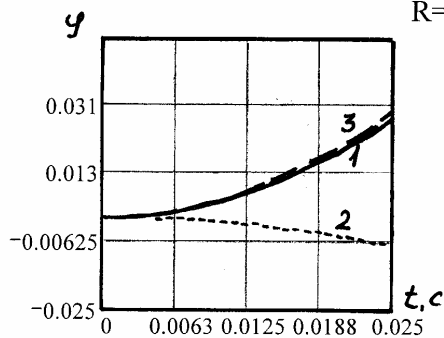


Рис.2 Залежність кута φ від часу для пуску та зупинці основов'язальної машини

Результати розрахунку за формулами (11) та (12) наведені на рис.2. Крива 1 визначає зміну кута φ_1 від часу t ; крива 2 визначає зміну кута φ_2 від часу t ; крива 3 визначає зміну кута φ_3 від часу t . Графіки побудовано для трьох різних радіусів навою 0,3; 0,2; 0,1м. При зменшенні радіусу R навоїв H_1, H_2 виникає зменшення моменту інерції J_2 з $13,4 \text{ кг} \times \text{м}^2$ до $0,4 \text{ кг} \times \text{м}^2$.

Для розрахунків приймаємо: $C_{12} = 0,3 \text{ Н} \times \text{м/рад}$, $C_3 = 0,7 \text{ Н} \times \text{м/рад}$, $J_1 = 0,38 \text{ кг} \times \text{м}^2$, $J_3 = 0,1 \text{ кг} \times \text{м}^2$, $M_1 = 102,3 \text{ Н} \times \text{м}$, $M_2 = 1,2 \text{ Н} \times \text{м}$, $M_3 = 1,15 \text{ Н} \times \text{м}$ [5]. Якщо оцінювати ефективність роботи механізмів подачі основи, відтягування та накатки полотна по збереженню сталої швидкості споживання та подачі нитки, то порівняння рівнянь (11) та (12) дає встановити, що:

$$R_H \cdot \varphi_2(t) \neq R_{BB} \cdot \varphi_3(t),$$

де R_H – поточний радіус навою; R_{BB} – радіус відтяжного вала.

Висновки

Аналіз наведених вище залежностей показав, що при пуску машини відтяжка полотна випереджає подачу ниток. При зупинці машини спостерігається зворотна картина. Відтяжка полотна суттєво зменшується, а подача нитки зменшується зовсім небагато. Усе це призводить до виникнення поперечної смугастості [6]. Причини виникнення поперечної смугастості пояснюються відсутністю злагодженої дії механізмів подачі основи, відтяжки та накатки полотна. Основними шляхами забезпечення погодженості роботи пристроїв подачі основи та відтяжки готового полотна при неусталених режимах роботи основов'язальної машини є регулювання величин кутів повороту навоїв при зменшенні їх радіусу після сходу основи; використання додаткових компенсаторів та накопичувачів між навоєм і зоною в'язання, зоною в'язання і відтяжним валом та варіювання величин приведених моментів, що діють на навої та відтяжному валу пристрою відтяжки полотна [7, 8].

ЛІТЕРАТУРА

1. Моисеенко Ф.А. Нормализация процесса вязания на основовязальных машинах. – М.: Легкая индустрия, 1978. – 200 с.
2. Мойсеенко Ф.А. Проектирование в'язальных машин. Підручник для вузів. –К.: Основа, 1994.–336 с.
3. Сердюк В.П. Расчёт приводов машин лёгкой промышленности. – К.: Техника, 1978. – 232 с.
4. Хомяк О.Н. Динамика движения навоев основы в период пуска основовязальной машины // Вісник ХДТУ. – 2002. – № 3(16). – с. 343–346.
5. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. – М.: Легпромбытиздат, –1990. – 208 с.
6. Костюк Н.Н., Сердюк В.П. Способы устранения поперечной полосатости на основовязальном полотне // Изв. вузов. Технология лёгкой промышленности. – 1979.– №3. – с. 85–89.
7. Здоренко В.Г. Удосконалення механізмів подачі нитки на основов'язальних машинах та ткацьких верстатах // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2008. – №2. – с. 164–167.
8. Здоренко В.Г. Стабілізація натягу пружної системи заправки основов'язальної машини при неусталеному режимі роботи шляхом варіювання величин приведених моментів //Вісник КНУТД. – 2002. – №2 – с. 154–161.

Надійшла 23.12.2009