

677.055

« »

Перспективним напрямком підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин є удосконалення їх механізмів, зокрема систем гальмування [1–3]. Дослідження [2, 3] показують, що продуктивність круглов'язальних машин та якість трикотажного полотна суттєво залежать від ефективності роботи систем гальмування їх привода. При цьому, в першу чергу, на ефективність роботи систем гальмування впливають динамічні навантаження, що виникають в приводі при гальмуванні [2, 3]. Об'єктом досліджень обрано привід круглов'язальної машини та динаміку гальмування круглов'язальної машини. При проведенні досліджень та вирішенні завдань, поставлених у даній роботі, були використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії проектування в'язальних машин та теорії динаміки механічних систем з пружними в'язями. Зниження динамічних навантажень може бути досягнуто як вибором раціонального режиму гальмування [3, 5], так і удосконаленням самої системи гальмування [2, 3] та використання спеціальних пристроїв зниження динамічних навантажень [4, 5]. Таким чином, проблема підвищення ефективності роботи систем гальмування та методів їх проектування є однією із актуальних проблем легкого машинобудування. Для розв'язання цієї проблеми важливим є розробка таких систем гальмування, використання яких призводить до зниження динамічних навантажень привода, та методів їх розрахунку. Відомі конструкції приводів круглов'язальних машин мають спільний недолік – велику кількість обертальних мас, які знаходяться в кінематичному взаємозв'язку в момент зупинки машини, що обумовлює значний по тривалості час гальмування машини, що знижує якість трикотажного полотна і негативно впливає на довговічності та надійності роботи привода і машини в цілому. Для усунення зазначеного недоліку запропоновано привід круглов'язальної машини, що дозволяє при зупинці машини відключити від механізмів в'язання і товароприйому ряд обертальних мас привода. В результаті дослідження: запропоновано конструкцію привода, яка дозволяє суттєво знизити інерційність його обертальних мас під час гальмування; методу, що дозволяє знайти максимальну величину динамічних навантажень в пружних в'язях привода під час гальмування круглов'язальної машини.

Ключові слова: круглов'язальна машина, система гальмування, динаміка системи гальмування круглов'язальної машини, пристрій зниження динамічних навантажень гальмування в'язальних машин.

V.G. ZDORENKO

Kyiv National University of Technology and Design

N.N. ZASHCHEPKINA

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

DYNAMICS OF BRAKING OF CIRCULAR KNITTING MACHINES WITH A DRIVE WITH ELECTROMAGNETIC FRICTION CLUTCH

A promising direction to improve the efficiency of circular knitting machines is the improvement of their mechanisms, in particular, braking systems [1–3]. Studies [2, 3] show that the productivity of circular knitting machines and the quality of the knitted fabric depend significantly on the efficiency of the braking systems of their drive. In this case, first of all, the dynamic loads arising in the drive during braking [2, 3] affect the performance of braking systems. The object of research is the drive of a circular knitting machine and the dynamics of braking circular knitting machine. In conducting research and solving the problems posed in this paper, modern methods of theoretical research based on the theory of knitting machines design and the theory of dynamics of mechanical systems with elastic bands were used. Reduction of dynamic loads can be achieved both by choosing a rational braking regime [3, 5], and by improving the braking system itself [2, 3] and using special devices to reduce dynamic loads [4, 5]. Thus, the problem of increasing the efficiency of braking systems and methods of their design is one of the topical problems of light engineering. To solve this problem, it is important to develop such braking systems, the use of which leads to a decrease in the dynamic loads of the drive, and methods for calculating them. Known designs of circular knife drives have a common disadvantage – a large number of rotational masses that are in a kinematic relationship at the time of the machine stop, which results in a significant length of time inhibition of the machine, which reduces the quality of the knit fabric and negatively affects the durability and reliability of work drive and machine as a whole. To eliminate this disadvantage, an actuator of a circular knitting machine is proposed, which allows you to disconnect from the mechanisms of knitting and acceptance a number of rotating masses of the drive when stopping the machine. As a result of the research: the design of the drive is proposed, which allows to significantly reduce the inertia of its rotary mass during braking; a technique that allows to find the maximum value of dynamic loads in the elastic joints of the drive during the braking of a circular knitting machine.

Key words: circular knitting machine, braking system, dynamics of the braking system of a circular knitting machine, devices for reducing dynamic loads of braking knitting machines.

(,) ,

[1, 2, 5],

[3, 5–10].

[3, 5],

[3]

[3],

(. 1).

(

1,

(

)

11, ’

7
8.

1
(2, 3, 4)

(5, 7)

.1.

8.

8

9, 10

- 1- ; 2- ; 3- ;
- 4- ; 5- ;
- 6- ; 7- ; 8- ;
- 9- ;
- 10- ;
- 11- ;
- 12- ; 13-

- ,
11

(

[1, 5],

(. 1)

(. 2).

[5] (

):

$$K = \frac{J_i}{T_i}, \tag{1}$$

J_i – i - ;
 T_i – i - .

$J_1 = 0,14 \times 10^{-3}$; $J_2 = 5,91 \times 10^{-3}$; $J_3 = 1,18 \times$

10^{-3} [5],

(. 2,);

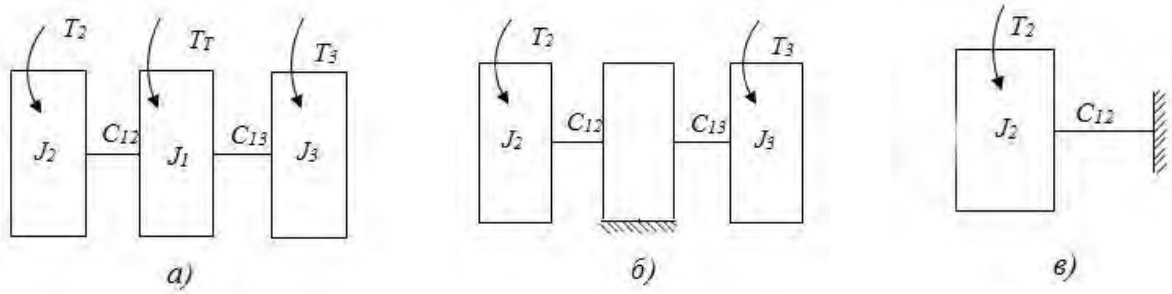
- :
- : ()

(. 2,);

- :

(. 2,).

[3],



2. ; - ; J₂ - ; - ; J₁ - (; J₃ -) ; - ; - ; 12 - ; 2 - ; 3 - ; 13 - ;

(2,) :

$$\begin{aligned} J_1 \ddot{\varphi}_1 &= T_T + T_{12} + T_{13}; \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 &= T_2 - T_{12}; \\ J_3 \ddot{\varphi}_3 &= T_3 - T_{13}. \end{aligned} \tag{2}$$

$\ddot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_2, \ddot{\varphi}_3,$ (2)

$$\begin{aligned} \ddot{T}_{12} &= C_{12}(\ddot{\varphi}_1 - \ddot{\varphi}_2) ; \\ \ddot{T}_{13} &= C_{13}(\ddot{\varphi}_1 - \ddot{\varphi}_3) , \end{aligned} \tag{3}$$

:

$$\begin{cases} \ddot{T}_{12} = \frac{C_{12}}{J_1 J_2} [(J_1 + J_2)T_{12} + J_2 T_{13} + J_2 T_T - J_1 T_2]; \\ \ddot{T}_{13} = \frac{C_{13}}{J_1 J_3} [J_3 T_{12} + (J_1 + J_3)T_{13} + J_3 T_T - J_1 T_3]. \end{cases} \tag{4}$$

12, 13, (4), 12 13,

:

$$T_{ij} = Y_{ij} + a_{ij}, \tag{5}$$

$$Y_{ij} - , Y_{ij} = A_{ij} \cos \beta t + B_{ij} \sin \beta t ;$$

$$, - ;$$

$$\beta - ;$$

$$a_{ij} - ().$$

:

$$\begin{cases} (J_1 + J_2)a_{12} - J_2 a_{13} = J_1 T_2 - J_2 T_T ; \\ J_3 a_{12} + (J_2 + J_3)a_{13} = J_1 T_3 - J_3 T_T. \end{cases} \tag{6}$$

(4):

$$a_{12} = \frac{\Delta a_{12}}{\Delta a} ; a_{13} = \frac{\Delta a_{13}}{\Delta a} , \tag{7}$$

$$\Delta a = \begin{vmatrix} J_1 + J_2 & J_2 \\ J_3 & J_1 + J_3 \end{vmatrix} ; \tag{8}$$

$$\Delta a_{12} = \begin{vmatrix} J_1 T_2 - J_2 T_T & J_2 \\ J_1 T_3 - J_3 T_T & J_1 + J_3 \end{vmatrix} ; \tag{9}$$

$$\Delta a_{13} = \begin{vmatrix} J_1 + J_2 & J_1 T_2 - J_2 T_T \\ J_3 & J_1 T_3 - J_3 T_T \end{vmatrix} . \tag{10}$$

[5]:

$$\beta^4 - (C_{12} \frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2} + C_{13} \frac{J_1 + J_3}{J_1 J_3} +) \beta^2 + C_{12} C_{13} \frac{J_1 + J_2 + J_3}{J_1 J_2 J_3} = 0 . \tag{11}$$

$$(11), :$$

$$\beta_{1,2}^2 = \frac{C_{12}(J_1 + J_2)}{2J_1J_2} + \frac{C_{13}(J_1 + J_3)}{2J_1J_3} \pm \sqrt{\left[\frac{C_{12}(J_1 + J_2)}{2J_1J_2} + \frac{C_{13}(J_1 + J_3)}{2J_1J_3} \right]^2 - C_{12}C_{13} \frac{J_1 + J_2 + J_3}{J_1J_2J_3}}. \quad (12)$$

$$(t = 0 \quad T_{(12)0} = T_2; \quad \dot{T}_{(12)0} = 0; \quad T_{(13)0} = T_3; \quad \dot{T}_{(13)0} = 0), \quad (4)$$

$$\begin{aligned} T_{12} &= A_{(12)1} \cos \beta_1 t + A_{(12)2} \cos \beta_2 t + a_{12}; \\ T_{13} &= A_{(13)1} \cos \beta_1 t + A_{(13)2} \cos \beta_2 t + a_{13}. \end{aligned} \quad (13)$$

$$(12)_1, (12)_2, \quad (4), (13)$$

$$\begin{cases} A_{(12)1} + A_{(12)2} = T_{(12)0} - a_{12}; \\ -\beta_1^2 A_{(12)1} - \beta_2^2 A_{(12)2} = \beta_{12}^2 T_{(12)0} - C_{12} \left(\frac{T_{(23)0}}{J_2} + \frac{T_2}{J_2} + \frac{T_T}{J_1} \right); \end{cases} \quad (14)$$

(13)_1, (13)_2

$$\begin{cases} A_{(13)1} + A_{(13)2} = T_{(13)0} - a_{13}; \\ -\beta_1^2 A_{(13)1} - \beta_2^2 A_{(13)2} = \beta_{13}^2 T_{(13)0} + C_{13} \left(\frac{T_{(12)0}}{J_1} + \frac{T_T}{J_1} - \frac{T_3}{J_3} \right). \end{cases} \quad (15)$$

(14), (15)

$$\beta_{12}^2 = \frac{C_{12}(J_1 + J_2)}{J_1J_2}; \quad \beta_{13}^2 = \frac{C_{13}(J_1 + J_3)}{J_1J_3}. \quad (16)$$

(14), (15):

$$\begin{aligned} A_1 &= \beta_{12}^2 T_{(12)0} + C_{12} \left(\frac{T_{(13)0}}{J_1} + \frac{T_T}{J_1} - \frac{T_2}{J_2} \right); \\ A_2 &= \beta_{13}^2 T_{(13)0} - C_{13} \left(\frac{T_{(12)0}}{J_1} + \frac{T_T}{J_1} - \frac{T_3}{J_3} \right). \end{aligned} \quad (17)$$

(16)

$$(T_{(12)0} = T_2, \quad T_{(13)0} = T_3),$$

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{C_{12}}{J_1} (T_2 + T_3 + T_T); \\ A_2 &= \frac{C_{13}}{J_1} (T_2 + T_3 + T_T). \end{aligned} \quad (18)$$

(14), (15)

$$A_{(12)1} = \frac{\Delta A_{(12)1}}{\Delta A_{12}}; \quad A_{(12)2} = \frac{\Delta A_{(12)2}}{\Delta A_{12}}; \quad (19)$$

$$A_{(13)1} = \frac{\Delta A_{(13)1}}{\Delta A_{13}}; \quad A_{(13)2} = \frac{\Delta A_{(13)2}}{\Delta A_{13}}; \quad (20)$$

$$\Delta A_{12} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -\beta_1^2 & -\beta_2^2 \end{vmatrix} = \beta_1^2 - \beta_2^2; \quad (21)$$

$$\Delta A_{(12)1} = \begin{vmatrix} T_{(12)0} - a_{12} & 1 \\ A_1 & -\beta_1^2 \end{vmatrix} = -(T_{(12)0} - a_{12})\beta_1^2 - A_1; \quad (22)$$

$$\Delta A_{(12)2} = \begin{vmatrix} 1 & T_{(12)0} - a_{12} \\ -\beta_1^2 & A_1 \end{vmatrix} = A_1 + (T_{(12)0} - a_{12})\beta_1^2; \quad (23)$$

$$\Delta A_{13} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -\beta_1^2 & -\beta_2^2 \end{vmatrix} = \beta_1^2 - \beta_2^2; \quad (24)$$

$$\Delta A_{(13)1} = \begin{vmatrix} T_{(13)0} - a_{13} & 1 \\ A_2 & -\beta_2^2 \end{vmatrix} = -(T_{(13)0} - a_{13})\beta_2^2 - A_2; \quad (25)$$

$$\Delta A_{(13)2} = \begin{vmatrix} 1 & T_{(13)0} - a_{13} \\ -\beta_1^2 & A_2 \end{vmatrix} = A_2 + (T_{(13)0} - a_{13})\beta_1^2. \quad (26)$$

12, 13,

$$(1), \quad [3]:$$

$$\begin{aligned} T_{12max} &= |A_{(12)1}| + |A_{(12)2}| + |a_{12}|; \\ T_{13max} &= |A_{(13)1}| + |A_{(13)2}| + |a_{13}|. \end{aligned} \quad (27)$$

$$12, 13, \quad C_{12}, C_{13}$$

$$K_{12} = \frac{T_{12max}}{T_2}; K_{13} = \frac{T_{13max}}{T_3}. \quad (28)$$

1. // . . . – 2015. – 6 (92). – .47–51.
2. / . . . , . . . // . – 2017. – 2 (247). – .63–66.
3. . . . () / . . . , . . . , . . . – .: , 2016. – 452 .
4. . . . / . . . , . . . // . – 2016. – 2 (96). – .34–40.
5. () / . . . , – .: , 2015. – 280 .
6. . . . // . – 2013. – 3. – .84–86.
7. . . . / . . . , . . . // . – 2017. – 2. – .63–66.
8. . . . / . . . , . . . // . – 2016. – 2 (96). – .34–40.
9. . . . : « - », 2016. – 207 .
10. // . . . – 2015. – 6. – .47–50.

References

1. Zdorenko V.G., Zashpekina N.M. Reducing dynamic loads in the drive knitting machines // Herald Of Khmelnytskyi National University. - 2015. – .6 (92). – p.47-51.
2. Zdorenko V.G., Zashpekina N.M. Influence of the design of the braking system of a circular knitting machine on the efficiency and choice of its parameters // Herald Of Khmelnytskyi National University. – 2017. – 2 (247). – P.63-66.
3. Chaban V.V. Drives of knitting machines (new developments and elements of calculations) / V.V. Chaban, B.F. Pipa, O.V. Shepherd. – K.: KNUVD, 2016. – 452 p.
4. Zdorenko V.G., Zashpekina N.M. Efficiency of using a centrifugal friction clutch to reduce the dynamic loads in the drive knitting machines // Vesnik KNUVD. – 2016. – 2 (96). – .34-40
5. Pipa BF Drives of knitting machines and machines with devices for reducing dynamic loads (scientific bases and engineering design methods) / O.V. Chaban, S.V. Muzychishin. K.: KNUVD. 2015. – 280 p.
6. Zashpekina N.M., Pipa B.F. Increasing the stability of the drawing of the canvas of a circular knitting machine // Vestnik KhNU. – 2013. – .3. – P. 84-86.
7. Zashpekina NM, Zdorenko V.G. Influence of the design of the braking system of a circular knitting machine on efficiency and choice of its parameters // Herald Of Khmelnytskyi National University. 2–2017. – P. 63-66.
8. Zdorenko V.G., Zashpekina N.M. Efficiency of using a centrifugal friction clutch to reduce the dynamic loads in the drive knitting machines // Vesnik KNUVD. - 2016 - No. 2 (96). - P. 34-40.
9. Zashpekina N.M. Engineering methods of designing the given properties of materials. Monograph. LLC "Nilan-LTD", Vinnytsia. – 2016. – 207 .
10. Zdorenko V.G., Zashpekina N.M. Reduction of dynamic loads in the drive of knitting machines // Vesnik KNUVD. – .6. – 2015 . – P. 47-50.

/Peer review : 02.02.2018 .

/Printed :27.03.2018 .