

УДК 677.055

Б.Ф. ПІПА, С.В. МУЗИЧИШИН, О.В. ЧАБАН

Київський національний університет технологій та дизайну

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ З ДРОТЯНОЮ СПІРАЛЬНОЮ ПРУЖИНОЮ

Ефективність роботи в'язальних машин та автоматів суттєво залежить від динамічних навантажень, що виникають під час пуску. З метою зниження пускових динамічних навантажень доцільно в складі привода в'язальних машин використовувати пристрої зниження динамічних навантажень, зокрема пристрої зі спіральною пружиною. Враховуючи це, стаття присвячена розробці конструкції пристрою зниження динамічних навантажень з дротяною спіральною пружиною та вибору його раціональних параметрів. Запропоновано нову конструкцію привода рукавичного автомата з таким пристроєм та метод вибору його параметрів. Застосування запропонованого привода рукавичного автомата з пристроєм зниження динамічних навантажень, що містить дротяну спіральну пружину, дозволяє підвищити надійність та довговічність його роботи. Результати досліджень можуть бути використані при розробці нових моделей рукавичних автоматів та інших типів в'язальних машин.

Ключові слова: пристрій зниження динамічних навантажень, рукавичний автомат, привод рукавичного автомата, динамічні навантаження привода, муфта зі спіральною дротяною пружиною.

B.F. PIPA, S.V. MUZYCHYSHEN, O.V. CHABAN

Kyiv National University of Technology and Design

CHOICE OF PARAMETERS OF DECLINE DEVICE OF THE RUN-TIME LOADING WITH A WIRE VOLUTE SPRING

Efficiency of work of knitting machines and automats substantially depends on the run-time loading, arising up at starting. With the purpose of decline of the starting run-time loading expediently in composition the drive of knitting machines to use the devices of decline of the run-time loading, in particular devices with a volute spring. Taking into account it, the article is sanctified to development of construction of device of decline of the run-time loading with a wire volute spring and choice of its rational parameters. The new construction of drive of glove automat with such device and method of choice of its parameters are offered. Application of the offered drive of glove automat with the device of decline of the run-time loading, containing a wire volute spring, reliability and longevity of its work allow to promote. The results of researches can be drawn on at development of new models of glove automats and other types of knitting machines.

Keywords: device of decline of the run-time loading, glove automat, drive of glove automat, run-time loading of drive, muff with a volute wire spring.

Перспективним напрямком підвищення ефективності роботи в'язальних машин, в тому числі і рукавичних автоматів, є зниження динамічних навантажень, що виникають під час несталого режиму їх роботи (пуск, гальмування, перемикання механізмів та ін.). Дослідження [1–6] показують, що динамічні навантаження суттєво впливають як на довговічність роботи в'язальних машин та автоматів, так і на якість продукції, що випускається. Тому проблема зниження динамічних навантажень є однією із актуальних проблем трикотажного машинобудування. Для розв'язання цієї проблеми важливим є розробка нових конструкцій приводів в'язальних машин та автоматів з пристроями зниження динамічних навантажень (ПЗДН). Проте відсутність наукових основ і інженерних методів проектування таких приводів стримує вирішення існуючої проблеми.

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом досліджень обрано ПЗДН з дротяною спіральною пружиною та метод вибору його раціональних параметрів. При вирішенні поставлених задач були використані сучасні методи теорій динаміки механічних систем з пружними елементами, пружності, опору матеріалів та теорії проектування в'язальних машин і автоматів.

Постановка завдання

Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи в'язальних машин і автоматів (підвищення продуктивності та якості виробів) шляхом удосконалення приводів, стаття присвячена розробці конструкції привода рукавичного автомата типу ПА з ПЗДН, що містить дротяну спіральну пружину та методу вибору його раціональних параметрів.

Результати та їх обговорення

Аналіз існуючих конструкцій приводів рукавичних автоматів [1, 5, 6] показує, що з метою підвищення ефективності їх роботи доцільно оснастити привод ПЗДН, що дасть можливість знизити динамічні навантаження [4] і, таким чином, підвищити надійність та довговічність його роботи, а також продуктивність та якість виробів.

Автори пропонують новий привод рукавичного автомата типу ПА з ПЗДН, що містить обгінну муфту та дротяну спіральну пружину (рис. 1).

При зупинці рукавичного автомата момент сил пружності дротяної спіральної пружини 11 передається ротору електродвигуна 1 та змушує його обертатись в зворотному напрямі. Для того щоб при цьому не виникло закручування дротяної спіральної пружини в зворотному напрямі, що негативно впливає на її працездатність, передбачена обгінна муфта 10, яка відокремлює дротяну спіральну пружину від електродвигуна при його зупиненні.

З метою оцінки раціональності конструкції ПЗДН та можливості використання його в приводі рукавичного автомата типу ПА, визначимо основні параметри одного із відповідальних його елементів – дротяної спіральної пружини (пружини).

Враховуючи, що пружина кріпиться до втулки, встановленої на ведучому валу (вал електродвигуна та ін.) внутрішній діаметр пружини D_1 знаходиться із умови:

$$D_1 = D = (1,5 \dots 2,0) d, \quad (1)$$

де D , d – зовнішній діаметр втулки та діаметру валу відповідно.

Оскільки кількість витків пружини i повинна, з метою забезпечення оптимального зниження пускових динамічних навантажень, дорівнювати числу обертів ротора електродвигуна за час пуску, маємо:

$$i = \frac{\phi_{np}}{2\pi} = \frac{\phi_p}{2\pi}, \quad (2)$$

де ϕ_{np} , ϕ_p – кут закручування пружини та кут повороту ротора електродвигуна за час пуску відповідно;

Для визначення кута ϕ_p рівняння пуску рукавичного автомата можна представити у вигляді (без врахування коливального процесу) [4]:

$$J\ddot{\phi}_p = T_1 - T_3, \quad (3)$$

де J – сумарний приведений момент інерції обертальних мас рукавичного автомата;

T_1 , T_3 – приведені момент ПЗДН (муфти) та статичний момент сил опору механізмів рукавичного автомата.

Припустивши, що пуск рукавичного автомата рівноприскорений при нульовій початковій кутовій швидкості, маємо:

$$J \frac{\omega}{t} = T_1 - T_3, \quad (4)$$

де ω – кутова швидкість валу електродвигуна;

t – час пуску рукавичного автомата.

З рівняння (4) знаходимо:

$$t = \frac{J\omega}{T_1 - T_3}. \quad (5)$$

Враховуючи прийняті вище припущення з урахуванням (5), маємо:

$$\phi_p = \frac{\omega}{2} t = \frac{J\omega^2}{2(T_1 - T_3)}. \quad (6)$$

Підставивши (6) в (2), знаходимо кількість витків пружини:

$$i = \frac{J\omega^2}{4\pi(T_1 - T_3)}. \quad (7)$$

Початковий ρ_1 та кінцевий ρ_2 радіуси закрученої пружини:

$$\rho_1 = 0,5(D_1 + d_n); \quad \rho_2 = \rho_1 + d_n i, \quad (8)$$

де d_n – діаметр дроту, з якого виготовлена пружина (вибирається в залежності від величини T_1).

Довжина дроту пружини L знаходиться із умови:

$$L = \pi i (\rho_1 + \rho_2). \quad (9)$$

Зовнішній діаметр пружини у вільному стані приймається із конструктивних міркувань:

$$D_2 = 2\rho_2 + (20 \dots 30) \text{ мм}. \quad (10)$$

Використовуючи умову пружності пружини [7]:

$$\phi_p = \frac{T_1 L}{E J_0}, \quad (11)$$

де E – модуль пружності матеріалу пружини;

J_0 – осьовий момент інерції перерізу пружини,

$$J_0 = \frac{\pi d_n^4}{64}, \quad (12)$$

визначаємо діаметр дроту, з якого виготовлена пружина:

$$d_n = \sqrt[4]{\frac{64T_1L}{\pi E\phi_p}}. \quad (13)$$

Жорсткість пружини C_{np} , враховуючи (6), знаходиться із умови:

$$C_{np} = \frac{T_1}{\phi_p} = \frac{2T_1(T_1 - T_3)}{J\omega^2}. \quad (14)$$

Використовуючи запропоновану методику, знайдемо параметри ПЗДН (дротяної спіральної пружини в разі використання його в приводі рукавичного автомата ПА-8-33.

В якості вихідних даних приймаємо [3]: $T = 2,5$ Нм; $T_1 = 1,2T = 3$ Нм; $\omega = 292,17$ с⁻¹; $J = 5,82 \cdot 10^{-3}$ кгм²; $d = 20$ мм. $E = 2,15 \cdot 10^5$ МПа.

Для нашого випадку розміри пружини будуть:

$D_1 = D = 2d = 2 \cdot 20 = 40$ мм; $d_n = 3$ мм (приймаємо конструктивно);

$i = \frac{J\omega^2}{4\pi(T_1 - T_3)} = \frac{5,82 \cdot 10^{-3} \cdot 292,17^2}{4\pi(3 - 2,5) \cdot 9,81} = 8,06$, (приймаємо $i = 8$); $\rho_1 = 0,5(D_1 + d_n) = 0,5(40 + 3) = 21,5$ мм;

$\rho_2 = \rho_1 + d_n i = 21,5 + 3 \cdot 8 = 45,5$ мм; $D_2 = 2\rho_2 + (20 \dots 30) = 2 \cdot 45 + 30 = 120$ мм;

$L = \pi i(\rho_1 + \rho_2) = 8\pi(21,5 + 45,5) = 1684$ мм; із (13) $\phi_p = \frac{64T_1L}{\pi E d_n^4} = \frac{64 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 1684}{\pi \cdot 2,15 \cdot 10^5 \cdot 3^4} = 5,909$ рад = 338,56°;

$t = \frac{J\omega}{T_1 - T_3} = \frac{5,82 \cdot 10^{-3} \cdot 292,17}{(3 - 2,5) \cdot 9,81} = 0,35$ с.; $C_{np} = \frac{T_1}{\phi_p} = \frac{3}{5,909} = 0,508$ Нм/рад.

Висновки. Виконані дослідження показують наступне:

- виконані розрахунки підтверджують працездатність та доцільність використання привода рукавичного автомата з ПЗДН, що містить дротяну спіральну пружину та обгінну муфту;
- використання привода з ПЗДН в рукавичному автоматі ПА-8-33 дозволяє суттєво знизити пускові динамічні навантаження в пружних в'язях привода, що призводить до підвищення ефективності його роботи;
- результати досліджень можуть бути використані при удосконаленні діючих та при розробці нових типів рукавичних автоматів та інших видів в'язальних машин та машин загального призначення.

Литература

1. Хомяк О.Н. Повышение эффективности работы вязальных машин / О.Н. Хомяк, Б.Ф. Пипа.– М. : Легпромиздат, 1990. – 208 с.
2. Пипа Б.Ф. Динамика круглов'язальних машин / Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Павленко Г.І. – К. : КНУТД, 2005. – 294 с.
3. Хомяк О.М. Динамика плосков'язальних машин та автоматів / Хомяк О.М. – К. : КНУТД, 2008. – 250 с.
4. Кожевников С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах / Кожевников С.Н. – К. : Наукова думка, 1986. – 288 с.
5. Присяжнюк П.А. Наладка и эксплуатация плосковязальных трикотажных машин / Присяжнюк П.А. – К. : Техніка, 1983. – 136 с.
6. Шляхова Э.Н. Новое оборудование перчаточного производства / Шляхова Э.Н., Иванов Н.А., Исopenко Р.Н. – Л. : Легкая индустрия, 1978. – 96 с.
7. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. – К. : Наукова думка, 1975. – 704 с.

References

1. Khomiak O.N., Pypa B.F. Povyshenie effektivnosti raboty v'iazalnykh mashyn. M.: Lehpromyzzdat, 1990. 208 s.
2. Pypa B.F., Khomiak O.M., Pavlenko H.I. Dynamika kruhlov'iazalnykh mashyn. K.: KNUTD, 2005. 294 s.
3. Khomiak O.M. Dynamika ploskov'iazalnykh mashyn ta avtomativ. K. : KNUTD, 2008. 250 s.
4. Kozhevnikov S.N. Dynamika nestatsyonarnykh protsessov v mashynakh. K.: Naukova dumka, 1986. 288 s.
5. Prisyazhnyuk P.A. Naladka i ekspluatatsiya ploskov'iazalnykh trykotazhnykh mashyn. K.: Tekhnika, 1983. 136 s.
6. Shliakhova E.N., Ivanov N.A., Isopenko R.N. Novoe oborudovanye perchatochnoho proyzvodstva. L.: Lehkaia industriya, 1978. 96 s.
7. Pisarenko G.S., Yakovlev A.P., Matveev V.V. Spravochnyk po soprotivleniyu materyalov. K.: Naukova dumka, 1975. 704 s.

Рецензія/Peer review : 12.2.2015 р.

Надрукована/Printed : 7.4.2015 р.
Рецензент: д.т.н., проф. А.С. Зенкін