

УДК 685.31

В.Ю. ЩЕРБАНЬ, Г.В. МЕЛЬНИК, Н.І. МУРЗА, А.М. КИРИЧЕНКО, М.І. ШОЛУДЬКО  
Київський національний університет технологій та дизайну

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОДАЧІ НИТОК НА ОСНОВІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ ЗАПРАВКИ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

*В роботі наведені результати досліджень з удосконалення системи подачі ниток на основі оптимізації пружної системи заправки круглов'язальних машин з парасольковим шпулярником та виносним шпулярником. На основі аналізу умов взаємодії ниток з напрямними, нитконатягувальними приладами трикотажних машин, впливу геометричної форми лінії заправки нитки на її натяг, на ЕОМ за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення, отримані значення конструктивних параметрів системи подачі нитки, які дозволяють знизити нерівномірність натягу та зменшити обривність нитки.*

*Ключові слова:* нитка, натяг, система подачі нитки, геометрична форма лінії заправки, нитконатягувальні прилади.

V.YU. SCHERBAN, G.V. MELNIK, N.I. MURZA, A.N. KIRICHENKO, M.I. SHOLUDKO  
Kyiv National University of Technologies and Design

## IMPROVEMENT OF SYSTEM OF SERVE OF FILAMENTS ON BASIS OF OPTIMIZATION OF RESILIENT SYSTEM OF PRIMING OF ROUND KNITTINGS MACHINES

*Imperfection of structural elements of the system of serve on round knittings machines results in the origin of salutatory increase of pull in the areas of contact with an uneven on a diameter filament, and it, in same queue, results in a precipice. In addition, the form of line of priming of filament on a knitting equipment influences on the increase of pull from an access point to the area of knitting. It contingently the increase of total corner of scope the filament of sending surfaces. On this basis, there is a question about optimization of form of priming line on the basis of minimization of pull before the area of knitting taking into account such real physical and mechanical properties of filament, as inflexibility on a bend, deformation in the area of contact. It is necessary to take into account the features of co-operation of filament with the structural elements of the system of serve of round knittings machines, such as a radial scope is in the area of contact, corners of scope in points an entrance and output. At the decision of this stumper, taking into account influence of many criteria, it is necessary it will be to develop the special algorithms and proper software for computer. Results are got. On the basis of analysis of flow diagrams of line of priming of filament of round knittings machines the theoretical ground of calculable chart of algorithm of successive optimization, which minimizes searches in the tree of variants, which enabled to execute calculable realization of algorithm of successive optimization which minimizes searches in the tree of variants, is first conducted. The developed algorithm allowed to decide the flat and spatial task of synthesis of the system of serve of filament on round knittings machines for the case of obstacles as verticals and circles, and software is developed for the search of optimum form of priming of filament on a round knitting machine. Practical value. The analysis of the system of serve of filament is conducted on the round knittings machines of DL – 4M, Mayer allowed to choose an optimum form and geometrical sizes of structural elements of the system of serve of filament and reduce the size of pull on 9-18% and to decrease the precipice of filament on the average on 7%.*

*Keywords:* filament, pull, system of serve of filament, geometrical form of priming line, devices for the pull of filament.

### Вступ

**Актуальність.** Недосконалість структурних елементів системи подачі на круглов'язальних машинах призводить до виникнення стрибкоподібного збільшення натягу в зонах контакту з нерівномірною за діаметром ниткою, а це, в свою чергу, призводить до обриву [1–3, 4–8]. Крім того, сама форма лінії заправки нитки на трикотажному обладнанні впливає на збільшення натягу від точки входу до зони в'язання [1, 3]. Це обумовлено збільшенням сумарного кута охоплення ниткою напрямних поверхонь [4–10].

Виходячи з цього, виникає питання про оптимізацію форми лінії заправки на основі мінімізації натягу перед зоною в'язання з урахуванням таких реальних фізико-механічних властивостей нитки [1–3, 6, 12], як жорсткість на згин, мнучкість в зоні контакту. Необхідно враховувати особливості взаємодії нитки з конструктивними елементами системи подачі круглов'язальних машин, такими як радіальне охоплення в зоні контакту, кути охоплення в точках входу та виходу [5–9]. При вирішенні цього складного питання, враховуючи його багатокритеріальність, необхідно буде розробити спеціальні алгоритми і відповідне програмне забезпечення для ЕОМ [2].

**Об'єкти і методи дослідження.** Об'єктом дослідження в роботі виступав технологічний процес в'язання трикотажного полотна. Предметом дослідження були системи подачі ниток на круглов'язальних машинах. Теоретичною основою при вирішенні науково-технічної проблеми є праці провідних вчених в галузях технології текстильного та трикотажного виробництв [1–3], текстильного матеріалознавства, механіки нитки [3], теорії пружності, математичного моделювання [2]. У теоретичних дослідженнях використано методи інтегрального та диференційного числення, теоретичної механіки, теорії механізмів та машин, опору матеріалів, планування експерименту та статистичної обробки результатів досліджень.

Експериментальні дослідження проводилися в лабораторних умовах та в умовах функціонування реального текстильного виробництва. При розробці програмного забезпечення використовувалися сучасні мови об'єктне – орієнтованого програмування.

**Практичне значення.** Удосконалення системи подачі нитки на круглов'язальних машинах з парасольковим шпулярником та виносним шпулярником ДЛ – 4М та Mayer дозволило обрати оптимальну форму та геометричні розміри структурних елементів системи подачі нитки і знизити величину натягу на 9–18% та зменшити обривність нитки в середньому на 7%.

### Постановка завдання

На базі структурного аналізу складових компонентів та геометричної форми удосконалити систему подачі ниток на основі оптимізації пружної системи заправки круглов'язальних машин, що дозволить знизити величину натягу та зменшити обривність.

### Основна частина

На рис.1 а представлена форма лінії заправки ниток круглов'язальної, двофонтурної машини ДЛ-4М, яка призначена для в'язання полотна дволастичним переплетенням, з якого виготовляють вироби білизна та спортивний одяг. На рис. 1 б представлена форма лінії заправки ниток круглов'язальної машини Мауер, яка може бути однофонтурна чи двофонтурна і включати в свою конструкцію до 114 транспортуючих нитку фідерів. Вона призначена для виготовлення трикотажних жакардових полотен, покриваючих тканин.

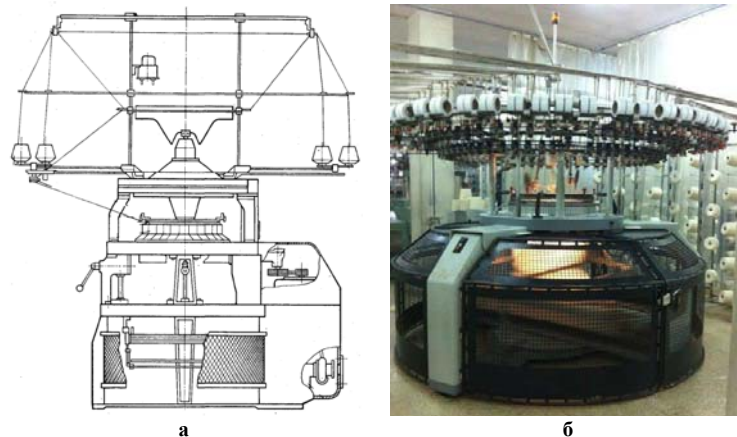


Рис. 1. Форма лінії заправки ниток круглов'язальної машини ДЛ-4М та Мауер

Лінію заправки нитки на круглов'язальній машині ДЛ-4М можна умовно розбити на 14 ділянок: 1 ділянка – від бобіни до спрямовувача нитки I; 2 ділянка – від спрямовувача нитки I до вхідного отвору контролера обриву нитки II; 3 ділянка – від вихідного отвору контролера обриву нитки III до спрямовувача нитки IV; 4 ділянка – від спрямовувача нитки IV до спрямовувача нитки V; 5 ділянка – від спрямовувача нитки V до вхідного отвору VI торцевого кронштейну пальцевого натягувача нитки; 6 ділянка – від вхідного отвору VI торцевого кронштейну пальцевого натягувача нитки до циліндричної поверхні пальцевого натягувача; 7 ділянка – від циліндричної поверхні пальцевого натягувача до вихідного отвору VII торцевого кронштейну пальцевого натягувача нитки; 8 ділянка – від вихідного отвору VII торцевого кронштейну пальцевого натягувача нитки до вхідного отвору VIII контролера обриву нитки; 9 ділянка – від вхідного отвору VIII контролера обриву нитки до вихідного отвору IX контролера обриву нитки; 10 ділянка – від вихідного отвору IX контролера обриву нитки до вертикального накопичувача нитки барабанного типу; 11 ділянка – від вертикального накопичувача нитки барабанного типу до вхідного отвору X контролера обриву нитки; 12 ділянка – від вхідного отвору X контролера обриву нитки до вихідного отвору XI контролера обриву нитки; 13 ділянка – від вихідного отвору XI контролера обриву нитки до вхідного отвору водія нитки XII; 14 ділянка – від вхідного отвору водія нитки XII до зони в'язання.

Лінію заправки нитки на круглов'язальній машині Мауер можна умовно розбити на 12 ділянок: 1 ділянка – від бобіни до вхідного отвору I фідера; 2 ділянка – від вхідного отвору I фідера до перехідного коліна фідера II; 3 ділянка – від перехідного коліна фідера II до перехідного коліна фідера III; 4 ділянка – від перехідного коліна фідера III до шайбового натягувача нитки IV; 5 ділянка – від шайбового натягувача нитки IV до вхідного отвору V спрямовувача нитки; 6 ділянка – від вхідного отвору V спрямовувача нитки до вертикального накопичувача нитки VI барабанного типу; 7 ділянка – від вертикального накопичувача нитки VI барабанного типу до вхідного отвору VII спрямовувача нитки; 8 ділянка – від вхідного отвору VII спрямовувача нитки до вхідного отвору VIII спрямовувача нитки; 9 ділянка – від вхідного отвору VIII спрямовувача нитки до вхідного отвору IX контролера обриву нитки; 10 ділянка – від вхідного отвору IX контролера обриву нитки до вихідного отвору X контролера обриву нитки; 11 ділянка – від вихідного отвору X контролера обриву нитки до вхідного отвору XI водія нитки; 12 ділянка – від вхідного отвору XI водія нитки до зони в'язання.

При проектуванні апаратів легкої промисловості виникає завдання визначення траєкторії нитки так, щоб сумарна сила тертя, яка діє на нитку, була мінімальною [1–3, 9–12]. Початкові умови завдання містять координати початкової точки (джерела) траєкторії, кінцевої точки (цілі) і координати перешкод, мимо яких повинна проходити нитка. Якщо траєкторія огинає перешкоду, виникає сила тертя, яка залежить від кута обхвату напрямної. Таким чином, завдання полягає у визначенні траєкторії з мінімальною сумою кутів обхвату ниткою напрямної [3].

Відрізками найбільшої товщини зображені перешкоди, відрізками середньої товщини відображають одну з можливих траєкторій нитки. Точки  $s$  і  $t$  відображають відповідно джерело і мету. Кожною

перешкодою  $pi$  є вертикальний відрізок і характеризується позицією точок – верхньою  $ui$  і нижньою  $li$ . Траєкторія  $T = (s, u2, l3, l5, t)$  змінює напрям руху нитки в точках  $u2, l3, l5$ . Кути зміни напрямку відповідно складають  $\alpha, \beta, \gamma$ , а оцінка цієї траєкторії, або значення цільової функції на ній складає

$$F(t) = \alpha + \beta + \gamma \tag{1}$$

Значення цільової функції на довільному шляху  $p = (vs, vL, vb., v_b., v_{k-l}, v_k)$  визначається як

$$F(p) = \sum_{i=1}^{k-1} |\alpha_i|, \tag{2}$$

де  $\alpha_i$  – кут між ребрами шляху  $p$ , які інцидентні вершині  $vi$ .

Використовуючи залежності (1) та (2) було реалізоване спеціальне програмне забезпечення. В результаті були отримані оптимальні форми лінії заправки ниток. На рис. 2 а представлена оптимальна форма лінії заправки нитки для круглов'язальної машини ДЛ-4М, а на рис. 2 б представлена оптимальна форма лінії заправки нитки для круглов'язальної машини Мауер.

Після обрання оптимальної форми лінії заправки нитки для круглов'язальних машин ДЛ-4М та Мауер визначимо зміну натягу по зонах заправки. Натяг нитки на ділянці 1, як це зазначалося для попередніх круглов'язальних машин, буде відповідати натягу, який має нитка при сході з бобіни. Взагалі ця величина має змінний характер і залежить від багатьох факторів. При розрахунках приймали  $P1 = 5$  сН.

Натяг нитки для круглов'язальної машини ДЛ-4М, при проходженні конструктивних елементів I-XII, та для круглов'язальної машини Мауер, при проходженні конструктивних елементів I-III, V, VII-XI, (різного типу спрямовувачі нитки), визначимо з рівняння

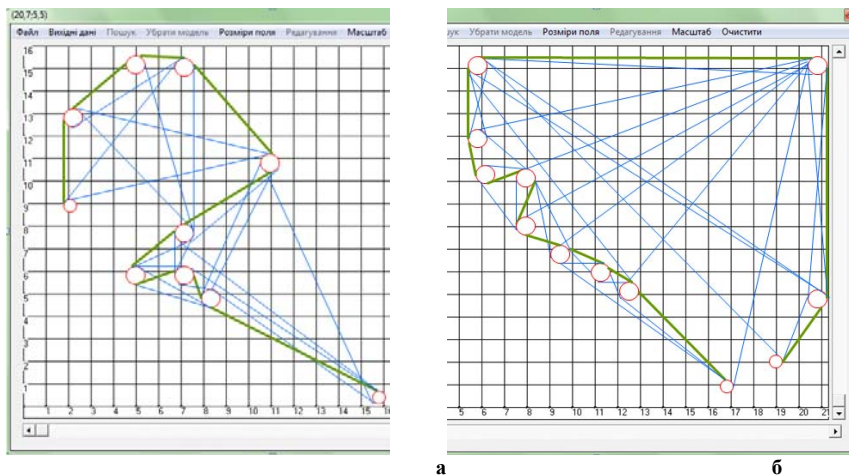


Рис. 2. Оптимальна форма лінії заправки нитки для круглов'язальної машини ДЛ-4М та Мауер

$$P_{(i+1)} = P_{(i)} \left[ I + \frac{(R_{(j)} + r)}{[R_{(j)} + r(I - \delta_{0(j)})]} \left( e^{\frac{\beta_{(j)}}{\sin \beta_{(j)}} \frac{a}{P_{(i)}^b} R_{(j)}^b \varphi_{(j)}} - I \right) \right] + \left[ \frac{(c_0 + c_1 K_r + c_2 K_r^2)}{2[R_{(j)} + r(I - \delta_{(j)})]^2} \right] - \left[ \frac{(c_0 + c_1 K_r + c_2 K_r^2)}{2[R_{(j)} + r(I - \delta_{0(j)})]^2} \right] \left[ I + \frac{(R_{(j)} + r)}{[R_{(j)} + r(I - \delta_{0(j)})]} \left( e^{\frac{\beta_{(j)}}{\sin \beta_{(j)}} \frac{a}{P_{(i)}^b} R_{(j)}^b \varphi_{(j)}} - I \right) \right], \tag{3}$$

де  $P_{(i+1)}$  – натяг нитки після  $j$  конструктивного елемента трикотажної машини;  $P_{(i)}$  – натяг нитки до  $j$  конструктивного елемента машини;  $R_{(j)}$  – радіус кривизни поверхні  $j$  конструктивного елемента трикотажної машини;  $\delta_{0(j)}$  – початкова деформація перетину нитки при набіганні на  $j$  конструктивний елемент трикотажної машини;  $\delta_{(j)}$  – кінцева деформація перетину нитки при збіганні з  $j$  конструктивного елемента трикотажної машини;  $\beta_{(j)}$  – кут радіального охоплення нитки поверхнею  $j$  конструктивного елемента трикотажної машини;  $\varphi_{(j)}$  – реальний кут охоплення ниткою  $j$  конструктивного елемента трикотажної машини.

Натяг нитки після вертикального накопичувача нитки барабанного типу машини та вертикального накопичувача нитки VI барабанного типу машини Мауер визначається різницею лінійних швидкостей подачі та споживання нитки в робочій зоні. Він має змінний, пульсуючий характер. Для розрахунків можна вважати його близьким до натягу на ділянці 1 [1, 3].

Натяг нитки на ділянці 7 після огинання циліндричної поверхні пальцевого натягувача на трикотажній машині ДЛ-4М можна визначити за формулою [1, 3]

$$P_{dl7} = P_{dl6} e^{2\pi k l \sin \varphi_{dl7}}, \tag{4}$$

де  $P_{dl7}$  – натяг нитки перед циліндричною поверхнею пальцевого натягувача;  $P_{dl6}$  – натяг нитки після циліндричної поверхні пальцевого натягувача;  $k1$  – кількість повних обертів нитки навколо циліндричної поверхні пальцевого натягувача;  $\varphi_{dl1}$  – кут нахилу нитки до осі пальцевого натягувача.

Натяг нитки після проходження шайбового натягувача IV трикотажної машини Мауер можна визначити за формулою [3]

$$P_{ma5} = P_{ma4} e^{\mu_2 \alpha_{maIV}} + \frac{\mu_1 N (1 + e^{\mu_2 \alpha_{maIV}})}{[1 + \sin(\frac{\alpha_{maIV}}{2} - \arcsin \frac{r}{R})]}, \quad (5)$$

де  $P_{ma5}$  – натяг нитки після шайбового натягувача IV;  $P_{ma4}$  – натяг нитки до шайбового натягувача IV;  $\mu_1$  – коефіцієнт тертя між ниткою та поверхнею шайб;  $\mu_2$  – коефіцієнт тертя між ниткою та циліндричною поверхнею стрижня, на який одягнені шайби;  $N$  – сила нормального тиску шайб на нитку в точках контакту;  $r$  – радіус стрижня;  $R$  – радіус контактного кола;  $\alpha_{maIV}$  – кут охоплення ниткою стрижня.

Використовуючи залежності (3) та (4) була отримана діаграма зміни відносного натягу нитки для круглов'язальної машини ДЛ–4М по зонах заправки, яка представлена на рис.3 а. Аналіз діаграми показав, що до вертикального накопичувача нитки барабанного типу натяг зростає за рахунок взаємодії нитки з поверхнями конструктивних елементів системи заправки. Після проходження вертикального накопичувача нитки барабанного типу натяг починає знову зростати і досягає свого максимуму в зоні в'язання. Максимальне значення складає майже 3,4 перед 11 зоною. Виходячи з цього можна стверджувати, що накопичувач нитки барабанного типу, виконуючи свою функцію по зменшенню натягу, не виключає можливості обриву на ділянці між 1 та 10 зонами, як це видно з рис. 3 а. Використовуючи алгоритм та програмне забезпечення, які розглядалися в другому розділі, нами отримана оптимальна форма лінії заправки нитки для круглов'язальної машини ДЛ–4М, яка наведена на рис.3 б. Аналіз результатів по визначенню зміни відносного натягу нитки по зонах показав, що тенденція зберігається як і у випадку до оптимізації. Проте значення відносного натягу значно зменшилися. Так, у 10 зоні відносний натяг вже склав 2,7, що майже на 9% менше ніж у випадку до оптимізації. Проведені дослідження дозволили обрати оптимальну форму та геометричні розміри структурних елементів системи подачі нитки для круглов'язальної машини ДЛ–4М і знизити нерівномірність натягу для бавовняної пряді 27,6 текс з 9,3 сН до 8,5 сН (зменшення натягу на 9 %).

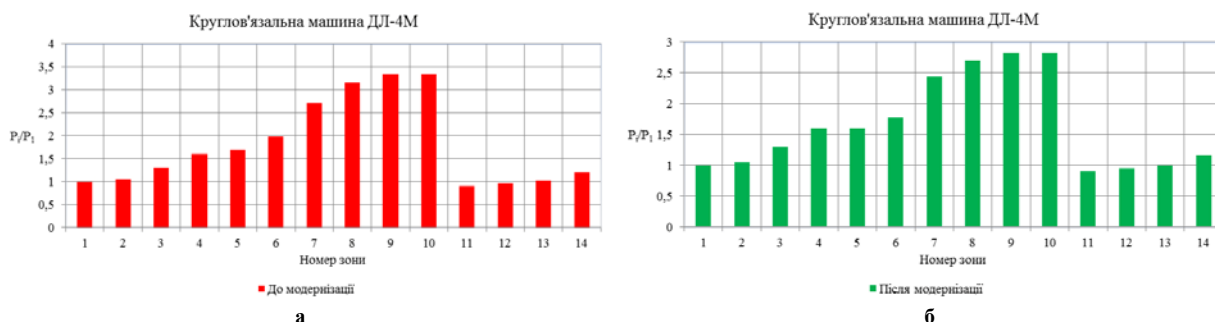


Рис. 3. Діаграма зміни відносного натягу нитки по зонах заправки круглов'язальної машини ДЛ–4М

Використовуючи залежності (3) та (5) була отримана діаграма зміни відносного натягу нитки по зонах заправки, яка представлена на рис.4 а. Аналіз діаграми показав, що до вертикального накопичувача нитки VI барабанного типу натяг зростає за рахунок взаємодії нитки з поверхнями фідерів та конструктивних елементів системи заправки. Після проходження вертикального накопичувача нитки VI барабанного типу круглов'язальної машини Мауер натяг починає знову зростати і досягає свого максимуму в зоні в'язання. Максимальне значення відносного натягу складає майже 3,8 перед 7 зоною. Виходячи з цього можна стверджувати, що накопичувач нитки VI круглов'язальної машини Мауер, виконуючи свою функцію по зменшенню натягу, не виключає можливості обриву на ділянці між 1 та 6 зонами. Аналіз результатів по визначенню зміни відносного натягу нитки по зонах після оптимізації показав, що тенденція зберігається як і у випадку до оптимізації. Проте значення відносного натягу значно зменшилися. Так у 6 зоні відносний натяг вже склав 3,4, що майже на 9% менше ніж у випадку до оптимізації. Проведені дослідження дозволили обрати оптимальну форму (рис. 4 б) та геометричні розміри структурних елементів системи подачі нитки для круглов'язальної машини Мауер і знизити нерівномірність натягу для бавовняної пряді 27,6 текс з 8,6 сН до 7,8 сН (зменшення натягу на 8,5%).

#### Висновки

На основі аналізу структурних схем ліній заправки нитки круглов'язальних машин вперше проведено теоретичне обґрунтування обчислювальної схеми алгоритму послідовної оптимізації, що мінімізує пошуки в дереві варіантів, що дало змогу виконати обчислювальну реалізацію алгоритму послідовної оптимізації, що мінімізує пошуки в дереві варіантів.

Розроблений алгоритм дозволив вирішити плоску та просторову задачу синтезу системи подачі нитки на круглов'язальних машинах для випадку перешкод у вигляді вертикальних ліній та кіл, та

розроблено програмне забезпечення для пошуку оптимальної форми заправки нитки на круглов'язальній машині.

Практичне значення. Проведений аналіз системи подачі нитки на круглов'язальних машинах ДЛ – 4М, Мауер дозволив обрати оптимальну форму та геометричні розміри структурних елементів системи подачі нитки і знизити величину натягу на 9–18% та зменшити обривність нитки в середньому на 7 %.

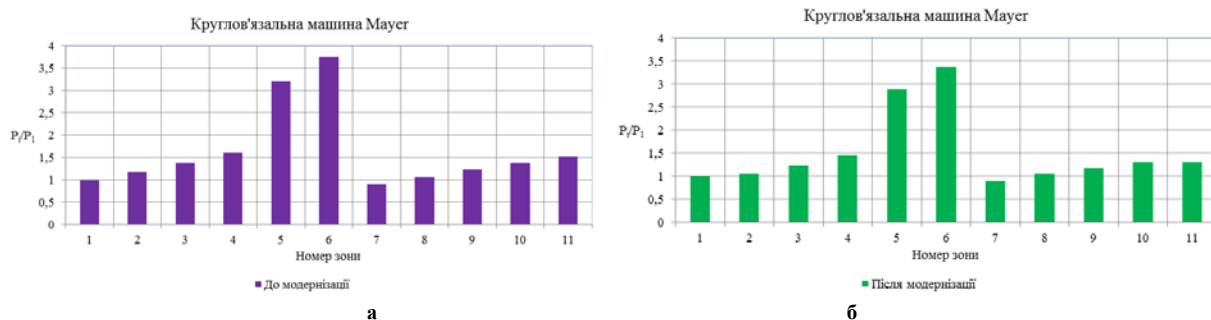


Рис. 4. Діаграма зміни відносного натягу нитки по зонах заправки круглов'язальної машини Мауер

### Література

1. Щербань В.Ю. Алгоритмічні, програмні та математичні компоненти САПР в індустрії моди / В.Ю. Щербань, О.З. Колиско, М.І. Шолудько, В.Ю. Калашник. – К. : Освіта України, 2017. – 745 с.
2. Щербань В. Ю. Математичні моделі в САПР. Обрані розділи та приклади застосування / В. Ю. Щербань, С. М. Красницький, В. Г. Резанова. – К. : КНУТД, 2011. – 220 с.
3. Щербань В.Ю. Механіка нитки / В.Ю. Щербань. – К. : Освіта України, 2018. – 533 с.
4. Щербань В.Ю. Визначення приведенного коефіцієнту тертя для кільцевих та трубчатих спрямовувачів нитки трикотажних машин / В.Ю. Щербань, Н.І. Мурза, А.М. Кириченко, М.І. Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2017. – № 6(255). – С. 23–27.
5. Щербань В.Ю. Визначення натягу нитки при її взаємодії з трубчастими спрямовувачами / В.Ю. Щербань, Н.І. Мурза, А.М. Кириченко, М.І. Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2018. – № 1 (257). – С. 213–217.
6. Щербань В.Ю. Оптимізація процесу взаємодії нитки з напрямними з урахуванням анізотропії фрикційних властивостей / В.Ю. Щербань, М.І. Шолудько, О.З. Колиско, В.Ю. Калашник // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – № 3(225). – С. 30–33.
7. Щербань В.Ю. Дослідження впливу матеріалу нитки і анізотропії тертя на її натяг і форму осі / В.Ю. Щербань, В.Ю. Калашник, О.З. Колиско, М.І. Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – № 2(223). – С. 25–29.
8. Колиско М.І. Визначення впливу змінання та жорсткості на згин на натяг нитки при її взаємодії з циліндричною напрямною / М.І. Колиско, В.Ю. Щербань // Вісник ХНУ. – 2013. – № 6. – С. 10–13.
9. Щербань В.Ю. Порівняльний аналіз роботи нитконатягувачів текстильних машин / В.Ю. Щербань, Н.І. Мурза, А.М. Кириченко, М.І. Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2016. – № 6(243). – С. 18–21.
10. Щербань В.Ю. Ефективність роботи компенсаторів натягу нитки трикотажних машин / В.Ю. Щербань, Н.І. Мурза, А.М. Кириченко, М.І. Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2017. – № 1(245). – С. 83–86.
11. Scherban V. Interaction yarn guide surface / V. Scerban, M. Sholudko, V. Kalashnik, O. Kolisko // Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May 2015. – Volume 4. – Number 3. – pp. 10–15.
12. Щербань В.Ю. Взаємодія текстильних ниток з напрямними великої кривини у випадку наявності радіального охоплення / В.Ю. Щербань, Н.І. Мурза, А.М. Кириченко, Г.В. Мельник, М.І. Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2018. – № 2 (259). – С. 12–16.

### References

1. Scherban V.Yu. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry / V.Yu.Scherban, O.Z.Kolisko, M.I.Sholudko, V.Yu.Kalashnik. - K.: Education of Ukraine, 2017. - 745 p.
2. Scherban V. Yu. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application / V. Yu. Scherban, S. M. Krasnitsky, V. G. Rezanov. - K.: KNUITD, 2011. - 220 p.
3. Scherban V.Yu. Mechanics of Threads/ V.Yu.Scherban. -K.: Formation of Ukraine, 2018.- 533 p.
4. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Melnik G.V., Sholudko M.I. Determination of friction coefficient factor for rings and tubular trailers of thread of knitted machines. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2017.Volume 255. Issue 6. pp.23-27.
5. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Melnik G.V., Sholudko M.I. Determination of tension at its interaction with tubular guides. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2018.Volume 257. Issue 1. pp.213-217.



6. Scherban V.Yu., Sholudko M.I., Kolisko O.Z., Kalashnik V.Yu. Optimization of the process of interaction of a thread with guides, taking into account the anisotropy of frictional properties. *Khmelnitskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2015. Volume 225. Issue 3. pp.30-33.*
7. Scherban V.Yu., Kalashnik V.Yu., Kolisko O.Z., Sholudko M.I. Investigation of the influence of the thread material and the anisotropy of friction on its tension and the shape of the axis. *Khmelnitskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2015. Volume 223. Issue 2. pp.25-29.*
8. Kolisko M.I., Scherban V.Yu.. Determination of the effect of folding and stiffness on the bend on the tension of the thread when it interacts with the cylindrical guide. *Khmelnitskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2013. Issue 6. pp.10-13.*
9. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Sholudko M.I. Comparative analysis of work of natyazhiteley of filament of textile machines. *Khmelnitskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2016. Volume 243. Issue 6. pp.18-21.*
10. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Sholudko M.I. Overall performance of compensators of the filament of knitted cars. *Khmelnitskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2017. Volume 245. Issue 1. pp.83-86.*
11. Scherban V. Interaction yarn guide surface/V.Scherban, M. Sholudko, V. Kalashnik, O. Kolisko//Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May 2015. – Volume 4.- Number 3. – pp. 10-15.
12. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Melnik G.V., Sholudko M.I. Co-operating of textile filaments with sending large curvature in the case of presence of radial scope. *Khmelnitskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2018. Volume 259. Issue 2. pp.12-16.*

Рецензія/Peer review : 24.05.2018 р.

Надрукована/Printed : 12.07.2018 р.  
Рецензент: д.т.н., проф. В.Г. Здоренко