

УДК 677.055

В.Г. ЗДОРЕНКО, Н.М. ЗАЩЕПКИНА, Б.Ф. ПІПА

Київський національний університет технологій та дизайну

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МЕХАНІЗМУ ВІДТЯЖКИ ПОЛОТНА КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ НАТЯГУ ПОЛОТНА

*Розглянуто особливості проектування механізмів відтяжки полотна круглов'язальних машин. Запропонована нова конструкція механізму відтяжки полотна з електромагнітними муфтами з регульованим крутним моментом та ультразвуковим пристроєм контролю натягу полотна, здатна підвищити ефективність роботи механізму (підвищення якості полотна та довговічності роботи).*

**Ключові слова:** круглов'язальна машина, механізм відтяжки полотна, електромагнітна муфта, ультразвуковий пристрій контролю натягу полотна.

Перспективним напрямком підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин є удосконалення їх механізмів, зокрема механізму відтяжки полотна [1–3]. При цьому особливу увагу слід приділити підвищенню стабільності сили відтяжки полотна на протязі всього процесу в'язання та довговічності роботи механізму.

### **Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктом досліджень обрано механізм відтяжки полотна круглов'язальної машини. При вирішенні задач, поставлених у даній роботі, були використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії проектування в'язальних машин, теорії пружності та деталей машин, теорії систем контролю якості продукції.

### **Постановка завдання**

Враховуючи можливість підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин шляхом удосконалення механізму відтяжки полотна, стаття присвячена аналізу існуючих конструкцій механізмів, впливу їх на ефективність роботи та розробці нової конструкції механізму відтяжки полотна з використанням ультразвукового пристрою контролю натягу полотна.

### **Результати та їх обговорення**

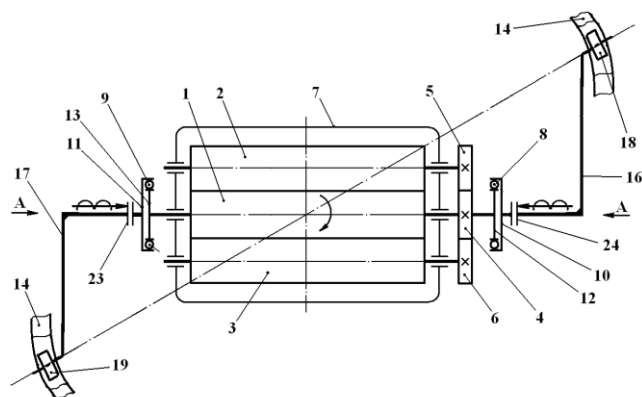
Аналіз механізмів відтяжки полотна круглов'язальних машин [3] показує, що з метою підвищення ефективності їх роботи (підвищення стабільності процесу відтяжки полотна – одного із основних показників його якості та довговічності роботи механізму) доцільно оснастити механізм відтяжки полотна системою забезпечення стабільності сили відтяжки полотна на протязі всього процесу в'язання та контролю його натягу – необхідна умова підвищення якості полотна [4].

В основу досліджень авторів поставлена задача створити таку конструкцію механізму відтяжки полотна круглов'язальної машини, в якій шляхом введення нових елементів та їх зв'язків забезпечилось би підвищення якості полотна та довговічності роботи механізму.

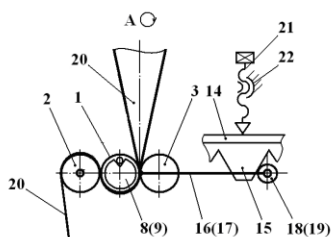
Поставлена задача вирішена тим, що механізм відтяжки полотна додатково обладнаний двома електромагнітними фрикційними муфтами з регульованим крутним моментом, кожна з яких з'єднана з відповідним кінцем ведучого відтяжного валика, та ультразвуковим пристроєм для контролю натягу полотна, з'єднаним з електромагнітними муфтами.

Запропонований авторами механізм відтяжки полотна круглов'язальної машини (рис. 1) містить ведучий 1 та два ведені 2, 3 відтяжні валики, які за допомогою зубчастої передачі, що містить

циліндричні шестерні 4, 5, 6, кінематично зв'язані між собою. Ведучий 1 та ведені 2, 3 відтяжні валики розміщені в рамі 7. Осі відтяжних валиків 1, 2, 3 розташовані паралельно в одній площині. Механізм відтяжки полотна містить також дві обгінні муфти 8, 9, кожна з яких містить відповідно ведучу 10, 11 та ведену 12, 13 напівмуфти, при цьому ведені напівмуфти 12, 13 жорстко встановлені на ведучому відтяжному валіку 1. До складу механізму відтяжки полотна кільце 14 з гірками 15 та два розташовані



Фиг.1.



Фиг.2.

Рис. 1. Кінематична схема механізму відтяжки  
полотна круглов'язальної машини

поверхневої щільності полотна (пристрій контролю якості полотна). Принцип роботи механізму відтяжки полотна такий. При вмиканні круглов'язальної машини рама 7 з відтяжними валиками 1, 2, 3 починає обертатися. При цьому ролики 18, 19 важелів 16, 17 набігають поперемінно на гірки 15 нерухомого кільця 14 і змушують важелі 16, 17 здійснювати коливальний рух, який за допомогою обгінних муфт 8, 9 приводить в обертальний рух ведучий відтяжний валік 1. Ведучий відтяжний валік за допомогою зубчастого зачеплення циліндричних шестерень 4 – 5 та 4 – 6 приводить в обертальний рух ведені відтяжні валики 2, 3 відповідно. Обертальний рух відтяжних валиків 1, 2, 3 зумовлює відтяжку полотна 20, заправленого між ними. При необхідності зміни інтенсивності відтяжки полотна, що необхідно при зміні заправки та переплетення полотна, регулювальні гвинти 21 шляхом обертання в гайках 22 змінюють положення кільця 14 по висоті, що призводить до зміни робочої висоти гірок 15, жорстко закріплених на ньому. Забезпечення стабільності зусилля відтяжки та якості (щільності) полотна здійснюється шляхом регулювання крутного моменту кожної електромагнітної муфти 23, 24 за допомогою ультразвукового пристрою контролю натягу полотна (зміна стану полотна викликає реакцію пристрою, який передає відповідний сигнал на електромагнітні муфти).

діаметрально протилежно важелі 16, 17, один кінець кожного з яких жорстко з'єднаний з ведучою напівмуфтою 10, 11 відповідно, а другий має ролик 18 (19), який знаходиться у взаємодії з кільцем 14. Між ведучим 1 та веденими 2, 3 відтяжними валиками заправлене полотно 20. До складу механізму входять також щонайменше три регулювальні гвинти 21, рівномірно розташовані по колу кільця 14 та загвинчені в нерухомі гайки 22. Механізм відтяжки полотна додатково містить дві електромагнітні фрикційні муфти 23, 24 з регульованим крутним моментом, кожна з яких з'єднана з відповідним кінцем ведучого відтяжного валіка 1. Ультразвуковий пристрій, з'єднаний з електромагнітними муфтами, служить для контролю

Величина крутного моменту електромагнітноїфрикційної муфти знаходиться із умови [5]:

$$T = \frac{F d}{2} = \frac{F_i k d}{2}, \quad (1)$$

де  $F$  – сила відтяжки полотна;

$d$  – діаметр відтяжних валиків;

$F_i$  – сила відтяжки петлі;

$k$  – кількість голок у голковому циліндрі (кількість петель полотна по його діаметру).

Сила відтяжки петлі, зумовлена пружними властивостями полотна, знаходиться із умови [6]:

$$F_i = \varepsilon ES, \quad (2)$$

де  $\varepsilon$  – відносна деформація розтягу полотна;

$E$  – модуль пружності полотна;

$S$  – площа перерізу ниток петлі.

Для кулірного покривного трикотажного полотна [7]:

$$S = 2 \left( \frac{\pi d_1^2}{4} + \frac{\pi d_2^2}{4} \right) = 0,5 \pi (d_1^2 + d_2^2), \quad (3)$$

де  $d_1, d_2$  – діаметр (товщина) відповідно ґрунтової та покривної ниток, знаходиться з умови [8]:

$$d_{1(2)} = \frac{\lambda \sqrt{T}}{31,6}, \quad (4)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт, що враховує вид матеріалу нитки;

$T$  – лінійна щільність нитки.

Використовуючи запропоновані співвідношення, знайдемо необхідний крутний момент муфти при використанні запропонованого механізму відтяжки полотна для круглов'язальної машини КО-2, для якої: діаметр голкового циліндра  $D = 450$  мм; кількість голок у голковому циліндрі  $k = 1224$ ; діаметр відтяжних валиків  $d = 51$  мм; тип полотна – кулірне покривне; заправка машини [9]: ґрунтова нитка – бавовна 18,5x1 текс, покривна нитка – віскоза 22,2 текс; модуль пружності полотна  $E = 1,524$  МПа [6]; відносна деформація розтягу полотна  $\varepsilon = 0,439$  [6].

Враховуючи, що  $\lambda_1 = 1,25$  (бавовна);  $\lambda_2 = 1,3$  (віскоза) [8], із (4) знаходимо:

$$d_1 = \frac{1,25 \sqrt{18,5}}{31,6} = 0,170 \text{ мм}; \quad d_2 = \frac{1,3 \sqrt{22,2}}{31,6} = 0,194 \text{ мм}.$$

Підставивши одержані результати та вихідні дані в рівняння (4), знаходимо:

$$S = 0,5 \pi (0,170^2 + 0,194^2) = 0,1045 \text{ мм}^2.$$

Тоді згідно з (2):

$$F_i = 7 \cdot 10^{-2} \text{ Н}.$$

Підставивши одержаний результат та вихідні дані в (1), знаходимо необхідний крутний момент муфти:

$$T = 2,18 \text{ Нм}.$$

Проведені дослідження показали, що вимірювання натягу трикотажних полотен можливо визначати опосередковано, через вимірювання поверхневої щільності [10]. Показано, що для технологічного контролю поверхневої щільності доцільно використання ультразвукового безконтактного

пристрою [11]. Проведений аналіз показав, що амплітуда сигналу на виході пристрою може бути визначена як:

$$U = \frac{k}{\sqrt{\frac{4\pi^2}{\lambda^2} + \beta^2} \cdot d}, \quad (5)$$

де  $k$  – коефіцієнт пропорційності;

$\lambda$  – довжина ультразвукової хвилі в трикотажному полотні;

$\beta$  – уявна частина хвильового числа для трикотажного полотна (коефіцієнт затухання) ;

$d$  – поверхнева щільність трикотажного полотна.

Для конкретного виду трикотажного полотна значення виразу  $\sqrt{\frac{4\pi^2}{\lambda^2} + \beta^2}$  є величиною постійною. Якщо замість відношення коефіцієнтів відбиття та проходження використати зворотне відношення коефіцієнтів проходження та відбиття, то напруга на виході пристрою  $U'$  буде прямо пропорційною поверхневій щільності трикотажного полотна:

$$U' = k' \cdot d, \quad (6)$$

де  $k'$  – коефіцієнт пропорційності.

На рис. 2 наведена структурна схема ультразвукового безконтактного пристрою для контролю натягу трикотажного полотна.

Електричні коливання з виходу генератора 1 перетворюються за допомогою генератора 2 прямокутних імпульсів та формувача 3 у радіоімпульси, які підсилюються підсилювачем 4 та поступають на ультразвуковий випромінювач 5, де перетворюються у імпульси ультразвукових коливань, що проходять повітряні проміжки, трикотажне полотно 16 та поступають на ультразвуковий приймач 6, де перетворюються у імпульси електричних коливань. Електричні коливання підсилюються підсилювачем 7 з регульованим коефіцієнтом підсилення та поступають на входи першого 8 та другого 9 ключів, на керуючі входи яких поступають прямокутні імпульси з виходу генератора 2 через перший 10 та другий 11 блоки затримки, які мають затримки відповідно  $\Delta t_1$  та  $\Delta t_2$ . При цьому  $\Delta t_1 = l_1 / c_2$  (з урахуванням того, що  $h \ll l_1$ ), де  $l_1$  – відстань між ультразвуковим випромінювачем 5 та ультразвуковим приймачем 6, а  $\Delta t_2 = (l_1 + l_2) / c_2$ , де  $l_2$  – відстань між ультразвуковим приймачем 6 та поверхнею полотна 17.

Таким чином, на виході першого ключа 8 виділяється електричний імпульс, амплітуда якого пропорційна амплітуді ультразвукового імпульсу, що пройшов скрізь полотно 17, а на виході другого ключа 9 виділяється електричний імпульс, амплітуда якого пропорційна амплітуді ультразвукового імпульсу, що пройшов скрізь полотно 17 та відбився від його поверхні (з урахуванням того, що коефіцієнт відбиття від поверхні ультразвукового приймача 6 практично дорівнює 1).

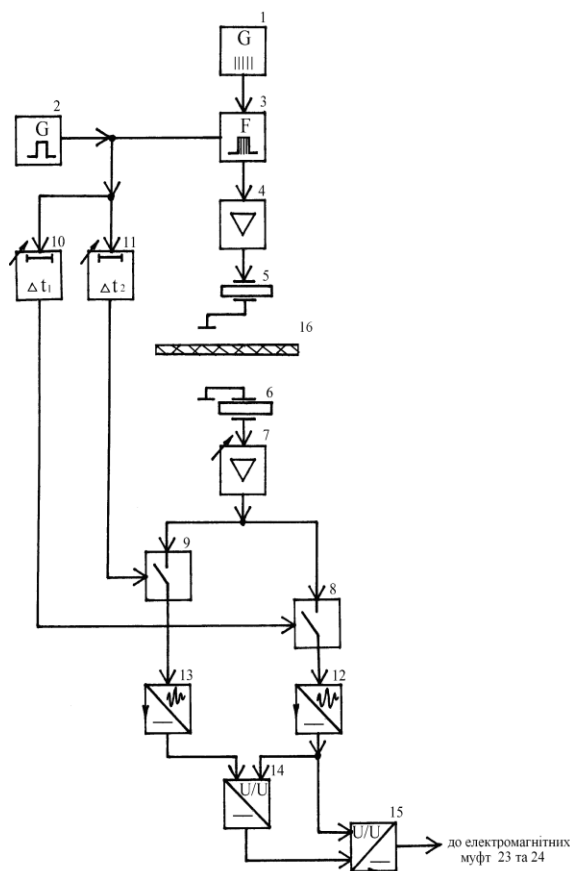


Рис. 2. Структурна схема ультразвукового пристрою для контролю натягу трикотажного полотна

- розширити технічні можливості та підвищити довговічність роботи механізму відтяжки і якість полотна за рахунок стабілізації процесу його відтяжки;
- підвищити продуктивність круглов'язальної машини за рахунок підвищення довговічності роботи механізму відтяжки полотна.

#### Список використаної літератури

1. Гарбарук В.Н. Проектирование трикожных машин. – Л.: Машиностроение, 1980. – 472 с.
2. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 208 с.
3. Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Олійник О.Ю. Механізми відтяжки та накатування полотна круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2009. – 234 с.
4. Олійник О.Ю., Пипа Б.Ф., Здоренко В.Г. Напружено-деформований стан круглов'язального полотна у ролоні//Вісник КНУТД. –2010. – № 5 (т. 2). – С.86–90.
5. Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Марченко А.І. Деталі машин. – К: КНУТД, 2011. – 358 с.

Амплітуди електричних імпульсів з виходів першого та другого 9 ключів перетворюються у постійні напруги за допомогою пікових детекторів 12 та 13 відповідно та подаються на вхід першого подільника 4, вихідна постійна напруга якого буде пропорційна ефіцієнту відбиття ультразвукового імпульсу від верхні полотна 17. Ця постійна напруга, а також постійна напруга з виходу першого пікового детектора 12 поступають на входи другого одільника 15, вихідна напруга якого пропорційна відношенню коефіцієнтів проходження та відбиття відповідно виразу (6) пропорційна поверхневій щільності трикотажного полотна 16. Таким чином, при збільшенні натягу полотна ця напруга буде зменшуватись, а при зменшенні – збільшуватись. Електрична напруга з виходу подільника 15 подається на електромагнітні муфти 23 та 24 (рис. 1), і за допомогою яких натяг трикотажного полотна 20 (рис. 1) збільшується або зменшується, що дозволяє габілізувати його поточне значення.

#### Висновки

Використання запропонованої конструкції механізму відтяжки полотна круглов'язальної машини дає можливість:

- розширити асортимент механізмів відтяжки полотна круглов'язальних машин;

6. Піпа Б.Ф., Куніна О.Ю. Вибір робочих параметрів приводу механізму відтяжки полотна круглов'язальних машин типу КО//Вісник КНУТД. – 2005. – № 4 (24). – С.7–10.
7. Далидович А.С. Основы теории вязания. – М.: Легкая индустрия, 1970. – 432 с.
8. Крассий Г.Г. Справочник трикотажника / Крассий Г.Г., Керсек В.Н., Гамрецькая В.И., Сахарная В.Я. – К.: Техніка, 1975. – 320 с.
9. Машины кругловязальные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы. 1992. – 86 с.
10. Здоренко В.Г. Технологічний контроль натягу трикотажних та тканих полотен // Матеріали 2 Міжнародної науково-практичної конференції «Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика». – Київ, 2002. – С.. 52 – 55.
11. Здоренко В.Г. Технологічний контроль поверхневої щільності текстильних матеріалів // Вісник КНУТД. – 2004. – № 3. – С. 28 – 32.

Стаття надійшла до редакції 14.01.2013

**Повышение эффективности работы механизма оттяжки полотна кругловязальной машины путем использования ультразвукового устройства контроля натяжения полотна**

Здоренко В.Г., Защепкина Н.Н., Пипа Б.Ф.

*Київський національний університет технологій та дизайну*

Рассмотрены особенности проектирования механизмов оттяжки полотна кругловязальных машин. Предложена новая конструкция механизма оттяжки полотна с электромагнитными муфтами с регулируемым крутящим моментом и ультразвуковым устройством контроля натяжения полотна, способная повысить эффективность работы механизма (повышение качества полотна и долговечности работы).

**Ключевые слова:** кругловязальная машина, механизм оттяжки полотна, электромагнитная муфта, ультразвуковое устройство контроля натяжения полотна.

**Increase of an overall performance of the takedown mechanism of the circular knitting machine by use of the ultrasonic device of control tension of a cloth**

V. Zdorenko, N. Zashchepkina, B. Pipa

*Kiev National University of Technologies and Design*

The features of designing of the takedown mechanism of the circular knitting machine are considered. The new design of takedown mechanism of the cloth with electromagnetic clutches with the adjustable twisting moment and ultrasonic device of control tension of a cloth capable is offered to raise an overall performance of the mechanism (increase of quality of a cloth and durability of work).

**Keywords:** the circular knitting machine, round frame, takedown mechanism of the cloth, electromagnetic clutch, ultrasonic device of control tension of a cloth.