

СТРУКТУРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ РЕКУРСІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗУСИЛЬ

В роботі наведена структура комп'ютерної програми реалізації алгоритму рекурсії для визначення технологічних зусиль. Представлена блок-схема програми для визначення технологічних зусиль на текстильних, трикотажних та швейних машинах для широкого спектру ниток та пряжі. В комп'ютерній програмі закладена можливість зміни швидкості руху нитки, довжини лінії пружної системи заправки, перетину нитки, її вхідного натягу, матеріалу направляючих поверхонь, їх форми. В якості структурних елементів можливо використовувати направляючі великої та малої кривизни, пристрої для натягу нитки та компенсатори натягу. Наведено опис основних процедур та функцій.

Ключові слова: комп'ютерна програма, алгоритм рекурсії, процедури, нитка, пристрої для натягу, швидкість руху нитки, довжина лінії пружної системи заправки.

V.Yu. SHCHERBAN, A.K. PETKO, O.Z. KOLISKO, Y.Yu. SHCHERBAN, M.I. SHOLUDKO

Kyiv National University of Technologies and Design

STRUCTURE OF COMPUTER PROGRAM IMPLEMENTATION OF RECURSION ALGORITHM FOR DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL EFFECTS

The paper describes the structure of a computer program for the implementation of the recursion algorithm to determine the technological effort. A block diagram of a program for determining the technological effort of textile, knit and sewing machines for a wide range of yarns and yarns is presented. The computer program provides the ability to change the speed of the filament, the length of the line of the elastic filling system, the intersection of the filament, its input tension, the material of the guide surfaces, their shape. As structural elements, it is possible to use high and low curvature guides, thread tensioners and tension compensators. The basic procedures and functions are described.

Keywords: computer program, recursion algorithm, procedures, thread, tension devices, speed of thread movement, length of line of elastic filling system.

Різне збільшення натягу призводить до порушення нормального проходження технологічного процесу переробки нитки [3, 4]. Недосконалість структурних елементів системи подачі, пристроїв для натягу нитки та спрямовувачів нитки на трикотажних, текстильних та швейних машинах не дозволяють здійснювати переробку ниток при стрибкому зростанні вхідного натягу [4]. Низька якість сировини, недосконалість лінії заправки технологічного устаткування при збільшенні натягу по глибині заправки призводить до обривів. Прості устаткування, пов'язані з ліквідацією обриву, складають в даний час 75–80% від загального часу простоїв [4, 7, 9]. Аналіз дефектів, що приводять до обриву нитки при переробці, показав, що найбільш вагомими є слабкі місця на нитці (стоншування), шишки і потовщення, моховитість [4, 8–11]. Якщо виникнення перших двох дефектів пояснюється низькою якістю початкової сировини і порушенням технологічного процесу при виробництві, то останній, як наголошувалося вище, виникає безпосередньо при взаємодії ниток з робочими органами технологічного устаткування [4, 6–10]. Розробка нових схем системи подачі нитки потребує оперативної оцінки значення натягу перед робочою зоною. Для цього ефективно використовувати спеціально розроблені програми для виконання обчислювального експерименту [3, 4].

Постановка завдання

На основі реалізації алгоритму визначення натягу нитки по зонах заправки на технологічному обладнанні, з використанням рекурсії, розробити комп'ютерну програму.

Основна частина

На рис. 1,а представлена структурна схема заправки нитки на технологічному обладнанні. Практично для будь-якої технологічної машини (швейної, текстильної, трикотажної) схема заправки включає зону 0, в якій нитка сходить з бобіни, шпулі, ткацького навою, котушки основов'язальної машини. В зонах 1...N нитка взаємодіє з робочими елементами системи подачі. До робочих елементів відносяться різні спрямовувачі з отворами у формі тора [5, 6, 11], циліндричні спрямовувачі [5], пристрої для натягу нитки (шайбові, гребінчасті, пальцеві, оригінальної конструкції для конкретної технологічної машини [9]), компенсатори натягу нитки (з шайбами, з пальцями, гребінчастий, трубчатий [6], оригінальної конструкції для конкретної технологічної машини [10]). Зона ZP представляє собою робочу зону, де нитка переробляється (зона в'язання, зона формування тканини, зона зшивання матеріалів, зона формування ткацьких навоїв, зона формування бобін та ін.).

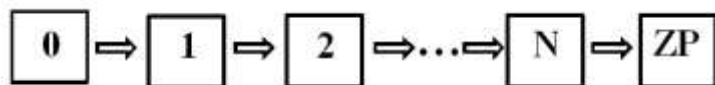


Рис. 1. Структурна схема заправки нитки на технологічному обладнанні

Нормальне протікання технологічних процесів можливе у випадку, коли нитка перед зоною ZP буде мати мінімально необхідний натяг. При збільшенні натягу в системі подачі будуть виникати обриви, що

приведе до зупинки технологічного обладнання та знизить його продуктивність. Крім того, розробка нових схем системи подачі нитки потребує оперативної оцінки значення натягу перед роботою зоною *ZP*. Для цього ефективно використовувати спеціально розроблені програми для виконання обчислювального експерименту [3, 4].

Характерною особливістю структурних схем заправки нитки на технологічному обладнанні є те, що вихідний натяг нитки на поточній зоні буде вхідним для наступної. Це дозволяє використовувати рекурсивний підхід для визначення натягу перед робочою зоною *ZP*. Лінію заправки необхідно розбити на зони, в кожній з котрих буде знаходитися один елемент системи подачі. Тоді система рівнянь, яка описує зміну натягу за зонами, буде мати вигляд

$$\begin{aligned} P_1 &= P_0 f_0(P_0), \\ P_2 &= P_1 f_1(P_1), \\ &\dots\dots\dots \\ P_i &= P_{i-1} f_{i-1}(P_{i-1}), \\ i &= 1, 2 \dots n, \end{aligned} \quad (1)$$

де P_0 – натяг нитки в зоні входу в систему подачі на технологічній машині; $P_1, P_2 \dots P_i$ – натяг нитки при виході з відповідної зони; $f_0(P_0), f_1(P_1) \dots f_{i-1}(P_{i-1})$ – функції, які пов'язують натяг нитки до та після елемента системи подачі в кожній зоні; i – поточний номер зони; n – кількість елементів системи подачі ниток конкретної технологічної машини.

Використовуючи рекурсивний підхід для визначення натягу нитки перед роботою зоною *ZP*, за якої вихідний натяг нитки на поточній зоні буде вхідним для наступної (рис. 1), представимо систему рівнянь (1) у вигляді

$$P_n = P_0 \prod_{i=0}^n f_i(P_i) \quad (2)$$

На рис. 2 представлена блок-схема комп'ютерної програми [1, 2] реалізації алгоритму рекурсії для визначення технологічних зусиль. Зупинимося на розшифруванні окремих блоків. Блок 1 відповідає початку виконання алгоритму. В блоці 2 задаються величини: *kivuz* – кількість вузлів; *vrux* – швидкість руху нитки; *dlinz* – довжина лінії заправки. В блоці 3 розраховується час руху нитки після сходу з бобіни до моменту входу в робочу зону за формулою

$$TRUXU = dlinz / vrux \quad (3)$$

Блок 4 включає в себе три блока процедур: *procedure.TForm2.N2Click*; *procedure.TForm2.N3Click*; *procedure.TForm2.N4Click*. Процедура *procedure.TForm2.N2Click* забезпечує обрання виду сировини: процедура *procedure.TForm2.N28Click* забезпечує введення даних для бавовняної пряжі; процедура *procedure.TForm2.N29Click* забезпечує введення даних для вовняної пряжі; процедура *procedure.TForm2.N36Click* забезпечує введення даних для шовкової нитки; процедура *procedure.TForm2.N37Click* забезпечує введення даних для віскозної нитки; процедура *procedure.TForm2.N38Click* забезпечує введення даних для капронової комплексної нитки; процедура *procedure.TForm2.N39Click* забезпечує введення даних для лавсанової нитки; процедура *procedure.TForm2.N40Click* забезпечує введення даних для льняної нитки; процедура *procedure.TForm2.N30Click* забезпечує введення даних для капронової моноплетки. При обранні сировини задається текс нитки чи пряжі. На наступному етапі розраховується діаметр перетину.

Процедура *procedure.TForm2.N3Click* забезпечує обрання діаметру сировини. В програмі закладена можливість використання трьох варіантів: діаметр нитки чи пряжі постійний (процедура *procedure.TForm2.N31Click*); діаметр змінюється за періодичним законом (процедура *procedure.TForm2.N12Click*); зміна діаметру сировини відбувається за законом, який запропонований користувачем (процедура *procedure.TForm2.N14Click*). Для цього в програмі використовується модифікований транслятор на основі зворотних польських записів.

В блоці 5 обирається перший елемент системи подачі ниток конкретної технологічної машини. Блок 6 використовується для обрання матеріалу напрямної поверхні. Для цього реалізується процедура *procedure.TForm2.N43Click* при обранні сталевий чи керамічної напрямної. Залежно від обрання матеріалу з бази застосовуються відповідні коефіцієнти тертя [7, 8].

Блок 7 процедур включає в себе три блока процедур: процедура *procedure.TForm2.N5Click*, яка використовує пристрої для натягу нитки (шайбові – процедура *procedure.TForm2.N19Click*, гребінчасті – процедура *procedure.TForm2.N20Click*, пальцьові – процедура *procedure.TForm2.N21Click*, оригінальної конструкції для конкретної технологічної машини – процедура *procedure.TForm2.N45Click*); процедура *procedure.TForm2.N6Click*, яка використовує компенсатори натягу нитки (з шайбами – процедура *procedure.TForm2.N22Click*, з пальцями – процедура *procedure.TForm2.N23Click*, гребінчастий – процедура *procedure.TForm2.N24Click*, трубчатий – процедура *procedure.TForm2.N25Click*, оригінальної конструкції для конкретної технологічної машини – процедура *procedure.TForm2.N46Click*); процедура *procedure.TForm2.N7Click*, яка використовує циліндричні спрямовувачі при спрямуванні нитки в робочу зону – процедура *procedure.TForm2.N27Click* та спрямовувачі з отворами у формі тора – процедура *procedure.TForm2.N26Click*.

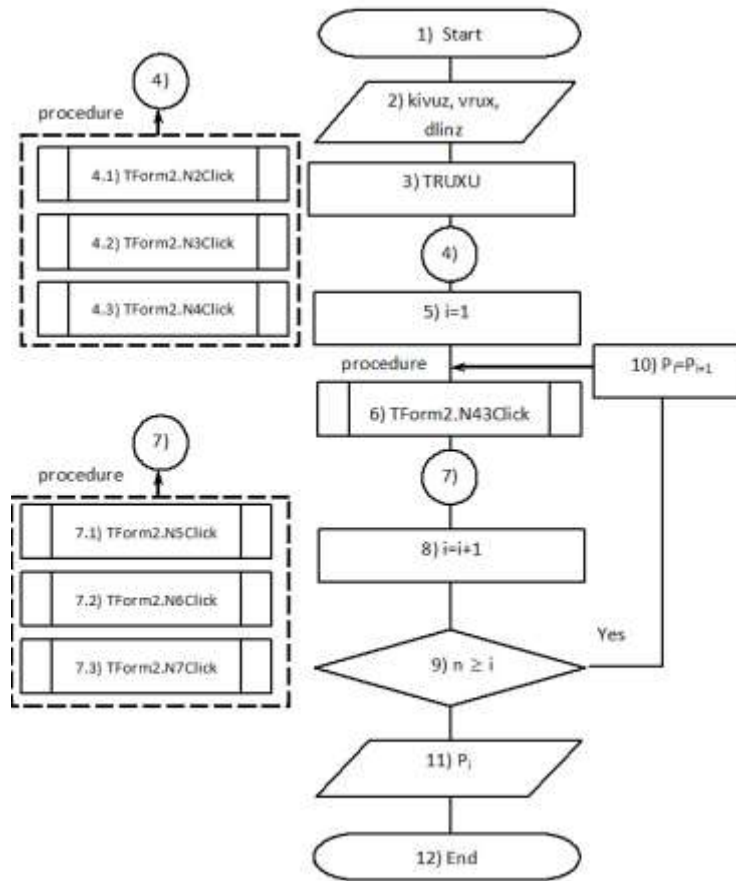


Рис. 2. Блок-схема комп'ютерної реалізації алгоритму визначення натягу нитки с використанням рекурсії

В блоці 8 здійснюється перехід до наступного елемента системи подачі. Блок 9 використовується для перевірки номеру елемента системи подачі с заданим числом елементів системи подачі нити технологічної машини. У випадку виконання умови відбувається повернення до блоку 6. При цьому в блоці 10 відбувається пере присвоювання, коли вихідний натяг нитки на поточній зоні буде вхідним для наступної. У випадку, коли умова не виконується, відбувається перехід до блоку 11, де фіксується натяг нитки перед робочою зоною *ZP*. Блок 12 відповідає кінцю виконання алгоритму.

На рис. 3 представлені перша та основна форма програми.

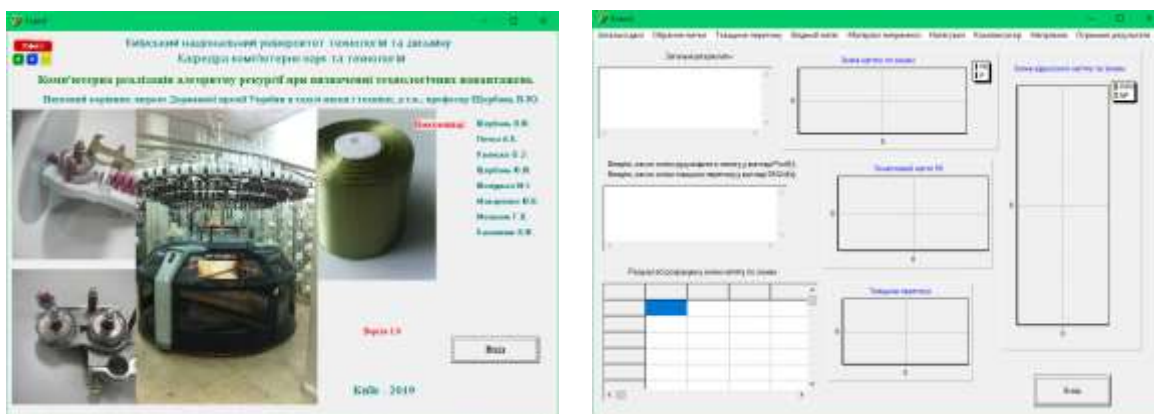


Рис. 3. Перша та основна форма програми

На рис. 4 представлені основні компоненти головного меню MainMenu1: TMainMenu програми. Графічна форма процедури procedure.TForm2.N32Click загальних даних представлена на рис. 4,а. Графічна форма процедури procedure.TForm2.N2Click обрання нитки представлена на рис. 4,б.

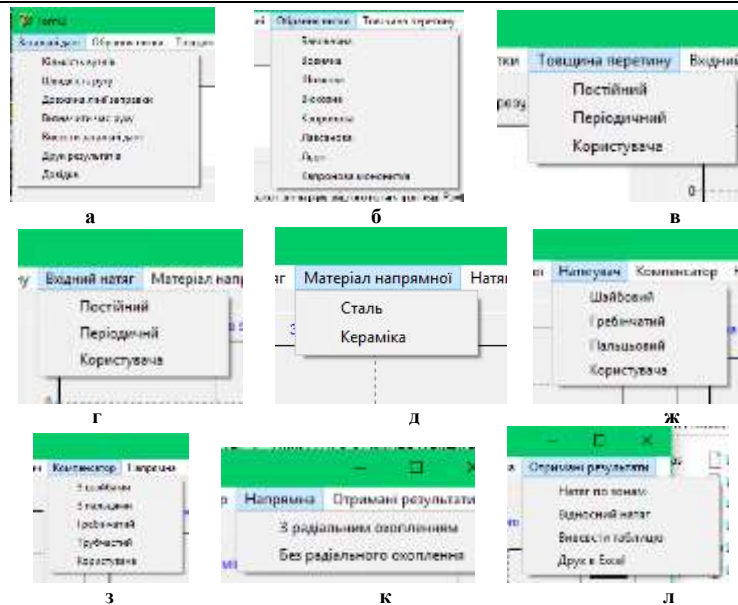


Рис. 4. Основні компоненти головного меню MainMenu1: TMainMenu програми

Графічна форма процедури procedure TForm2.N3Click товщини перетину представлена на рис. 4,в. Графічна форма процедури procedure TForm2.N4Click вхідного натягу представлена на рис. 4,г. Графічна форма процедури procedure TForm2.N42Click матеріалу напрямної представлена на рис. 4,д. Графічна форма процедури procedure TForm2.N5Click обрання пристрою для натягу нитки представлена на рис. 4,ж. Графічна форма процедури procedure TForm2.N6Click компенсатора натягу нитки представлена на рис. 4,з. Графічна форма процедури procedure TForm2.N7Click напрямної для нитки представлена на рис. 4,к. Графічна форма процедури procedure TForm2.N8Click розрахунку та представлення результату представлена на рис. 4,л.

На рис. 5 представлені результати розрахунку натягу нитки за зонами для 4 елементів системи подачі нити технологічної машини. На графічних діаграмах представлені відносний натяг за зонами, що дозволяє оцінювати напруженість процесу взаємодії нитки з елементами системи подачі та вносити відповідні корективи в параметри їх заправки.

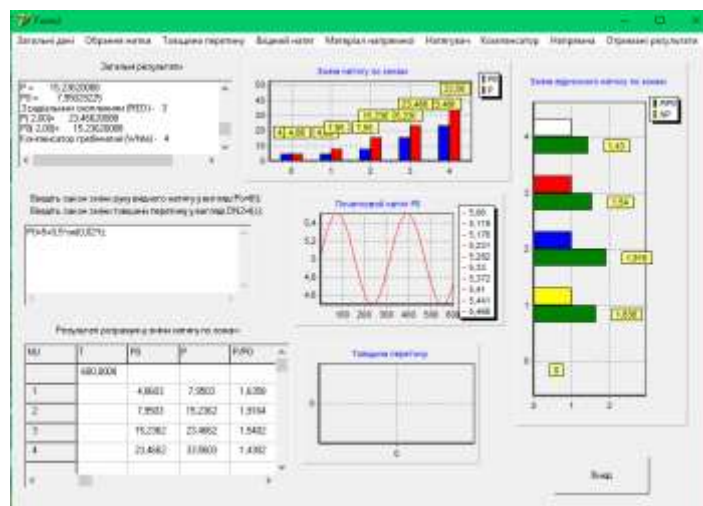


Рис. 5. Результати розрахунку натягу нитки по зонах для 4 елементів системи подачі нити технологічної машини

Висновки

На основі реалізації алгоритму визначення натягу нитки за зонами заправки на технологічному обладнанні, з використанням рекурсії, розроблена комп'ютерна програма, за допомогою якої, з урахуванням реальних фізико-механічних властивостей сировини, можна визначити натяг перед робочою зоною та оцінювати напруженість процесу за зонами заправки.

Література

1. Свідectво № 89242 про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма для реалізації чисельних методів» / Щербань В.Ю., Колиско О.З., Макаренко Ю.В., Мельник Г.В., Петко А.К., Шолудько М.І., Калашник В.Ю. – Дата реєстрації 03.06.2019 р.

2. Свідоцтво № 89243 про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма «Програмний комплекс для визначення оптимальної траєкторії нитки на трикотажних машинах»» / Щербань В.Ю., Колиско О.З., Макаренко Ю.В., Мельник Г.В., Петко А.К., Шолудько М.І., Калашник В.Ю. – Дата реєстрації 03.06.2019 р.
3. Щербань В.Ю. Комп'ютерне проектування систем: програмні та алгоритмічні компоненти / В.Ю. Щербань, О.З. Колиско, Г.В. Мельник, М.І. Шолудько, В.Ю. Калашник. – К. : Освіта України, 2019. – 902 с.
4. Щербань В.Ю. Механіка нитки / В.Ю. Щербань. – К. : Освіта України, 2018. – 533 с.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
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. 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. Shcherban V.Yu., Kolisko O.Z., Makarenko Y.V., Melnyk G.V., Petko A.K., Sholudko M.I., Kalashnik V.Yu. Certificate No. 89242 on the registration of copyright for the work "Computer program for the implementation of numerical methods". Registration Date 03.06.2019.
2. Shcherban V.Yu., Kolisko O.Z., Makarenko Y.V., Melnyk G.V., Petko A.K., Sholudko M.I., Kalashnik V.Yu. Certificate No. 89243 on the registration of copyright for the work "Computer program" Software complex for determining the optimal trajectory of the thread on knitting machines". Registration Date 03.06.2019.
3. Shcherban V.Yu., Kolisko O.Z., Melnyk G.V., Sholudko M.I., Kalashnik V.Y. Computer systems design: software and algorithmic components. K.: Education of Ukraine, 2019. 902 p.
4. Scherban V.Yu. Mechanics of Threads. K.: Formation of Ukraine, 2018. 533 p.
5. 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. 2017. Volume 255. Issue 6. P. 23-27.
6. 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. 2018. Volume 257. Issue 1. P. 213-217.
7. 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. P. 30-33.
8. 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. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2015. Volume 223. Issue 2. P. 25-29.
9. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Sholudko M.I. Comparative analysis of work of natyazhiteley of filament of textile machines. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2016. Volume 243. Issue 6. P. 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. P. 83-86.
11. 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. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2018. Volume 259. Issue 2. P. 12-16.

Рецензія/Peer review : 21.1.2020 р.

Надрукована/Printed : 14.2.2020 р.
Рецензент: д.т.н., проф. В.Г. Здоренко