МАШИНОЗНАВСТВО ТА ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ

УДК 685.31

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

ВИКОРИСТАННЯ РЕКУРСИВНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ НИТОК В РОБОЧІЙ ЗОНІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

В роботі наведені результати досліджень з визначення натягу в робочій зоні технологічного обладнання. Під робочою зоною мається на увазі зона в'язання, формування тканини, зона з'єднання матеріалів на швейній машині та інші. Використання рекурсивного підходу дозволяє послідовно визначати натяг ниток після кожного елементу системи подачі нитки по глибині її заправки з урахуванням умов взаємодії. Вихідний натяг нитки після взаємодії з напрямним елементом чи натягувачем для наступного елементу системи подачі нитки буде вхідним. Виконуючи послідовний перехід, можна визначати натяг в робочій зоні з урахуванням умов взаємодії нитки по всіх зонах технологічного обладнання.

Ключові слова: нитка, система подачі нитки, напрямні елементи, натягувачі нитки.

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

USE OF RECURSIVE APPROACH FOR DETERMINATION OF PULL OF FILAMENTS IN WORKING ZONE OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

The improvement of technological equipment must be based on realization of complex theoretical and experimental researches of terms of work of separate knots in the process of implementation of technological process. The system of serve of filaments plays a very important value in this process. It is related to that over imperfection of construction of the system of serve of filament brings to the height of her pull and origin of precipices. The decision of question of improvement of the system of serve of filaments on the technological machines of textile and sewing industry needs to be carried out in two directions: improvement of form of line of priming of filament, analysis of terms of co-operation of filament with structural elements that is included in the system of serve of filament (guiders of filament, devices for the pull of filament) and, on the base of it, optimization of maximum terms on an entrance and exit from these elements of such parameters as corners of scope of directing surfaces, radiuses of curvature of these surfaces. During realization of these researches after the first direction it is necessary line of priming of filament in the system of serve to break up on characteristic areas that plug in itself corresponding structural elements. For most technological machines of textile and sewing industry these areas will have similar character and will differ only by an amount and types of structural elements. Thus, a theme of the article is actual, that matters for the increase of the productivity technological equipment and quality of products that is produced. Objects and methods of research. The systems of serve of filaments on the technological machines of textile and sewing industry provide a necessary pull in a working zone. They include for itself separate knots for moving and accumulation of filament, structural elements that provide the construction of line of priming of filament on a technological equipment and grant of filament of corresponding pull. The technological processes of textile and sewing industry come forward as objects of research, where processing of filaments comes true. Theoretical and experimental researches, that are based on the use of textile materials, mechanics of filament, theory of resiliency, mathematical design, methods of theory of algorithms, analytical geometry, planning of experiment and statistical treatment of results of researches, come forward as basic methods of research. For software development modern languages were used objective - the oriented programming. Practical significance. Improvement of the system of serve of filaments on technological machines of textile and sewing industry allows to minimize their pull in a working zone, to decrease precipices, that has an important value for the improvement of technological processes from position of increase of the productivity of technological equipment and quality of products that is produced.

Keywords: filament, system of serve filaments, directing elements, devices for the pull of filament.

Вступ

Актуальність. Удосконалення технологічного обладнання повинно базуватися на проведенні комплексних теоретично-експериментальних досліджень умов праці окремих вузлів в процесі виконання технологічного процесу [1–4, 5, 9]. Система подачі ниток відіграє в цьому процесі дуже важливе значення. Це пов'язано з тим, що недосконаліcть конструкції системи подачі нитки призводить до зростання її натягу і, як наслідок, виникнення обривів [1, 3, 6–11]. Вирішення питання удосконалення системи подачі ниток на технологічних машинах текстильної та швейної промисловості потрібно здійснювати у двох напрямках: удосконалення форми лінії заправки нитки, аналіз умов взаємодії нитки з конструктивними елементами, які входять в систему подачі нитки (спрямовувачі нитки, пристрої для натягу нитки) та, на базі цього, оптимізація граничних умов на вході та виході з цих елементів таких параметрів як кути охоплення направляючих поверхонь, радіуси кривизни цих поверхонь [1, 3, 5, 6, 7–11]. При проведенні цих досліджень за першим напрямом необхідно лінію заправки нитки в системі подачі розбивати на характерні ділянки, які включають в себе відповідні конструктивні елементи. Для більшості технологічних машин текстильної та швейної промисловості ці ділянки будуть мати подібний характер і відрізнятимуться тільки кількістю і видами конструктивних елементів [1, 3, 9, 11]. Таким чином, тема статті є актуальною, яка має значення для підвищення продуктивності технологічного обладнання та якості продукції, що випускається.

Об'єкти і методи дослідження. Системи подачі ниток на технологічних машинах текстильної та швейної промисловості забезпечують необхідний натяг в робочій зоні [1–3, 5–10]. Вони включають в себе окремі вузли для переміщення та накопичування нитки, структурні елементи, які забезпечують побудову лінії заправки нитки на технологічному устаткуванні та надання нитці відповідного натягу [2, 3–6]. В якості об'єктів дослідження виступають технологічні процеси текстильної та швейної промисловості, де здійснюється переробка ниток. Основними методами дослідження виступають теоретичні та експериментальні дослідження, які базуються на використанні текстильного матеріалознавства, механіки нитки, теорії пружності, математичного моделювання, методів теорії алгоритмів, аналітичної геометрії, планування експерименту та статистичної обробки результатів досліджень. При розробці програмного забезпечення використовувалися сучасні мови об'єктне – орієнтованого програмування [1–3, 8–11].

Практичне значення. Удосконалення системи подачі ниток на технологічних машин текстильної та швейної промисловості дозволяє мінімізувати їх натяг в робочій зоні, зменшити обриви, що має важливе значення для удосконалення технологічних процесів з позиції підвищення продуктивності технологічного устаткування та якості продукції, що випускається [1–3, 5–8].

Постановка завдання

На базі рекурсивного підходу розробити моделі для визначення натягу нитки в робочій зоні технологічних машин текстильної та швейної промисловості з урахуванням їх реальних фізико – механічних властивостей, структури та умов переробки на технологічному обладнанні.

Основна частина

Загальна схема системи подачі нитки представлена на рис. 1. Кількість конструктивних елементів в системі подачі нитки технологічної машини j=1…n1. Кількість ділянок між конструктивними елементами $i = n1-1$. Конструктивні елементи системи подачі нитки поділяються на елементи зі змінними параметрами v_j (пристрої для натягу нитки, елементи компенсаторів натягу та ін.) та на елементи, в яких параметри залишаються постійними (кільцеві спрямовувачі, циліндричні спрямовувачі нитки та ін.).

Виходячи з рекурсивного підходу для визначення натягу нитки в робочій зоні вихідна система рівнянь буде мати вигляд

$$\begin{gathered} P_1 = f_1(z_0\ ,P_0), \\ P_2 = f_2(z_0,z_1,P_0,P_1), \\ .... \\ P_{i-1} = f_{i-1}(z_0,z_1,....z_{i-1},P_0,P_1,...P_{i-1}), \\ P_i = f_i(z_0,z_1,....z_{i-1},z_i,P_0,P_1,...P_{i-1},P_i), \\ P_{i+1} = f_i(z_0,z_1,....z_{i-1},z_i,z_{i+1},P_0,P_1,...P_{i-1},P_i,P_{i+1}), \end{gathered} \tag{1}$$

де $z_0,z_1,....z_{i-1},z_i,z_{i+1}$ – параметри, для відповідного конструктивного елементу системи подачі нитки.

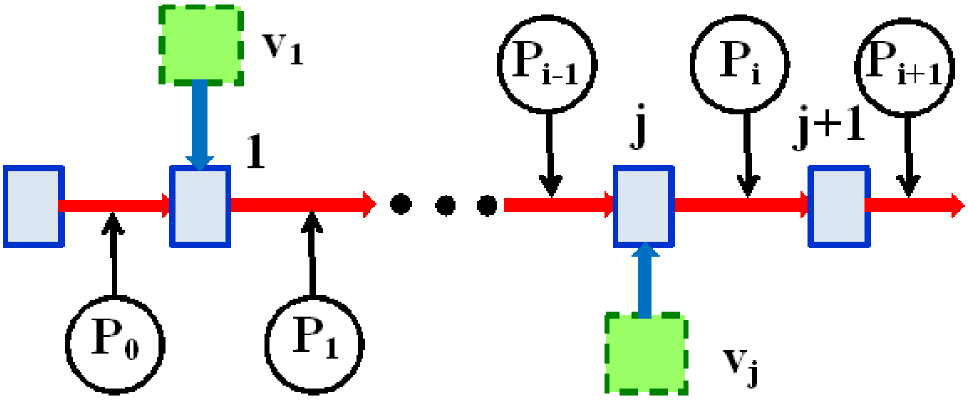

Рис. 1. Структурна схема системи подачі нитки на технологічному обладнанні

Розглянемо декілька конкретних випадків. На рис. 2 представлені структурні схеми швейної машини (рис. 2а), ткацького верстата (рис. 2б) та круглов'язальної машини (рис. 2в).

Для швейної машини (рис. 2а) нитка після проходження кільцевого спрямовувача 1 потрапляє в шайбовий пристрій 2 для натягу нитки зі змінними параметрами v_1. Після цього огинає отвір притягувача нитки 3, кільцеві спрямовувачі 4, 5 та потрапляє в отвір голки 6.

Для ткацького верстата (рис. 2б) нитки основи огинають поверхню скала 1, циліндричні напрямні 2 пристрою для контролю за обривом нитки, отвір галева ремізної рамки 3. Змінним параметром v_1 тут виступає кут охоплення ниткою основи поверхні отвору галева ремізної рамки.

Для круглов'язальної машини (рис. 2в) нитка від бобіни проходить крізь кільцевий спрямовувач 1, контролер обриву нитки 2, кільцевий спрямовувач 3 та потрапляє до вхідного отвору 4 на поверхні рухомої рейки механізму розкладання нитки. Далі огинаючи циліндричний транспортуючий барабан 5 поступає до вихідного отвору 6 на поверхні рухомої рейки механізму розкладання нитки. Далі через контролер обриву нитки 7 потрапляє до вхідного отвору 8 водія нитки. Змінними параметрами v_1 та v_2 тут виступає кут охоплення ниткою вхідного та вихідного отвору рухомої рейки механізму розкладання нитки.

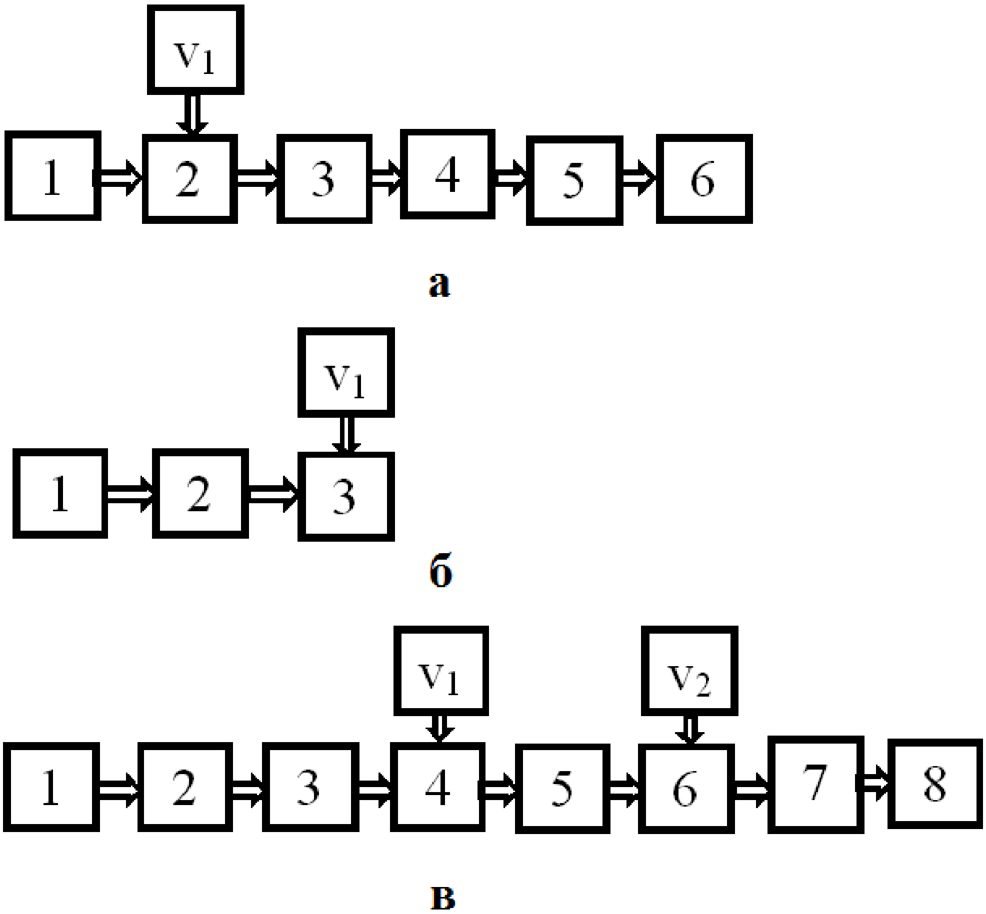

Рис. 2. Структурні схеми швейної машини, ткацького верстата, круглов'язальної машини

Використовуючи рекурсивний підхід можна визначити натяг нитки після кожного структурного елементу [1, 3, 5, 6, 10] в структурних схемах на рис. 2

$$P_{i+1} = P_i[1+\frac{(R_j+r)}{[R_j+r(1-\delta_{0j})]}(e^{\frac{\beta_j}{\sin\beta_j}\frac{a}{P_i^b}R_j{}^b\phi_j}-1)]+ \\ +\left[\frac{B}{2[R_j+r(1-\delta_j)]^2}\right]-\left[\frac{B}{2[R_j+r(1-\delta_{0j})]^2}\right]\times \\ \times[1+\frac{(R_j+r)}{[R_j+r(1-\delta_{0j})]}(e^{\frac{\beta_j}{\sin\beta_j}\frac{a}{P_i^b}R_{ms(j)}{}^b\phi_j}-1)], \qquad (2)$$

де P_{i+1} – натяг нитки після j конструктивного елементу; P_i – натяг нитки до j конструктивного елементу; R_j – радіус кривизни поверхні j конструктивного елементу; δ_{0j} – початкова деформація перетину нитки при набіганні на j конструктивний елемент; δ_j – кінцева деформація перетину нитки при збіганні з j конструктивного елементу; β_j – кут радіального охоплення нитки поверхнею j конструктивного елементу; φ_j – реальний кут охоплення ниткою j конструктивного елементу. Сумісне рішення системи рівнянь (1) та (2) дозволяє визначити значення натягу нитки в робочій зоні.

Експериментально безпосередньо визначити натяг нитки в робочій зоні дуже проблематично [1–3]. Використання рекурсивного підходу дозволяє виконати це з використанням активного планування експерименту та регресійного аналізу. Визначаючі діапазон зміни натягу нитки до та після конструктивного елементу, його радіус кривини та кут охоплення його ниткою розробляємо план експерименту. Його реалізація дозволяє отримати рівняння регресії для визначення натягу після кожного структурного елементу у вигляді

$$P_{i+1} = b_0 + b_1x_{i1} + b_2x_{i2} + b_3x_{i3} + b_{12}x_{i1}x_{i2} + b_{13}x_{i1}x_{i3} + b_{23}x_{i2}x_{i3} + \\ + b_{11}x_{i1}^2 + b_{22}x_{i2}^2 + b_{33}x_{i3}^2 \qquad (3)$$

де x_{i1} – величина натягу до структурного елементу; x_{i2} – радіус напрямної поверхні структурного елементу; x_{i3} – значення кута охоплення ниткою напрямної; b_0 , b_1 , b_2 , b_3 , b_{12} , b_{23} , b_{11} , b_{22} , b_{33} –

коефіцієнти в рівнянні регресії (3).

Для реалізації цього в роботі була використана експериментальна установка, основний вимірювальний блок якої представлений на рис. 3.

Рис. 3. Вимірювальний блок експериментальної установки

На прикладі безчовникового ткацького верстата для тканини шотландка з бавовняної пряжі кардного способу 18.5х2 Текс були отримані наступні рівняння регресії (рис. 2б)

$$P_1 = 0.02 + 0.91P_0 + 0.01R_1 + 0.01P_0\phi_1, \quad (4)$$

$$P_2 = 1.28 + 0.99P_1 - 0.32R_2 - 0.001\phi_2 + 0.003P_1\phi_2 + \\ + 0.001R_2\phi_2 + 0.02R_2^2, \quad (5)$$

$$P_3 = 2.86 + 1.08P_2 - 4.21R_3 + 0.004\phi_3 + 0.002P_2\phi_3 - \\ - 0.05P_2R_3 + 2.02R_3^2 \quad (6)$$

Використовуючи регресійні залежності (4)–(5) були визначені значення натягу ниток основи в робочій зоні перед зоною формування тканини для різних моментів процесу утворювання тканини, які представлені на рис. 4. Значення деформації ниток основи при утворюванні зіву, прибої і відведенні тканини враховувалося величиною вхідного натягу перед механізмом скала (рис. 2б).

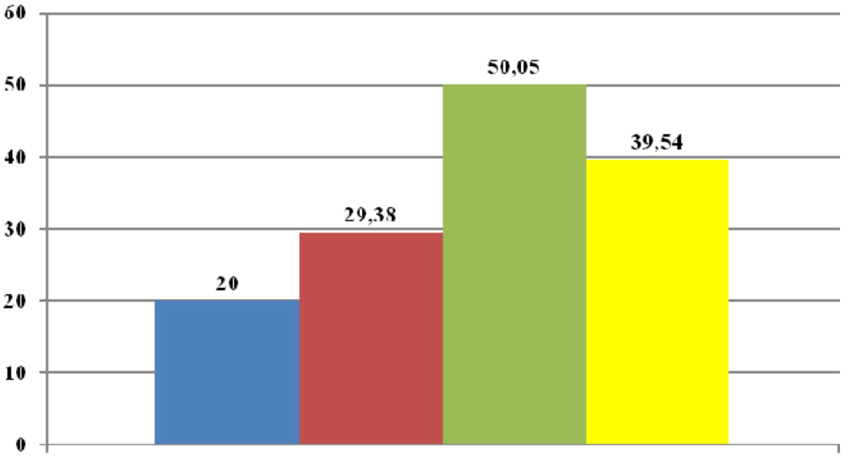

Рис. 4. Гістограми натягу ниток основи перед зоною формування тканини: ■ **– заправний натяг ниток основи;** ■ **– натяг ниток основи в момент заступу;** ■ **– натяг ниток основи при повному відкритті зіву;** ■ **– натяг ниток основи в момент прибою**

Висновки

На основі рекурсивного підходу розроблені математичні моделі для визначення натягу нитки в робочій зоні з урахуванням їх реальних фізико-механічних властивостей, структури та умов переробки на технологічному обладнанні.

На основі регресійного аналізу даних експериментальних досліджень, з використанням рекурсивного підходу, розроблені моделі для визначення натягу нитки в робочій зоні на технологічних машинах текстильної та швейної промисловості. На основі теоретично-експериментальних досліджень отримані залежності для натягу ниток основи на ткацькому верстаті.

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. Краснитський, В. Г. Резанова. – К. : КНУТД, 2011. – 220 с.

3. Щербань В.Ю. Механика нити / В.Ю. Щербань, О.Н. Хомяк, Ю.Ю. Щербань. – К. : Бібліотека офіційних видань, 2002. – 196 с.

4. Щербань В.Ю. Визначення приведеного 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. Калачник // 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 зминання 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.

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.: KNUTD, 2011. - 220 p.

3. Scherban V.Yu. Mechanics of Threads / V.Yu. Scherban, O.N. Khomyak, Yu.Yu. Scherban. - K .: Library of Official Publications, 2002. - 196 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. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. Khmelnitskyi. 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. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. Khmelnitskyi. 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. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 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 axisю. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 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. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2013. Issue 6. pp.10-13.

9. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Sholudko M.I. Comparativec analysis of work of natyazhiteley of filament of textile machines. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 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. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2017. Volume 245. Issue 1. pp.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.

Рецензія/Peer review : 12.03.2018 р. Надрукована/Printed :10.05.2018 р.
Рецензент: д.т.н., проф. В.Г. Здоренко