

ВПЛИВ КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ГАЛЬМУВАННЯ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ТА ВИБІР ЇЇ ПАРАМЕТРІВ

Розробка методу оцінки впливу конструкції системи гальмування круглов'язальної машини на ефективність роботи та вибір її параметрів. В статті використані сучасні методи досліджень процесу гальмування в'язальних машин з метою оцінки впливу конструкції системи гальмування круглов'язальної машини на ефективність роботи, вибір її параметрів та на якість трикотажного полотна. Розроблено метод оцінки впливу конструкції системи гальмування круглов'язальної машини на ефективність роботи та вибір її параметрів. Встановлено необхідність оснащення привода круглов'язальних машин ефективною системою гальмування, здатною створювати гальмівний момент, що запобігає в'язанню неякісного трикотажного полотна. При цьому систему гальмування доцільно оснастити як мінімум двома гальмами. Розроблено метод, що дозволяє вибрати раціональні параметри системи гальмування (величина гальмівного моменту гальм та їх розподіл між собою). Результати досліджень можуть бути використані при удосконаленні діючих та при розробці нових типів систем гальмування як круглов'язальних, так і інших типів в'язальних машин. Розроблено метод оцінки впливу конструкції системи гальмування круглов'язальної машини на ефективність роботи та вибір її параметрів, здатних підвищити якість в'язання трикотажного полотна. Запропоновано інженерний метод удосконалення систем гальмування круглов'язальних машин та вибір раціональних параметрів систем гальмування, що містять декілька гальм.

Ключові слова: круглов'язальна машина, привід круглов'язальної машини, система гальмування круглов'язальної машини, параметри системи гальмування круглов'язальної машини.

V.G. ZDORENKO

Kyiv National University of Technology and Design

N.N. ZASHCHEPKINA

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

EFFECT OF BRAKING SYSTEM DESIGN FOR EFFICIENCY CIRCULAR KNITTING MACHINES WORK AND CHOICE OF ITS PARAMETERS

Development of method for assessing the impact of the design of braking system circular knitting machines on the performance and the choice of its parameters. The use of modern methods of research the braking process of knitting machines in order to assess the impact of the design of braking systems on the circular knitting machine efficiency, the choice of its parameters and the quality of the knitted fabric. A method for assessing the impact of the design of braking system circular knitting machines on the efficiency and range of its parameters. The necessity of equipping circular knitting machines drive effective braking system that can create a braking torque to prevent low-quality knitting knitted fabric. In this case, the braking system it is advisable to equip at least two brakes. A method to select the optimal parameters of the braking system (the value of the braking torque of brakes and their distribution among themselves). The research results can be used to improve existing and develop new types of braking systems such as circular and other types of knitting machines. A method for assessing the impact of the design of braking system circular knitting machines on the performance and the choice of its parameters, can improve quality of knitting a knitted fabric. An engineering method for improving braking systems circular knitting machine and a choice of rational parameters of braking systems that contain multiple brakes.

Key words: knitting machine, circular knitting machine drive, braking the circular machine, the parameters of the braking system of the circular machine.

Вступ

З метою забезпечення в'язання якісного трикотажного полотна круглов'язальні машини, як показує аналіз [1–4], повинні бути обладнані ефективними системами гальмування. При цьому система гальмування повинна забезпечувати в'язання якісного трикотажного полотна та не допускати значних динамічних навантажень механізмів круглов'язальної машини, що виникають під час гальмування [2, 5, 6]. Виходячи з цього, проблема розробки нових та удосконалення діючих систем гальмування круглов'язальних машин є актуальною [2, 4].

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин за рахунок удосконалення систем гальмування [4], завданням досліджень є аналіз впливу конструкції системи гальмування на ефективність її роботи та розробка методу вибору її раціональних параметрів.

Результати дослідження. Аналіз конструкцій круглов'язальних машин [1, 3, 4] показує, що з метою підвищення ефективності роботи систем гальмування існують в основному два рішення: оснащення привода машин пристроєм, здатним в період гальмування відключати частину обертальних мас від основних механізмів [5, 6, 8–10]; оснащення системи гальмування круглов'язальної машини декількома гальмами [2].

Автори пропонують комплексне рішення проблеми підвищення ефективності системи гальмування круглов'язальних машин – оснащення привода машини пристроєм відключення в період гальмування основних обертальних мас від привода та оснащення круглов'язальної машини двома гальмами.

Кінематична схема привода круглов'язальної машин з удосконаленою системою гальмування представлена на рис. 1.

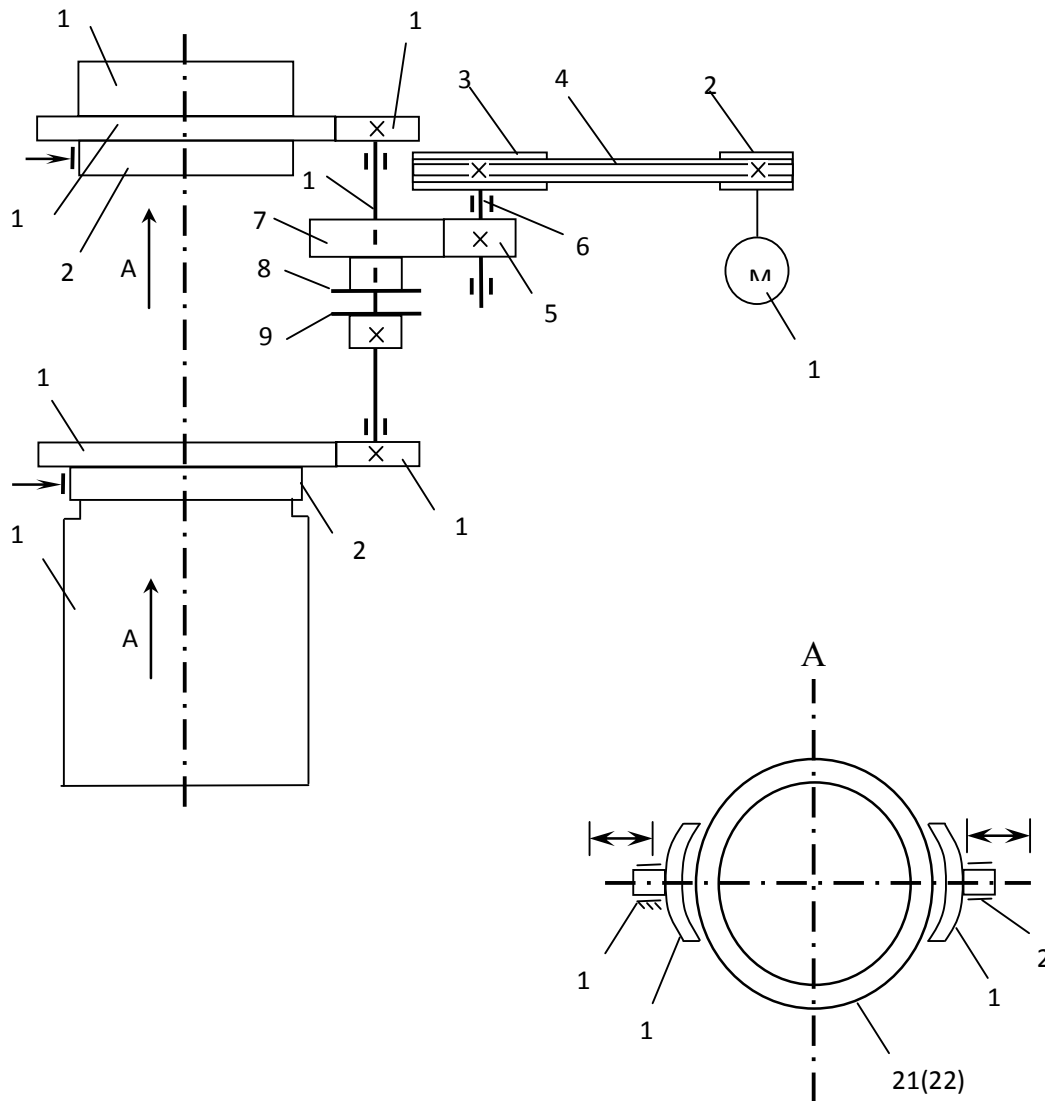


Рис. 1. Кінематична схема привода круглов'язальної машини з удосконаленою системою гальмування: 1 – електродвигун; 2 – ведучий шків клинопасової передачі; 3 – ведений шків; 4 – клинові паси; 5 – шестерня; 6 – проміжний вал; 7 – зубчасте колесо; 8, 9 – півмуфти зчпної муфти; 10 – вертикальний приводний вал; 11, 12 – верхня та нижня шестерні; 13 – верхнє зубчасте колесо; 14 – голковий циліндр; 15 – нижнє зубчасте колесо; 16 – механізм товароприйому; 17, 18 – колодки гальм; 19, 20 – направляючі колодок; 21, 22 – гальмівні шківні (гладкі циліндричні частини верхнього за нижнього зубчастих коліс)

Принцип роботи привода такий. Електрична схема управління привода (на рис 1 не показана) виконана таким чином, що при включенні електродвигуна зчпна муфта вмикається, а колодки гальм 17, 18 вимикаються і навпаки - при вимиканні електродвигуна (зупинці машини) муфта вимикається, а гальма вмикаються. При вмиканні електродвигуна 1 обертальний рух його вала передається ведучому шківу 2, який за допомогою клинових пасів 4 приводить в обертальний рух шків 3 і жорстко з'єднані з ним проміжний вал 6 та шестерню 5 зубчастої передачі. Обертальний рух шестерні 5 передається зубчастому колесу 7, півмуфтам 8, 9 і вертикальному приводному валу 10 з шестернями 11, 12, рух яких за допомогою зубчастих коліс 13, 15 передається голковому циліндру 14 та механізму товароприйому 16, що необхідно для роботи круглов'язальної машини - в'язання трикотажного полотна.

При зупинці машини (вимикається електродвигун і зчпна муфта, вмикаються гальма) основна інерційна маса привода - ротор електродвигуна 1, клинопасова передача 2-4, зубчаста передача 5, 7 і півмуфта 8 в результаті вимикання зчпної муфти відокремлюються від вертикального приводного вала 10, що скорочує час гальмування голкового циліндру (необхідна умова для запобігання появи бракованого полотна). Одночасно з вмиканням гальм їх колодки 17, 18 переміщуються в напрямках 19, 20 і притискаються до циліндричної поверхні нижньої частини 21 зубчастого колеса 13 голкового циліндра 14 і циліндричної поверхні нижньої частини 22 зубчастого колеса 15 механізму товароприйому 16, гальмуючи їх. Зусилля, що виникають при цьому в діаметрально протилежно розташованих зонах притискання робочих елементів 17,18 гальма до зубчастих коліс 13,15, взаємно урівноважуються, що ліквідує радіальне навантаження на голковий циліндр 14 і механізм товароприйому 16. Одночасне гальмування голкового

циліндру і механізму товароприйому ліквідує вільне коливання мас привода, що зменшує динамічні навантаження в ньому.

Розподіл моментів гальмування T_{T1} і T_{T2} між гальмами 17, 18 (рис. 1) запропонованої системи гальмування доцільно здійснити, виходячи з наступного. Оптимальним режимом гальмування круглов'язальної машини, обладнаної запропонованою системою гальмування, є такий режим, при якому обидві обертальні маси J_1 і J_2 (рис. 2) зупиняться одночасно.

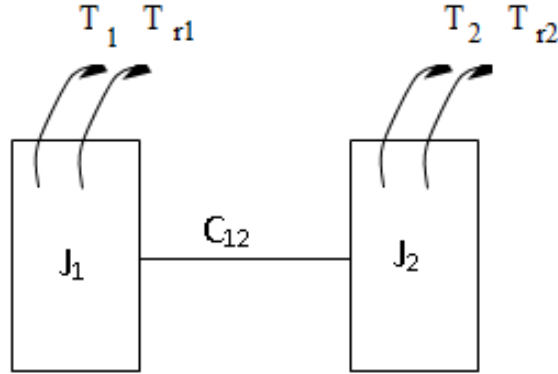


Рис. 2. Динмічна модель круглов'язальної машини типу КО з приводом з системою гальмування з двома гальмами: J_1, J_2 - приведені моменти інерції обертальних мас механізмів в'язання та товароприйому; C_{12} - приведена жорсткість пружної в'язі (жорсткість вертикального приводного вала привода); T_1, T_2 - приведені моменти сил опору механізмів в'язання та товароприйому; T_{T1}, T_{T2} - приведені моменти гальмування гальм механізмів в'язання та товароприйому

Дослідження [2] показують, що такій вимозі задовольняє умова:

$$\frac{J_1}{T_{T1} + T_1} = \frac{J_2}{T_{T1} + T_2}. \quad (1)$$

Рівняння (1) запишемо у вигляді:

$$J_2 T_{T1} - J_1 T_{T2} = J_1 T_2 - J_2 T_1. \quad (2)$$

Час гальмування круглов'язальної машини t_T і відповідно механізму в'язання t_{T1} та товароприйомного механізму t_{T2} при цьому знаходиться із рівняння:

$$t_T = t_{T1} = t_{T2} = \frac{(J_1 + J_2)\omega}{T_{T1} + T_{T2} + T_1 + T_2}, \quad (3)$$

яке представимо у вигляді:

$$\begin{aligned} t_T T_{T1} + t_T T_{T2} &= J\omega - T t_{T2}, \\ J &= J_1 + J_2; \quad T = T_1 + T_2; \end{aligned} \quad (4)$$

де ω - кутова швидкість вала приведення параметрів системи.

Рівняння (2), (4) представляють собою систему рівнянь з двома невідомими T_{T1} і T_{T2} , розв'язок яких знаходимо у вигляді [7]:

$$T_{T1} = \frac{\Delta_1}{\Delta}; \quad T_{T2} = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \quad (5)$$

де

$$\Delta = \begin{vmatrix} J_2 & -J_1 \\ t_T & t_T \end{vmatrix} = J_2 t_T + J_1 t_T = J t_T; \quad (6)$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} J_1 T_2 & -J_2 T_1 & -J_1 \\ J\omega & -T t_T & t_T \end{vmatrix} = (J_1 T_2 - J_2 T_1) t_T + J_1 (J\omega - T t_T); \quad (7)$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} J_2 & J_1 T_2 & -J_2 T_1 \\ t_T & J\omega & -T t_T \end{vmatrix} = J_2 (J\omega - T t_T) - (J_1 T_2 - J_2 T_1)$$

Після підстановки (6)–(8) в рівняння (5) знаходимо:

$$t_{T1} = \frac{(J_1 T_2 - J_2 T_1) t_T + J_1 (J\omega - T t_T)}{J t_T}, \quad (9)$$

$$t_{T2} = \frac{J_2(J\omega - Tt_T) - (J_1T_2 - J_2T_1)t_T}{Jt_T} \quad (10)$$

При використанні запропонованої системи гальмування в круглов'язальній машині КО-2 з діаметром голкового циліндра $d_y = 450$ і лінійній його швидкості $V_y = 1,1$ м/с [1], для якої $J_1 = 0,021$ кгм²; $J_2 = 0,026$ кгм²; $T_1 = 17,7$ Нм; $T_2 = 4,4$ Нм [2] (вал приведення параметрів - вал електродвигуна, кутова швидкість якого $\omega = 99,48$ с⁻¹), враховуючи умову (3) та прийнявши $t_T = t_{T1} = t_{T2} = 0,09$ с [2], знаходимо приведені величини моментів гальм:

$$T_{T1} = 5,512 \text{ Нм}; \quad T_{T2} = 24,338 \text{ Нм}.$$

Дійсні величини моментів гальмування $T_{Ц}$ для гальма механізму в'язання (голкового циліндра) і T_M для гальма механізму товароприйому знаходяться із умов:

$$T_{Ц} = \frac{T_{T1}u}{\eta}; \quad T_M = \frac{T_{T2}u}{\eta}, \quad (11)$$

де u - передаточне число передач привода;
 η - коефіцієнт корисної дії передач привода.

Для нашого випадку, коли $u = 20,34$, $\eta = 0,866$ [1], маємо:

$$T_{Ц} = 129,46 \text{ Нм}; \quad T_M = 571,63 \text{ Нм}.$$

При таких параметрах система гальмування круглов'язальної машини КО-2, як показує аналіз, буде ефективною та надійною в роботі.

Висновки

В результаті виконаних досліджень:

- розроблено метод оцінки впливу конструкції системи гальмування круглов'язальної машини на ефективність її роботи та метод вибору її параметрів;
- встановлена необхідність оснащення привода круглов'язальних машин ефективною системою гальмування, здатною створювати гальмівний момент, що запобігає в'язанню неякісного трикотажного полотна;
- встановлено, що з метою підвищення ефективності роботи системи гальмування круглов'язальної машини її доцільно оснастити як мінімум двома гальмами;
- результати досліджень можуть бути використані при удосконаленні діючих та при розробці нових типів систем гальмування як круглов'язальних, так й інших типів в'язальних машин.

Література

1. Машини кругловязальные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы, 1992. – 86 с.
2. Піпа Б. Ф. Динаміка круглов'язальних машин / Б.Ф. Піпа, О.М. Хомяк, Г.І. Павленко. – К. : КНУТД. – 2005. – 294 с.
3. Піпа Б.Ф. Приводи круглов'язальних машин / Б.Ф. Піпа, О.М. Хомяк, А.І. Марченко. – К. : КНУТД. – 2007. – 400 с.
4. Чабан В.В. Приводи в'язальних машин (нові розробки та елементи розрахунків) / В.В. Чабан, Б.Ф. Піпа, О.В. Чабан. – К. : КНУТД. – 2016. – 452 с.
5. Здоренко В.Г. Зниження динамічних навантажень в приводі в'язальних машин / В.Г. Здоренко, Н.М. Защепкіна // Вісник КНУТД. – 2015. – № 6 (92). – С. 47–51.
6. Здоренко В.Г., Защепкіна Н.М. Ефективність використання відцентрової фрикційної муфти для зниження динамічних навантажень в приводі в'язальних машин / В.Г. Здоренко, Н.М. Защепкіна // Вісник КНУТД. – 2016. – № 2 (96). – С. 34–40.
7. Бронштейн И.Н. Справочник по математике / Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. – М. : Наука, 1980. – 976 с.
8. Защепкіна Н.М. Підвищення стабільності відтяжки полотна круглов'язальної машини / Н.М. Защепкіна, Б.Ф. Піпа // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – № 3. – С. 84–86.
9. Здоренко В.Г. Підвищення ефективності роботи механізму накатування полотна круглов'язальної машини / В.Г. Здоренко, О.Ю. Олійник, Б.Ф. Піпа // Вісник КНУТД. – 2014. – № 1 (75). – С. 30–35.
10. Здоренко В.Г. Аналіз впливу тертя кочення пари накатний валик-рулон на процес накатування круглов'язального полотна / В.Г. Здоренко, О.Ю. Олійник, Б.Ф. Піпа // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2014. – № 2 (49). – С. 68–72.