

АЛГОРИТМІЧНІ ТА ПРОГРАМНІ КОМПОНЕНТИ КОМП'ЮТЕРНОГО ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ ДЛЯ ШАЙБОВОГО НАТЯГУВАЧА З ВИКОРИСТАННЯМ РЕКУРСІЇ

На основі реалізації алгоритму рекурсії розроблені модулі комп'ютерної програми для визначення натягу нитки в робочій зоні трикотажної машини у випадку використання шайбового натягувача. Представлені основні форми комп'ютерної програми реалізації алгоритму рекурсії для визначення технологічних зусиль в робочій зоні трикотажної машини для випадку, коли у якості натягувача нитки використовується шайбовий натягувач. Представлені програмні модулі програми для визначення технологічних зусиль в робочій зоні на круглих трикотажних машинах з урахуванням діаметру перетину нитки, її фізико-механічних властивостей для широкого спектру комплексних ниток та пряжі. Програмними модулями передбачена можливість завдання закону зміни діаметру перетину нитки у вигляді гармонічної функції або довільній функції користувача з використанням зворотних польських записів у вигляді транслятора.

Ключові слова: комп'ютерна програма, алгоритм рекурсії, програмні модулі, нитка, шайбовий натягувач нитки, транслятор.

V.YU. SHCHERBAN, O.Z. KOLISKO, Y.YU. SHCHERBAN, M.I. SHOLUDKO, G.V. MELNIK
Kyiv National University of Technologies and Design

ALGORITHMIC AND SOFTWARE COMPONENTS IN COMPUTER DETERMINATION OF TENSION FOR PULLEY TENSIONER USING RECURSION

Based on the implementation of the recursion algorithm, computer program modules have been developed to determine the thread tension in the working area of the knitting machine in the case of using a washer tensioner. The main forms of the computer program for the implementation of the recursion algorithm for determining the technological effort in the working area of the knitting machine for the case when the washer tensioner is used as a thread tensioner. The program modules of the program for determination of technological efforts in a working zone on round knitting machines taking into account diameter of section of a thread, its physical and mechanical properties for a wide range of complex threads and yarns are presented. The software modules provide the possibility of setting the law of changing the diameter of the thread in the form of a harmonic function or an arbitrary function of the user using inverse Polish records in the form of a translator. Simple circular knitting machines are associated with the elimination of thread breakage. This negatively affects the performance of circular knitting machines, reduces the quality of knitted fabrics. The main parameter for optimizing the thread feed system on circular knitting machines is the minimum required tension in the area of formation of the knitted fabric. The breakage of the threads during processing on the process equipment is due to the imperfection of the thread feeding system on circular knitting machines and its components. The largest number of breaks falls on the area of the washers of the thread tensioning devices. Studies of the influence of the design of the washer device of the thread tension on the conditions of its interaction with the thread, taking into account its non-uniformity in the diameter of the cross section are important in determining the thread tension in the working area. The thread tension increases when passing through the refueling zones of the thread feed system on circular knitting machines. This increase is due to the interaction of the thread with the washers for tensioning. The maximum value of tension will be in front of the working area of circular knitting machines. Minimizing the tension in front of the working area of circular knitting machines is important for improving the technological processes of knitting from the standpoint of improving the productivity of circular knitting machines and the quality of products. Thus, the topic of this article is relevant, which is important for improving the system of thread feed on circular knitting machines, the design of existing thread tensioning devices and the development of new ones. Development of special computer programs for determining the tension in the working area of the formation of knitted fabrics on circular knitting machines allows you to quickly determine the necessary technological parameters, adjust both the structure and components of the thread feed system on circular knitting machines to obtain the minimum required tension in the working area of the formation of knitted fabrics. Objects and methods of research. Thread washers are an integral part of the thread feed system of circular knitting machines. The imperfection of the design of the thread tension washers on circular knitting machines leads to fluctuations in the thread tension during its processing and violation of the technological regime. The theoretical basis for solving scientific and technical problems are the works of leading scientists in the fields of technology of textile and knitwear production, textile materials science, thread mechanics, elasticity theory, mathematical modelling. Methods of theoretical mechanics, resistance of materials, experimental planning and statistical processing of research results were used in theoretical and experimental researches.

Keywords: computer program, recursion algorithm, software modules, thread, thread washer, translator.

Вступ

Актуальність. Прості круглов'язальних машин пов'язані з ліквідацією обриву нитки [3, 4]. Це негативно впливає на продуктивність круглов'язальних машин, зменшує якість трикотажних полотен [3]. Головним параметром оптимізації системи подачі ниток на круглов'язальних машинах є мінімально необхідний натяг в зоні формування трикотажного полотна [7–12]. Обривність ниток при переробці на технологічному устаткуванні пов'язана з недосконалістю системи подачі нитки на круглов'язальних машинах і її складових елементів [3]. Найбільше число обривів випадає на зону розташування шайбових пристроїв натягу нитки [11, 12]. Дослідження впливу конструкції шайбового пристрою натягу нитки на умови його взаємодії з ниткою з урахуванням її нерівномірності по діаметру поперечного перетину мають важливе значення при визначенні натягу нитки в робочій зоні [3, 9]. Натяг нитки збільшується під час переходу зонами заправки системи подачі нитки на круглов'язальних машинах. Це збільшення обумовлено взаємодією нитки з шайбовими пристроями для натягу [3]. Максимального значення натягу буде перед робочою зоною круглов'язальних машин. Мінімізація натягу перед робочою зоною круглов'язальних машин

має важливе значення для удосконалення технологічних процесів в'язання з позиції підвищення продуктивності круглов'язальних машин та якості продукції, що випускається. Таким чином, тема даної статті є актуальною, яка має важливе значення для удосконалення системи подачі ниток на круглов'язальних машинах, конструкції існуючих пристроїв натягу нитки та розробки нових [5–10].

Розробка спеціальних комп'ютерних програм [1, 2] для визначення натягу в робочій зоні формування трикотажних полотен на круглов'язальних машинах дозволяє оперативно визначати необхідні технологічні параметри, провадити корегування як самої структури, так і складових компонентів системи подачі нитки на круглов'язальних машинах для отримання мінімально необхідного натягу в робочій зоні формування трикотажних полотен [3, 4–11].

Об'єкти і методи дослідження. Складовою частиною системи подачі нитки круглов'язальних машин є шайбові пристрої натягу нитки. Недосконалість конструкції шайбових пристроїв натягу нитки на круглов'язальних машинах призводить до коливання натягу нитки в процесі її переробки та порушення технологічного режиму. Теоретичною основою в ході вирішення науково-технічної проблеми є праці провідних вчених в галузях технології текстильного та трикотажного виробництва, текстильного матеріалознавства, механіки нитки, теорії пружності, математичного моделювання. У теоретичних та експериментальних дослідженнях використано методи теоретичної механіки, опору матеріалів, планування експерименту та статистичної обробки результатів досліджень.

Постановка завдання

На основі реалізації алгоритму рекурсії розробити модулі комп'ютерної програми для визначення технологічних зусиль в робочій зоні на круглих трикотажних машинах з урахуванням діаметру перетину нитки, її фізико-механічних властивостей для широкого спектру комплексних ниток та пряжі.

Основна частина

На рис. 1а представлені структурні схеми лінії заправки нитки, де 1 позначена схема заправки з конструкцією утримувача бобін у вигляді парасольки, а 2 позначена схема заправки з утримувачем бобін, розташованим на підлозі. Аналіз структурної схеми лінії заправки нитки показує її дуже складну конфігурацію як у площині, так і у просторі габаритних розмірів трикотажної машини. В точках зламу лінії заправки має місце взаємодія нитки з направляючими отворами спрямовувачів нитки, шайбовими пристроями (рис. 1б) для натягу нитки.

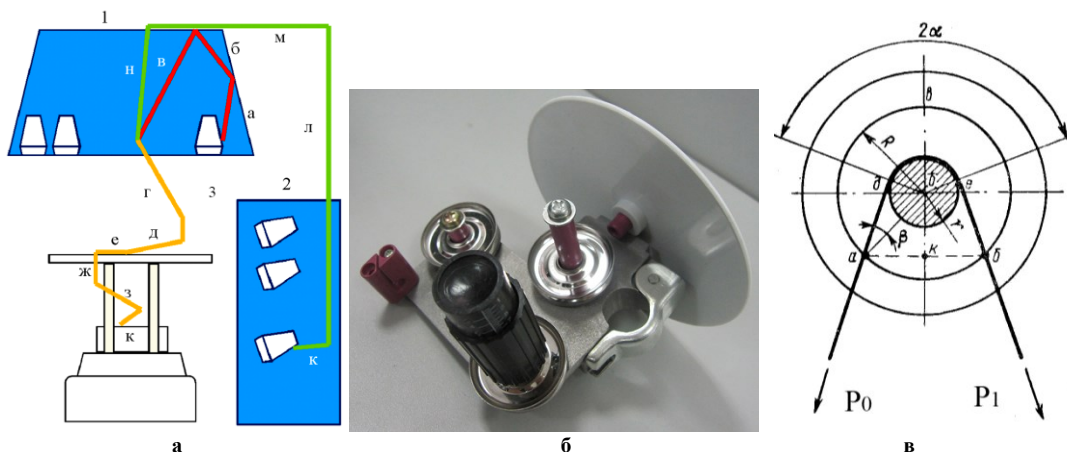


Рис. 1. Структурні та розрахункові схеми: а – структурні схеми лінії заправки нитки на круглов'язальній машині; б – шайбовий пристрій для натягу нитки; в – схема для розрахунку натягу шайбового пристрою

На рис. 1в представлена розрахункова схема шайбового пристрою для натягу нитки. Визначимо значення вихідного натягу нитки P_1 . При цьому будемо рахувати вхідний натяг нитки P_0 незмінним. Зростання натягу нитки відбувається за рахунок контакту (рис. 1в) нитки з верхньою та нижньою шайбами в точках a, b та контактом нитки з направляючим стрижнем по дузі de . За рахунок сил тертя в зонах контакту буде відбуватися зростання натягу. Розглядаючи рівновагу верхньої шайби, використовуючи основні рівняння статички для просторової паралельної системи сил, визначимо значення нормального тиску в точці a , який буде дорівнювати нормальному тиску в точці b

$$Ok = R \sin(\beta - \alpha), \quad \sin \beta = \frac{r}{R}, \quad Pa = Pb = \frac{0,5NR}{Ok + R}, \quad N = c(\lambda + d_H), \quad (1)$$

де R – радіус кола контакту між верхньою та нижньою шайбами; α – половина кута охоплення ниткою циліндричного направляючого стрижня; r – радіус циліндричного направляючого стрижня; Pa, Pb – нормальний тиск в точках a, b ; N – сила нормального тиску пружини на верхню шайбу; c – коефіцієнт жорсткості пружини; λ – необхідна деформація пружини для забезпечення відповідної сили тертя. Необхідно зазначити, що у виразі (1) необхідно враховувати деформацію

поперечного перетину нитки в точках *a, б* з урахуванням ширини площини контакту, модуля пружності нитки на зминання. Але в умовах нашої задачі цим можна знехтувати і використовувати безпосередньо величину поперечного перетину r_H . Остаточо отримаємо формулу для визначення вихідного натягу нитки P_I

$$P_I = P_O \left[1 - \frac{r + r_H}{r} (1 - e^{2\mu_2\alpha}) \right] + \frac{\mu_1 c (\lambda + d_H) \left[2 - \frac{r + r_H}{r} (1 - e^{2\mu_2\alpha}) \right]}{1 + \sin(\alpha - \beta)} \quad (2)$$

де μ_1 – коефіцієнт тертя між поверхнями верхньої та нижньої шайб та ниткою; μ_2 – коефіцієнт тертя між поверхню циліндричного напрямного стрижня та ниткою.

Залежність (2) використовувалася під час розробки комп'ютерної програми. Розрахунки проводили для бавовняної пряжі 27,6 текс. На рис. 2а представлений модуль unit Unit3 для розрахунку параметрів бавовняної пряжі. На наступному етапі обирається тип пристрою для натягу нитки на круглов'язальній машині (рис. 2б – модуль unit Unit2).

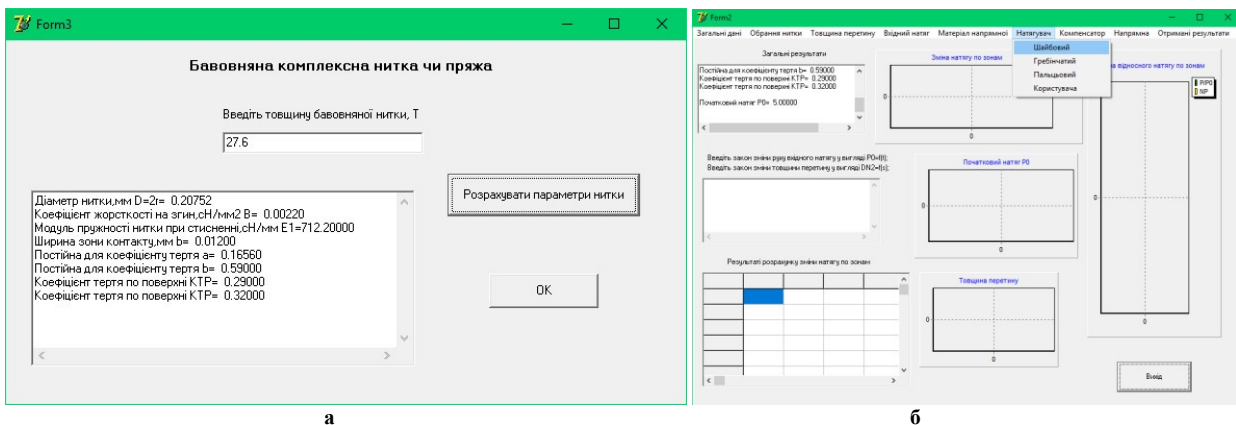


Рис. 2. Модулі ком'ютерної програми для визначення натягу в робочій зоні

На рис. 3а представлена форма комп'ютерного модуля unit Unit12 для шайбового пристрою для розрахунку натягу. На рис. 3б представлений фрагмент програмного коду. Необхідні конструктивні параметри вказуються у відповідних вікнах Edit1: TEdit, Edit2: TEdit, Edit3: TEdit, Edit4: TEdit.

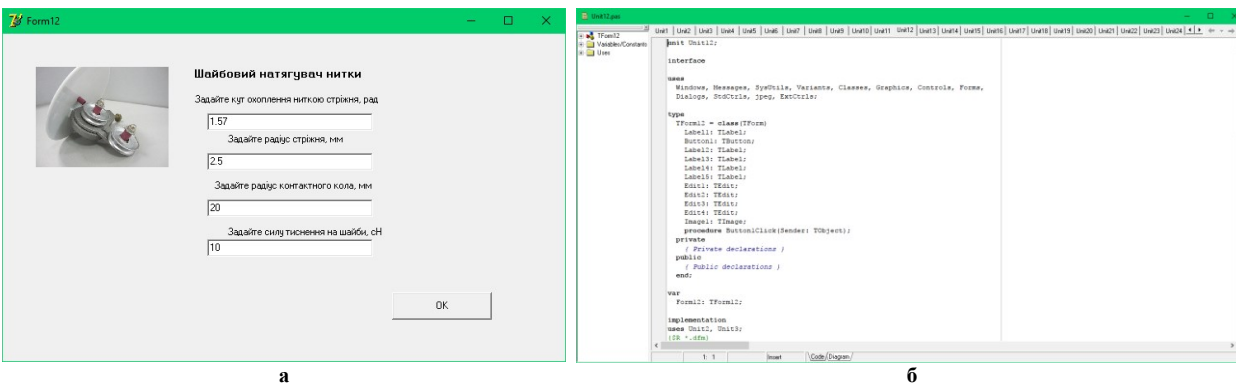


Рис. 3. Комп'ютерний модуль unit Unit12 для шайбового пристрою для розрахунку натягу

На рис. 4 представлені розрахунки натягу бавовняної пряжі 27,6 текс на круглов'язальній машині для випадку двох зон з шайбовими пристроями для натягу нитки. Початковий натяг приймався рівним 5 сН. Кут охоплення ниткою стрижня в першій зоні дорівнював 1.57 рад., діаметр стрижня дорівнював 2.5 мм, радіус контактного кола дорівнював 20 мм, сила тиснення на шайби – 10 сН. Для другої зони кут охоплення ниткою стрижня в другій зоні дорівнював 3.14 рад., сила тиснення на шайби – 8 сН. Аналіз отриманих результатів показав, що натяг зростає від першої до другої зони. На окремій діаграмі представлені результати зміни відносного натягу в зонах.

Висновки

На основі реалізації алгоритму рекурсії розроблені модулі комп'ютерної програми для визначення натягу нитки в робочій зоні трикотажної машини у випадку використання шайбового натягувача. Представлені основні форми комп'ютерної програми реалізації алгоритму рекурсії для визначення технологічних зусиль в робочій зоні трикотажної машини для випадку, коли у якості натягувача нитки використовується шайбовий натягувач. Представлені програмні модулі програми для визначення

технологічних зусиль в робочій зоні на круглих трикотажних машинах з урахуванням діаметру перетину нитки, її фізико-механічних властивостей для широкого спектру комплексних ниток та пряжі. Програмними модулями передбачена можливість завдання закону зміни діаметру перетину нитки у вигляді гармонічної функції або довільної функції користувача з використанням зворотних польських записів у вигляді транслятора.

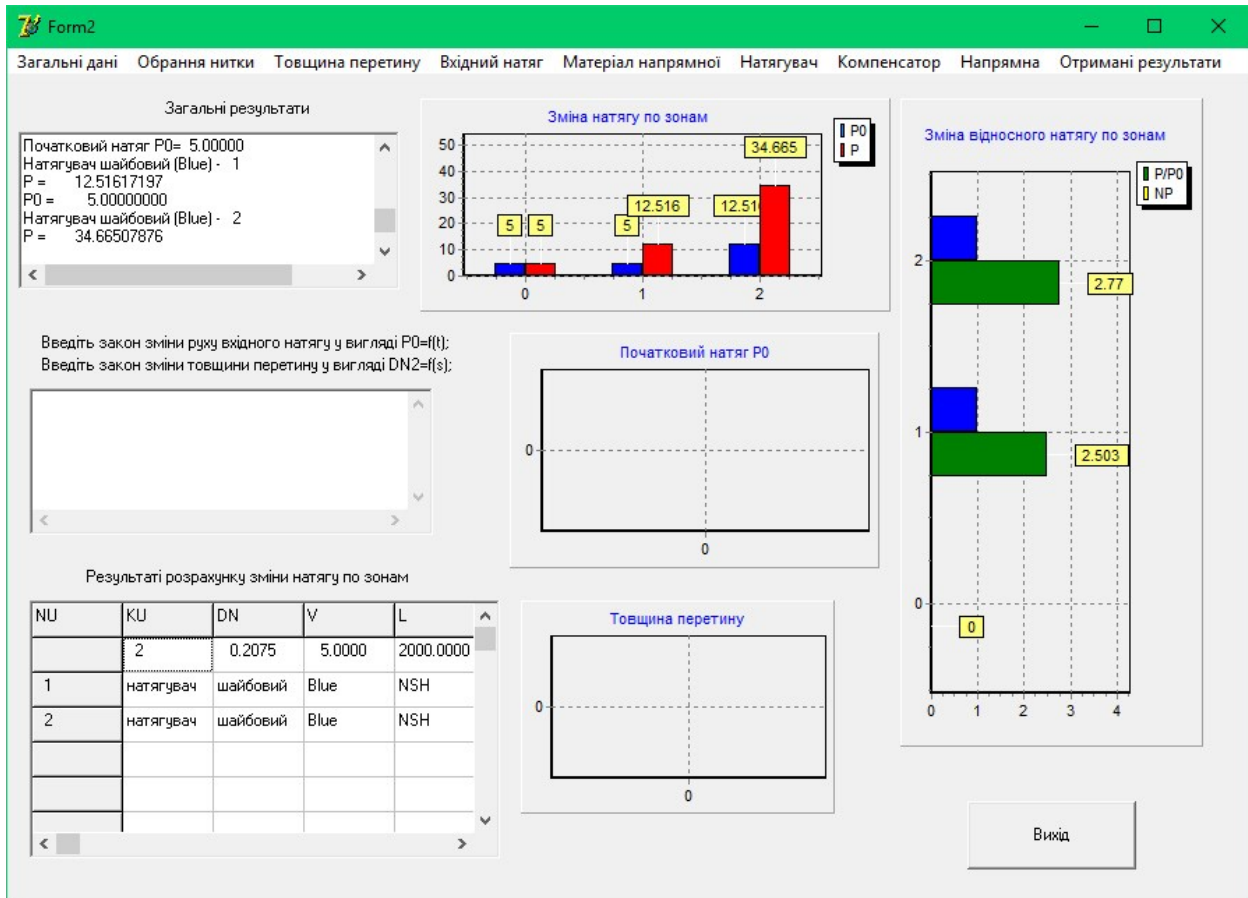


Рис. 4. Результати розрахунку натягу нитки в робочій зоні круглов'язальної машини

Література

1. Свідоцтво № 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. Комп'ютерне проектування систем: програмні та алгоритмічні компоненти / [В.Ю. Щербань, О.З. Колиско, Г.В. Мельник та ін.]. – К. : Освіта України, 2019. – 902 с.
4. 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. – № 225(3). – С. 30–33.
5. 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. – № 223(2). – С. 25–29.
6. Математичні моделі в САПР. Обрані розділи та приклади застосування / В.Ю. Щербань, С.М. Красницький, В.Г. Резанова. – К. : КНУТД, 2011. – 220 с.
7. Scherban V.Yu., Kolisko O.Z., Sholudko M.I., Kalashnik V.Yu. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry. K.: Education of Ukraine, 2017. 745 p.
8. 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.
9. Scherban V. Equalizations of dynamics of filament interactive with surface / V. Scherban, G. Melnik, A. Kirichenko, O. Kolisko, M. Sheludko // Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario,

Canada. – January/February 2017. – Volume 6. – Number 1. – P. 22–26.

10. 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.

11. Scherban V. Basic parameters of curvature and torsion of the deformable thread in contact with runner / V. Scherban, N. Murza, A. Kirichenko, O. Kolisko, M. Sholudko // Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – Nov/Des – 2016. – Volume 10. Number 2. – P. 18–23.

12. Scherban V. Kinematics of threads cooperates with the guiding surfaces of arbitrary profile / V. Scherban, N. Murza, O. Kolisko, M. Sheludko, I. Semenova // Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May/June – 2016. – Volume 5.– Number 3. – P. 23–27.

References

1. Svidotstvo № 89242 pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir. Kompiuterna prohrama dlia realizatsii chyselnykh metodiv / Shcherban V.Iu., Kolysko O.Z., Makarenko Yu.V., Melnyk H.V., Petko A.K., Sholudko M.I., Kalashnyk V.Iu. – Data reiestratsii 03.06.2019 r.
2. Svidotstvo № 89243 pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir. Kompiuterna prohrama «Prohramnyi kompleks dlia vyznachennia optymalnoi traektorii nytky na trykotazhnykh mashynakh / Shcherban V.Iu., Kolysko O.Z., Makarenko Yu.V., Melnyk H.V., Petko A.K., Sholudko M.I., Kalashnyk V.Iu. – Data reiestratsii 03.06.2019 r.
3. Kompiuterne proektuvannia system: prohramni ta alhorytmichni komponenty / [V.Iu. Shcherban, O.Z. Kolysko, H.V. Melnyk ta in.]. – K. : Osvita Ukrainy, 2019. – 902 s.
4. Shcherban V.Iu. Optymizatsiia protsesu vziaemodii nytky z napriamnymy z urakhuvanniam anizotropii fryktsiinykh vlastyvopei / V.Iu. Shcherban, M.I. Sholudko, O.Z. Kolysko, V.Iu. Kalashnyk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2015. – № 225(3). – S. 30–33.
5. Shcherban V.Iu. Doslidzhennia vplyvu materialu nytky i anizotropii tertia na yii natiah i formu osi / V.Iu. Shcherban, V.Iu. Kalashnyk, O.Z. Kolysko, M.I. Sholudko // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2015. – № 223(2). – S. 25–29.
6. Matematychni modeli v SAPR. Obrani rozdilny ta pryklady zastosuvannia / V.Iu. Shcherban, S.M. Krasnytskyi, V.H. Rezanova. – K. : KNUTD, 2011. – 220 s.
7. Scherban V.Yu., Kolisko O.Z., Sholudko M.I., Kalashnik V.Yu. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry. K.: Education of Ukraine, 2017. 745 p.
8. Shcherban V.Iu. Efektyvnist roboty kompensatoriv natiahu nytky trykotazhnykh mashyn / V.Iu. Shcherban, N.I. Murza, A.M. Kyrychenko, M.I. Sholudko // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2017. – № 1(245). – S. 83–86.
9. Scherban V. Equalizations of dynamics of filament interactive with surface / V. Scherban, G. Melnik, A. Kirichenko, O. Kolisko, M. Sheludko // Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – January/February 2017. – Volume 6. – Number 1. – P. 22–26.
10. Shcherban V.Iu. Porivnialnyi analiz roboty nytkonatiahuuvachiv tekstylnykh mashyn / V.Iu. Shcherban, N.I. Murza, A.M. Kyrychenko, M.I. Sholudko // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2016. – № 6(243). – S. 18–21.
11. Scherban V. Basic parameters of curvature and torsion of the deformable thread in contact with runner / V. Scherban, N. Murza, A. Kirichenko, O. Kolisko, M. Sholudko // Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – Nov/Des – 2016. – Volume 10. Number 2. – P. 18–23.
12. Scherban V. Kinematics of threads cooperates with the guiding surfaces of arbitrary profile / V. Scherban, N. Murza, O. Kolisko, M. Sheludko, I. Semenova // Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May/June – 2016. – Volume 5.– Number 3. – P. 23–27.

Рецензія/Peer review : 18.09.2020 р.

Надрукована/Printed :04.11.2020 р.

За зміст повідомлень редакція відповідальності не несе

Повні вимоги до оформлення рукопису
<http://vestnik.ho.com.ua/rules/>

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 3 від 29.10.2020 р.**

Підп. до друку 29.10.2020 р. Ум.друк.арк. 36,51 Обл.-вид.арк. 34,74

Формат 30x42/4, папір офсетний. Друк різнографією.

Наклад 100, зам. № _____

Тиражування здійснено з оригінал-макету, виготовленого
редакцією журналу “Вісник Хмельницького національного університету”
редакційно-видавничим центром Хмельницького національного університету
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1. тел (0382) 72-83-63