

УДК 677.055.5-58

ОЛІЙНИК О.Ю.<sup>1</sup>, РУБАНКА М.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

<sup>2</sup> Київський національний університет технологій та дизайну

## ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ЧАСУ ГАЛЬМУВАННЯ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

**Мета.** Розробка методу вибору раціонального часу гальмування круглов'язальних машин.

**Методика.** Використані сучасні методи досліджень процесу гальмування механічних систем з метою оцінки впливу часу гальмування круглов'язальних машин на ефективність їх роботи та на якість трикотажного полотна.

**Результати.** Встановлена необхідність оснащення привода круглов'язальних машин ефективною системою гальмування, здатною створювати необхідний гальмівний момент, що запобігає в'язанню неякісного трикотажного полотна. 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.

**Наукова новизна.** Розроблено метод вибору раціонального часу гальмування круглов'язальних машин, здатного підвищити якість в'язання трикотажного полотна.

**Практична значимість.** Запропоновано привід круглов'язальної машини з ефективною системою гальмування, що дозволяє відключати при зупинці частину обертових мас від вертикального приводного вала.

**Ключові слова:** круглов'язальна машина, привід в'язальної машини, система гальмування в'язальної машини, час гальмування в'язальної машини, вплив швидкості в'язальної машини на час її гальмування.

**Вступ.** Особливістю роботи круглов'язальних машин є обертальний рух голкового циліндра [1, 2], що вимагає відповідного ставлення до вибору раціонального часу їх гальмування, зумовленого обривом ниток, полумкою голок, платин та іншим. При цьому необхідно виходити з двох вимог, які взаємно виключають одна одну, а саме: збільшення часу гальмування машини підвищує надійність та довговічність роботи механізмів машини, зокрема механізму в'язання (зменшуються динамічні навантаження). Але при цьому збільшується кількість бракованого трикотажного полотна. Зменшення часу гальмування машини ліквідує цей недолік, однак при цьому значно збільшуються динамічні навантаження в механізмах машини [3], що призводить до їх відмов і, таким чином, зменшує ефективність роботи круглов'язальної машини. Тому проблема розробки нових та удосконалення діючих систем гальмування круглов'язальних машин є актуальною та своєчасною [4]. Ефективне вирішення цієї проблеми без удосконалення систем гальмування приводів круглов'язальних машин неможливе.

**Постановка завдання.** Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин за рахунок удосконалення систем гальмування [4], завданням досліджень є розробка методу вибору раціонального часу гальмування круглов'язальних машин в залежності від швидкісного режиму їх роботи.

**Результати дослідження.** Як відомо [4], необхідний час зупинки (гальмування) круглов'язальної машини  $t_T$  визначається з умови:

$$t_T \leq t_H, \quad (1)$$

де  $t_H$  - час, що виключає попадання кінця обірваної нитки в зону в'язання,

$$t_H = \frac{2L_H}{KV_H}; \quad (2)$$

$L_H$  - довжина відрізка нитки в зоні її заправлення між нитководом та нижнім вічком електрозупинника при обриві чи затягуванні нитки;

$K$  - коефіцієнт, що враховує можливість (зручність) з'єднання кінців обірваної нитки;

$V_H$  - швидкість споживання нитки при в'язанні трикотажу.

Згідно з [4]:

$$V_H = V_{Ц} \frac{zl}{\pi d_{Ц}}, \quad (3)$$

де  $V_{Ц}$  - лінійна швидкість голкового циліндра машини;

$z$  - кількість голок у голковому циліндрі;

$l$  - довжина петлі трикотажу;

$d_{Ц}$  - діаметр голкового циліндра.

Прийнявши  $K = 2$  і підставляючи (3) у (2), одержимо:

$$t_H = \frac{\pi d_{Ц} L_H}{V_{Ц} z l}. \quad (4)$$

З огляду на те, що

$$z = \frac{\pi d_{Ц}}{p} = \frac{\pi d_{Ц} E}{25,4}, \quad (5)$$

де  $p$  - голковий крок,  $p = \frac{25,4}{E}$ ;  $E$  - клас машини,

рівняння (4) приймає вигляд:  $t_H = \frac{25,4 L_H}{V_{Ц} E l}. \quad (6)$

Оскільки для круглов'язальних машин типу КО  $L_H = 320$  мм,  $E = 22$  [2] і прийнявши  $l = 3,59$  мм, рівняння (6) остаточно приймає вигляд ( $V_{Ц}$  у м/с):

$$t_H = \frac{0,1029}{V_{Ц}}. \quad (7)$$

Час вільного вибігу круглов'язальної машини визначається з умови (процес зупинки машини приймаємо рівномірно уповільненим):

$$t_B = \frac{J\omega}{T_C}, \quad (8)$$

де  $J$  - сумарний момент інерції обертових мас машини (приведений);

$\omega$  - кутова швидкість вала приведення (вала електродвигуна);

$T_C$  - сумарний приведений момент сил опору механізмів машини.

Прийнявши в якості вала приведення вал електродвигуна, одержимо:

$$\omega = \omega_{Цu} = \frac{2V_{Цu}}{d_{Ц}}, \quad (9)$$

де  $\omega_{Ц}$  - кутова швидкість голкового циліндра;

$u$  - передаточне число привода.

Підставляючи (9) у (8), знаходимо:

$$t_B = \frac{2JuV_{Ц}}{T_C d_{Ц}}. \quad (10)$$

Використовуючи результати досліджень [3], для круглов'язальних машин типу КО масмо:  $J = 0,085 \text{ кгм}^2$ ;  $T_C = 22,1 \text{ Нм}$ .

Тоді, з огляду на те, що для  $d_{Ц} = 450$  і  $n_{об} = 950 \text{ об/хв}$ . (частота обертання вала електродвигуна)  $u = 20,349$ , вираз (10) приймає вигляд:

$$t_B = 0,3478V_{Ц}. \quad (11)$$

З метою скорочення часу вибігу машини в роботі [5] був запропонований привід, що дозволяє відключати при зупинці круглов'язальних машин типу КО частину обертів його мас від вертикального приводного вала. У цьому випадку  $J = J' = 0,047 \text{ кгм}^2$  ( $J'$  - приведений до вала електродвигуна сумарний момент інерції механізмів в'язання і товароприйому). Тоді, використовуючи рівняння (10), час вільного вибігу машини складе:

$$t_{B1} = 0,1923V_{Ц}. \quad (12)$$

В якості можливого діапазону лінійної швидкості голкового циліндра машин типу КО з урахуванням перспектив їхнього удосконалювання [1] можна прийняти  $V_{Ц} = (0,7...2,5) \text{ м/с}$ .

Використовуючи залежності (7), (11), (12), визначаємо необхідні параметри процесу гальмування круглов'язальних машин типу КО. Результати обчислень представлені в табл. 1 і на рис. 1.

Таблиця 1

**Вплив лінійної швидкості голкового циліндра  $V_{Ц}$   
 круглов'язальної машини типу КО на параметри  $t_H$ ,  $t_B$ ,  $t_{B1}$ ,  $T_T$  і  $T_{T1}$**

$V_{Ц},$ м/с	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
$t_H, \text{ с}$	0,147	0,114	0,094	0,079	0,069	0,060	0,054	0,049	0,045	0,041
$t_B, \text{ с}$	0,243	0,313	0,383	0,452	0,522	0,591	0,661	0,73	0,8	0,869
$t_{B1}, \text{ с}$	0,135	0,173	0,211	0,25	0,288	0,327	0,365	0,404	0,442	0,481
$T_T, \text{ Нм}$	14,51	38,41	68,29	104,15	146	193,8	247,6	307,3	373,1	444,8
$T_{T1}, \text{ Нм}$	-1,86	11,36	27,9	47,7	70,8	97,3	127	160,1	196,4	236,1

Аналіз отриманих результатів свідчить про необхідність використання як у звичайному, так і в модернізованому приводі круглов'язальної машини типу КО [5] системи гальмування. При цьому величина гальмівного моменту системи гальмування може бути визначена з умови (прийнято  $t_T = t_H$ ):

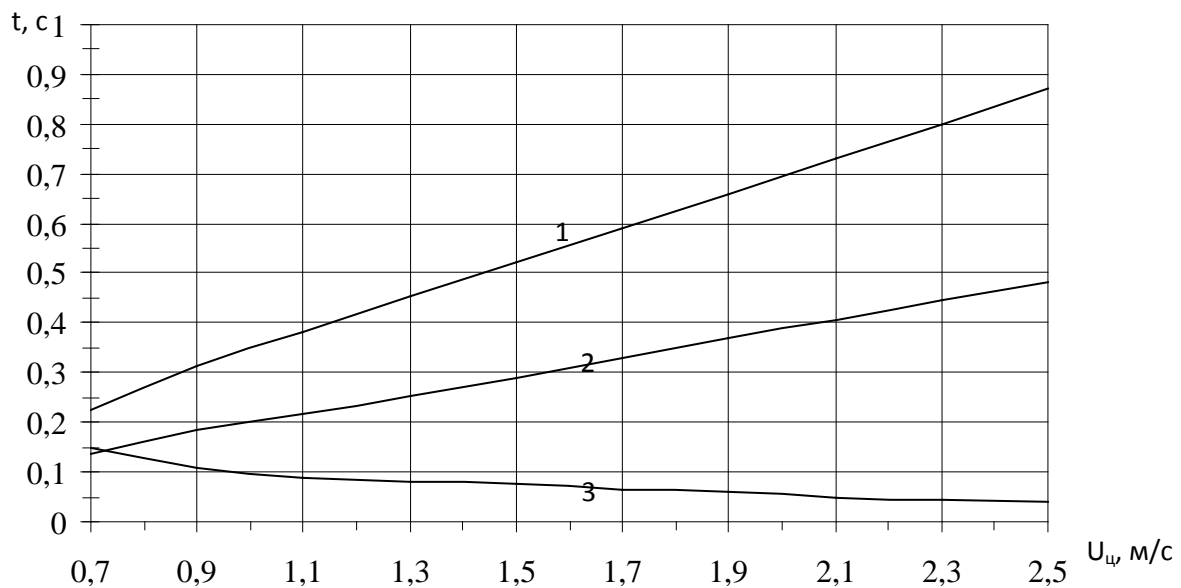


Рис. 1. Вплив лінійної швидкості голкового циліндра круглов'язальної машини типу КО на величину часу вільного вибігу машини при існуючій конструкції привода (1) і при модернізованому приводі (2) та на величину необхідного часу гальмування машини (3)

- для існуючої конструкції привода [2] (параметри приведені до вала електродвигуна,

$$\omega_{\text{де}}): \quad T_T = \frac{J\omega_{\text{де}}}{t_H} - T_C ; \quad (13)$$

- для модернізованого привода [5] (параметри, приведені до вертикального

$$\text{приводного вала):} \quad T_{T1} = \frac{J'\omega_B}{t_H} - T'_C , \quad (14)$$

де  $\omega_B$  - кутова швидкість вертикального приводного вала;

$J', T'$  - приведені до вертикального приводного вала відповідно момент інерції обертових мас машини і моменти сил опору механізмів машини з модернізованим приводом ( $T'_C = T_C$ ).

Приймаючи до уваги (7), (9) і раніше прийняті значення необхідних параметрів, рівняння (13) приймає вигляд:

$$T_T = 74,707V_u^2 - 22,1. \quad (15)$$

Для співставлення результатів  $T_T$  і  $T_{T1}$  умовно будемо вважати, що  $T_{T1}$  приведено до вала електродвигуна. Тоді:

$$T_{T1} = 41,309V_u^2 - 22,1. \quad (16)$$

Результати обчислень  $T_T(V_u)$  і  $T_{T1}(V_u)$  представлені в табл. 1 і на рис. 2.

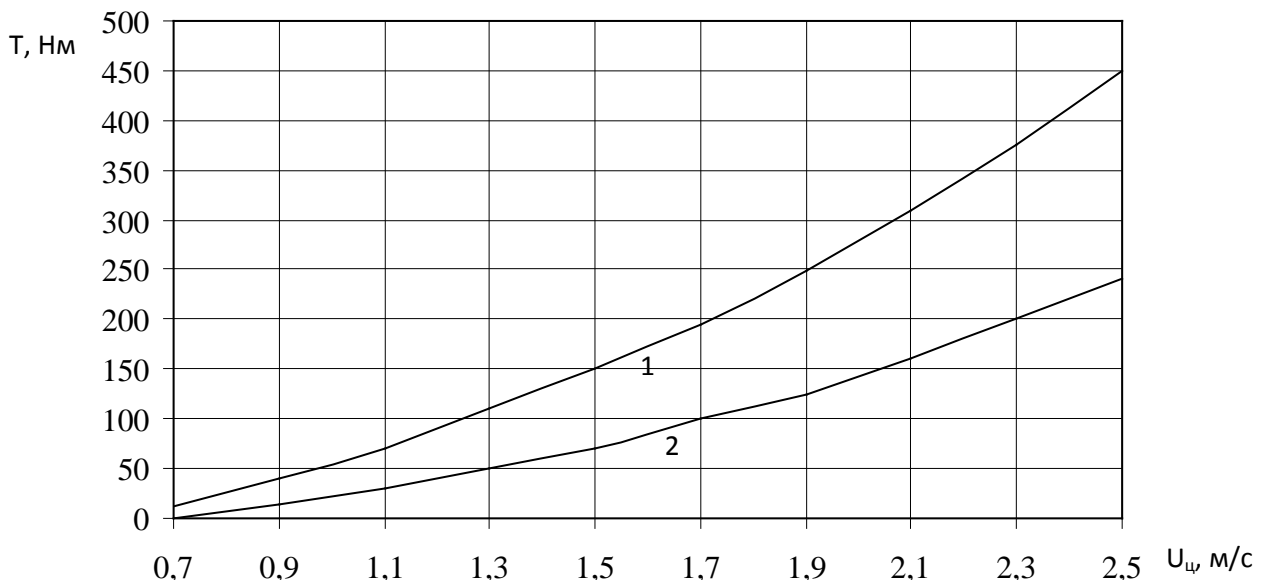


Рис. 2. Вплив лінійної швидкості голкового циліндра круглов'язальної машини типу КО на необхідну величину гальмівного моменту при існуючій конструкції привода (1) та при модернізованому приводі (2)

Визначимо припустиму лінійну швидкість голкового циліндра круглов'язальної машини, що задовольняє умові (1) при вільному вибігу (примусове гальмування відсутнє):

- для існуючої конструкції привода ( $t_T = t_B = t_H$ ; використані вирази (7), (11)):

$$V_y = 0,54 \text{ м/с};$$

- для нової конструкції привода ( $t_T = t_{B1} = t_H$ ; використані вирази (7), (12)):

$$V_y = 0,73 \text{ м/с}.$$

**Висновки.** Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок щодо доцільності вибору раціонального часу гальмування в'язальних машин. Встановлено, що оснащення привода сучасних круглов'язальних машин типу КО ( $V_y \geq 1,1 \text{ м/с}$ ) системою гальмування, здатною створювати необхідний гальмівний момент, величина якого визначається з умов (15) при існуючій конструкції привода [2] і (16) для машин з модернізованим приводом [5], дозволить запобігти в'язанню неякісного трикотажного полотна.

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.

#### Список використаних джерел

1. Хомяк О.Н. Повышение эффективности работы вязальных машин / О.Н. Хомяк, Б.Ф. Пипа. – М. : Легпромбытиздат, 1990. – 208 с.
2. Машини кругловязальные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы. 1992. – 86 с.
3. Пипа Б.Ф. Динаміка круглов'язальних машин / Б.Ф. Пипа, О.М. Хомяк, Г.І. Павленко. – К. : КНУТД, 2005. – 294 с.
4. Пипа Б.Ф. Наукові основи проектування та удосконалення систем гальмування

круглов'язальних машин / Б.Ф. Піпа, О.М. Хомяк, Г.І. Павленко. – К. : КНУТД, 2003. – 208 с.  
5. Піпа Б.Ф. Приводи в'язальних машин і автоматів з пристроями зниження динамічних навантажень / Б.Ф. Піпа, О.В. Чабан, С.В. Музичишин. – К. : КНУТД, 2015. – 280 с.

### References

1. Khomiak O.N., Pipa B.F. (1990) Povyshenie jeffektivnosti raboty vjazal'nyh mashin [Increase the efficiency of work of the circular knitting machines]. Moscow: Legprombytizdat. [in Russian]
2. Chernovcy (1992) Mashiny kruglovjazal'nye tipa KO-2. Tehnicheskoe opisanie i instrukcija po jekspluatacii [The circular knitting machines of type KO-2. Technical description and operating instructions]. [in Russian]
3. Pipa B.F., Khomiak O.M., Pavlenko H.I. (2005) Dynamika kruglov'jazal'nyh mashyn [Dynamics of the circular knitting machines]. Kyiv: KNUTD. [in Ukrainian]
4. Pipa B.F., Khomiak O.M., Pavlenko H.I. (2003) Naukovi osnovy proektuvannja ta udoskonalennja system gal'muvannja kruglov'jazal'nyh mashyn [Scientific basis of the design and improvement of braking systems of the circular knitting machines]. Kyiv: KNUTD. [in Ukrainian]
5. Pipa B.F., Chaban A.V., Muzychyshyn S.V. (2015) Pryvody v'jazal'nyh mashyn i avtomativ z prystrojamy znyzhennja dynamichnyh navantazhen' [Drives of the knitting machines with devices reduce dynamic loads]. Kyiv: KNUTD. [in Ukrainian]

## ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ТОРМОЖЕНИЯ КРУГЛОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

ОЛЕЙНИК Е.Ю.<sup>1</sup>, РУБАНКА Н.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

<sup>2</sup> *Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** *Разработка метода выбора рационального времени торможения кругловязальных машин.*

**Методика.** *Использованы современные методы исследований процесса торможения механических систем для оценки влияния времени торможения кругловязальных машин на эффективность их работы и на качество трикотажного полотна.*

**Результаты.** *Установлена необходимость оснащения привода кругловязальных машин эффективной системой торможения, способной создавать необходимый тормозной момент, предотвращающий вязание некачественного трикотажного полотна. Результаты исследований могут быть использованы при совершенствовании действующих и при разработке новых типов систем торможения как кругловязальных, так и других типов вязальных машин.*

**Научная новизна.** *Разработан метод выбора рационального времени торможения кругловязальных машин, способного повысить качество вязания трикотажного полотна.*

**Практическая значимость.** *Предложен привод кругловязальной машины с эффективной системой торможения, позволяющей отключать при остановке часть вращающихся масс от вертикального приводного вала.*

**Ключевые слова:** кругловязальная машина, привод вязальной машины, система торможения вязальной машины, время торможения вязальной машины, влияние скорости вязальной машины на время ее торможения.

## SELECTION OF A CIRCULAR KNITTING MACHINE RATIONAL BRAKING TIME

OLIINYK O.Y.<sup>1</sup>, RUBANKA M.M.<sup>2</sup>

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

2 Kyiv national university of technologies and design

**Objective.** Development of the method of rational selection of braking time for circular knitting machines.

**Method.** Modern methods of research of mechanical systems braking time were used to evaluate the impact of the circular knitting machines braking time on the efficiency of their work and on the quality of the knitted fabric.

**Results.** It was determined the necessity to equip the drive of the circular knitting machine with the effective braking system that is able to create the required braking moment, which prevents the knitting of low-quality knitted fabric. The results of the research can be used to improve existing and develop new types of braking systems for circular knitting machines, as well as for other types of knitting machines.

**Scientific novelty.** It was developed the method of selection of the circular knitting machines rational braking time that is able to improve the quality of knitting the knitted fabric.

**Practical significance.** It was proposed the type of the circular knitting machine drive with the effective braking system that allows turning off the part of rotating masses from the vertical drive shaft at a stop.

**Key words:** circular knitting machine, drive of the knitting machine, knitting machine braking system, knitting machine braking time, impact of the knitting machine speed on its braking time.