

КІНЕМАТИЧНИЙ ТА КІНЕТОСТАТИЧНИЙ АНАЛІЗ РОБОТИ НИТКОНАТЯГУВАЧА ТРИКОТАЖНИХ ТА ШВЕЙНИХ МАШИН

В роботі наведені результати кінематичного та кінетостатичного аналізу розробленого тарільчастого нитконатягувача, який виключає динамічне зростання натягу при проходженні вузлів, потовщень між тарілочками в процесі переробки ниток на технологічному устаткуванні трикотажної та швейної галузі. Для автоматизації процесу кінематичного та кінетостатичного аналізу була розроблена програма для ЕОМ, яка дозволяє визначати координати точок пристрою, швидкості та прискорення та виконувати параметричну оптимізацію конструкції тарільчастого нитконатягувача.

Ключові слова: нитка, нитконатягувальні пристрої, переміщення, швидкості, прискорення, реакції в'язей.

N.I. MURZA

Kyiv National University of Technologies and Design

KINEMATICS AND KINETOSTATICS ANALYSIS OF WORK OF STRAINER OF FILAMENT OF KNITTINGS AND SEWINGS MACHINES

At passing of knots, cones and local bulges there is a sharp increase of pull due to shock action, which results in the precipice of filament. In addition, the sharp increase of pull leads for violation of the normal passing of technological process of processing of filament. On the knittings and sewings machines of not will allow to carry out imperfection of structural elements of the system of serve processing filaments from to the variables of the by a diameter crossing. Low quality of raw material, imperfection of line of priming of technological equipment at the increase of pull on the depth of priming results in precipices. Outages equipments, related to liquidation of precipice, make presently 75-80% from general time of outages. The analysis of defects which bring to the precipice filaments over at processing rotined that most ponderable is: weak points on a filament - 32%, bulge - 28%. If the origin of the first two defects is explained low quality of initial raw material and violation of technological process at the production of filaments, the last, as marked higher, arises up directly at co-operating of filaments with the workings organs of technological equipment. Consequently, there is a question about development device for a pull of filament yaks eliminate possibility of dynamic growth of pull at passing of knots, bulges through these devices. At the decision of this stumper, taking into account him a lot of criteria, it is necessary it will be to develop the special algorithms and proper software for computer. Objects and research methods. In-process the technological process of processing of filaments came forward a research object on knittings and sewings machines. The article of research was form of dish device for a pull. Theoretical basis at the decision of scientific and technical problem are labours of leading scientists in industries of technology of sewing and knitting productions, textile knowledge about materials, mechanics of filament, theory of resiliency, mathematical design. The methods of integral and differential calculation, theoretical mechanics, theory of mechanisms and machines, resistance of materials are utilized in theoretical researches. Experimental researches were conducted in laboratory terms and in the conditions of functioning of the real textile production. For software development modern languages were used objective – the oriented programming. Practical value. Device for a pull allows fully to eliminate the improvement of construction of form of dish dynamic growth of pull at passing of knots and bulges, to reduce the size of relative middle pull on 30 -45% but to decrease the precipice of filament on the average on 8 %.

Keywords: filament, device for the pull of filaments, moving, speeds, accelerations, reactions of supports.

Вступ

Актуальність. При проходженні вузлів, шишок та локальних потовщень відбувається різке збільшення натягу за рахунок ударної дії, яка призводить до обриву нитки [2–4]. Крім того, різке збільшення натягу призводить до порушення нормального проходження технологічного процесу переробки нитки [4]. Недосконалість структурних елементів системи подачі, нитконатягувачів та ниткоспрямовувачів на трикотажних та швейних машинах не дозволяють здійснювати переробку ниток зі змінним діаметром перетину [5–8, 11–12]. Низька якість сировини, недосконалість лінії заправки технологічного устаткування при збільшенні натягу по глибині заправки приводить до обривів. Простої устаткування, пов'язані з ліквідацією обриву, складають в даний час 75–80% від загального часу простоїв [2, 4]. Аналіз дефектів, що приводять до обриву нитки при переробці, показав, що найбільш вагомими є: слабкі місця на нитці (стоншування) – 32%, шишки і потовщення – 28%, моховитість – 20% [4]. Якщо виникнення перших двох дефектів пояснюється низькою якістю початкової сировини і порушенням технологічного процесу при виробництві ниток (витяжка, кручення), то останній, як наголошувалося вище, виникає безпосередньо при взаємодії ниток з робочими органами технологічного устаткування [5, 8–11].

Виходячи з цього, виникає питання про розробку нитконатягувачів які виключають можливість динамічного зростання натягу при проходженні вузлів, потовщень через ці пристрої [1]. При вирішенні цього складного питання, враховуючи його багатокритеріальність, необхідно буде розробити спеціальні алгоритми і відповідне програмне забезпечення для ЕОМ [2, 3].

Постановка завдання

Розробити конструкцію тарільчастого нитконатягувача та провести кінематичний, кінетостатичний аналіз його роботи на основі спеціально створеної програми на ЕОМ. Це дозволить знизити величину натягу та зменшити обривність ниток при їх переробці на технологічному устаткуванні.

Основна частина

На рис.1 а представлений нитконатягувальний пристрій [1], який містить повзун 6 в вертикальних направляючих, який кінематично пов'язаний з верхньою тарілочкою 2 та шарнірно з'єднаний з шатуном 7,

який через двоплечий важіль 8 з віссю, розташованою в горизонтальній площині, зв'язаний з шатуном 9, який зв'язаний з лівим плечем розташованого в горизонтальній площині двоплечого кривошипу 10 з віссю, розташованій в вертикальній площині. Його праве плече виконано у формі фігурного вилкового стрижня.

Нитконатягувальний пристрій працює в такий спосіб. Нитка заправляється між зубцями фігурного вилкового стрижня, далі проходить під тарілочки 2, 3, огинає стрижень 1. При наявності вузла або шишки, останні, при переміщенні нитки, починають давити на поверхню вилкового стрижня. Відстань між зубцями вилки менше діаметра вузла. Момент, що виникає від сили впливу вузла на робочу поверхню вилкового стрижня, викликає стискання пружини 4. При цьому через праве плече двоплечого кривошипу 10, шатун 9, двоплечий важіль 8, шатун 7 передається рух повзуну 6, який рухаючись вертикально вгору розсовує тарілочки 2 і 3 і вивільняють нитку. Вузол або шишка рухаються по робочій поверхні фігурного вилкового стрижня не потрапляють під тарілочки 2 і 3. Після сходу вузла або нитки з робочої поверхні фігурного вилкового стрижня під дією пружини стиску 4, яка спирається на опору 5, нитконатягувальний пристрій повертається у вихідний стан.

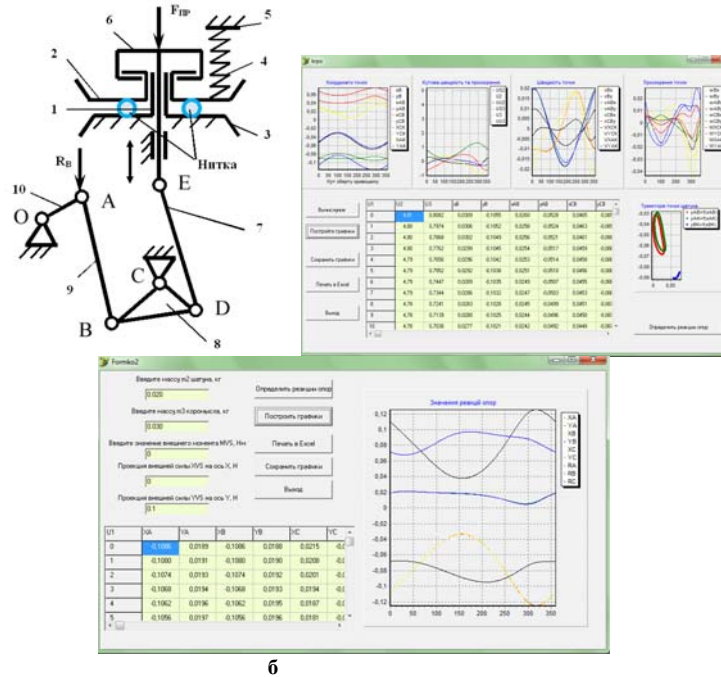


Рис. 1. Розрахункова схема та основні форми програми

Для кінематичного та кінетостатичного аналізу структурно поділимо даний пристрій на дві групи Асура [2]. Ланки 8, 9 утворюють коромислову групу. Ланки 6, 7 утворюють повзункову групу. Математичне забезпечення для цих груп представляє собою системи рівнянь замкнутого векторного контуру та його проєкцій на координатні вісі [2].

$$\begin{aligned}
 l_9 \cos \varphi_{2K} &= H_{OCG} - l_{10} \cos \varphi_{1K} - l_{BC} \cos \varphi_{3K}, & l_{DC} \cos \varphi_{1P} + l_7 \cos \varphi_{2P} - x_{BP} &= 0, \\
 l_9 \sin \varphi_{2K} &= -l_{10} \sin \varphi_{1K} - l_{BC} \sin \varphi_{3K} + H_{OCV}, & l_{DC} \sin \varphi_{1P} + l_7 \sin \varphi_{2P} &= 0,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де $l_9, l_{10}, l_{BC}, H_{OCG}, H_{OCV}$ – відповідно довжини шатуна 9, кривошипу 10, коромисла BC, горизонтальна та вертикальна відстань між точками O та C; $\varphi_{1K}, \varphi_{2K}, \varphi_{3K}$ – кути нахилу кривошипу 10, шатуна 9 та коромисла BC до горизонтальної вісі; l_7, l_{DC}, x_{BP} – відповідно довжини шатуна 7, кривошипу DC, переміщення повзуну 6; $\varphi_{1P}, \varphi_{2P}$ – кути нахилу кривошипу DC, шатуна 7 до вертикальної вісі.

Для визначення швидкостей та прискорень точок нитконатягувального пристрою послідовно виконувалася операція диференціювання по часу t рівнянь (1), приймаючи кутову швидкість обертання кривошипу 10 сталою, отримуємо

$$-l_9 \sin \varphi_{2K} \frac{d\varphi_{2K}}{dt} = l_{10} \sin \varphi_{1K} \frac{d\varphi_{1K}}{dt} + l_{BC} \sin \varphi_{3K} \frac{d\varphi_{3K}}{dt}, \quad -l_{DC} \frac{d\varphi_{1P}}{dt} \sin \varphi_{1P} - l_7 \frac{d\varphi_{2P}}{dt} \sin \varphi_{2P} - \frac{dx_{BP}}{dt} = 0,
 \tag{2}$$

$$l_9 \cos \varphi_{2K} \frac{d\varphi_{2K}}{dt} = -l_{10} \cos \varphi_{1K} \frac{d\varphi_{1K}}{dt} - l_{BC} \cos \varphi_{3K} \frac{d\varphi_{3K}}{dt}, \quad l_{DC} \frac{d\varphi_{1P}}{dt} \cos \varphi_{1P} + l_7 \frac{d\varphi_{2P}}{dt} \cos \varphi_{2P} = 0,$$

$$-l_9 \left(\frac{d\varphi_{2K}}{dt} \right)^2 \cos \varphi_{2K} - l_9 \frac{d^2 \varphi_{2K}}{dt^2} \sin \varphi_{2K} = l_{10} \left(\frac{d\varphi_{1K}}{dt} \right)^2 \cos \varphi_{1K} + l_{BC} \left(\frac{d\varphi_{3K}}{dt} \right)^2 \cos \varphi_{3K} + l_{BC} \frac{d^2 \varphi_{3K}}{dt^2} \sin \varphi_{3K},
 \tag{3}$$

$$l_2 w_2^2 \sin \varphi_2 - l_2 \frac{dw_2}{dt} \cos \varphi_2 = -l_1 w_1^2 \sin \varphi_1 - l_3 w_3^2 \sin \varphi_3 + l_3 \frac{dw_3}{dt} \cos \varphi_3,$$

$$-l_{DC} \frac{d^2 \varphi_{1P}}{dt^2} \sin \varphi_{1P} - l_{DC} \left(\frac{d\varphi_{1P}}{dt}\right)^2 \cos \varphi_{1P} - l_7 \frac{d^2 \varphi_{2P}}{dt^2} \sin \varphi_{2P} - l_7 \left(\frac{d\varphi_{2P}}{dt}\right)^2 \cos \varphi_{2P} - \frac{d^2 x_{BP}}{dt^2} = 0,$$

$$l_{DC} \frac{d^2 \varphi_{1P}}{dt^2} \cos \varphi_{1P} + l_{DC} \left(\frac{d\varphi_{1P}}{dt}\right)^2 \sin \varphi_{1P} + l_7 \frac{d^2 \varphi_{2P}}{dt^2} \cos \varphi_{2P} - l_7 \left(\frac{d\varphi_{2P}}{dt}\right)^2 \sin \varphi_{2P} = 0.$$

Отримані системи рівнянь (2) та (3), з урахуванням системи (1), склали математичне забезпечення розробленої під керівництвом професора Щербаня В.Ю. програми для визначення кінематичних та динамічних параметрів точок нитконатягувального пристрою. Основні форми програми представлені на рис.1 б та в. При розрахунках використовувалися наступні дані: $\omega = 1c^{-1}$, $l_{I0} = 0.021$ м, $l_9 = 0.106$ м, $l_7 = 0.094$ м, $l_{BC} = 0.045$ м, $l_{BKX} = 0.0367$ м, $l_{BKY} = -0.0159$ м, $l_{DC} = 0.018$ м, $l_{BD} = 0.040$ м, $H_{OCG} = 0.062$ м, $H_{OCV} = -0.073$ м, $Y_{VS} = 0.1$ Н, $M_U = 0.0015$ Нм. На рис. 2 а, б, в відповідно представлені для коромислової групи графічні залежності переміщень, швидкостей та прискорень точок від кута обертю кривошипу 10.

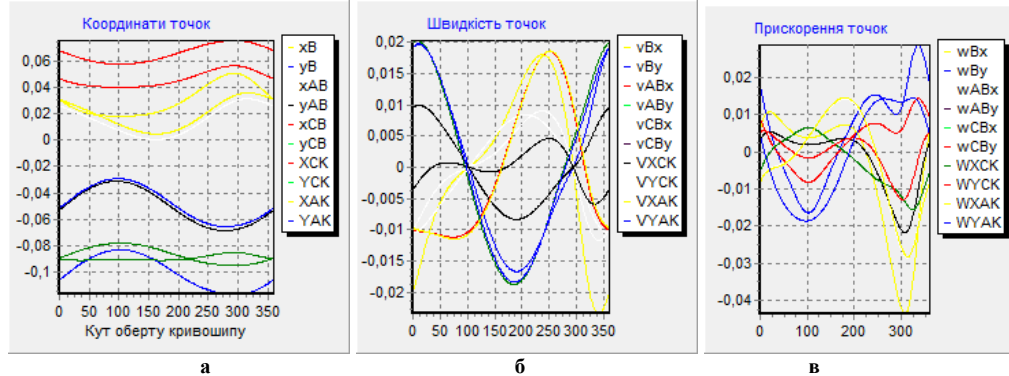


Рис. 2. Визначення переміщень, швидкостей та прискорень для коромислової групи

В таблиці 1 представлені значення переміщень, швидкостей та прискорень точок від кута обертю кривошипу для коромислової групи. Необхідно відзначити, що значення наведені для початку обертю до 5^0 та на при кінці обертю кривошипу від 356^0 до 360^0 . Це пов'язано з тим, що саме в цьому діапазоні відбувається робочий хід фігурного кронштейну.

Таблиця 1

Результати визначення переміщень, швидкості та прискорення точок коромислової групи

U1, град	UU2,рад	UU3,рад	vBx, м	vBy, м	wBx,м/с ²	wBy,м/с ²	wCBx,м/с ²	wCBy,м/с ²	WXBK,м/с ²
0	0,2562	-0,1869	-0,0200	0,0191	0,0057	0,0181	0,0091	0,0091	-0,0054
1	0,2612	-0,1717	-0,0197	0,0192	0,0063	0,0175	0,0087	0,0087	-0,0050
2	0,2657	-0,1571	-0,0194	0,0194	0,0068	0,0168	0,0084	0,0084	-0,0047
3	0,2699	-0,1430	-0,0191	0,0195	0,0073	0,0162	0,0081	0,0081	-0,0044
4	0,2736	-0,1296	-0,0188	0,0195	0,0077	0,0155	0,0078	0,0078	-0,0041
5	0,2770	-0,1166	-0,0185	0,0196	0,0081	0,0149	0,0074	0,0074	-0,0038
356	0,2319	-0,2536	-0,0211	0,0185	0,0030	0,0207	0,0104	0,0104	-0,0068
357	0,2386	-0,2360	-0,0209	0,0187	0,0037	0,0201	0,0100	0,0100	-0,0064
358	0,2449	-0,2191	-0,0206	0,0188	0,0044	0,0194	0,0097	0,0097	-0,0061
359	0,2508	-0,2027	-0,0203	0,0190	0,0051	0,0188	0,0094	0,0094	-0,0057
360	0,2562	-0,1869	-0,0200	0,0191	0,0057	0,0181	0,0091	0,0091	-0,0054

По результатах кінематичних досліджень, використовуючи метод кінетостатики [2], визначені реакції в шарнірних парах. На рис. 3а представлено відповідні залежності. В таблиці 2, для коромислової групи, представлені значення реакцій в залежності від кута обертю кривошипу.

В таблиці 3 представлено розрахунки переміщень, швидкостей та прискорень точок від кута обертю кривошипу для повзункової групи. Отримані результати дозволили, на основі параметричної оптимізації, здійснити модернізацію нитконатягувального пристрою [1].

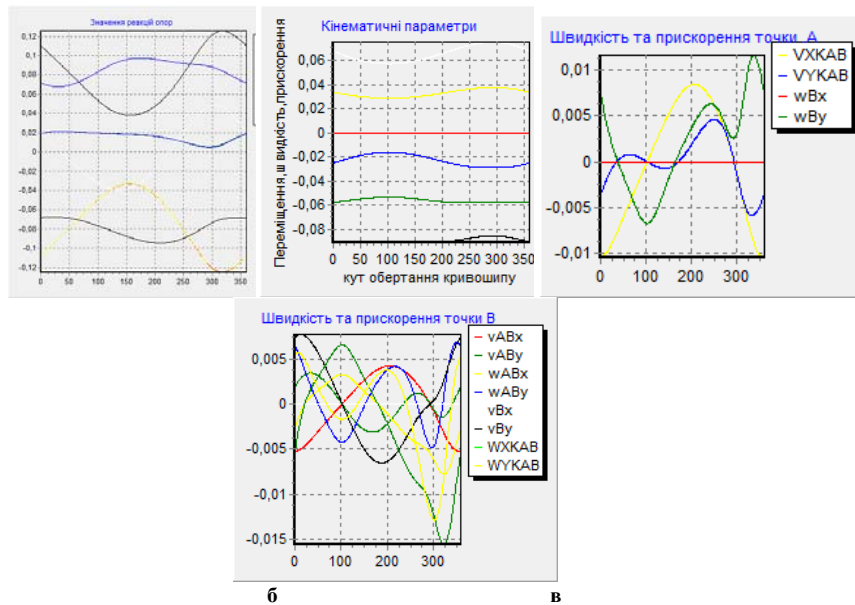


Рис. 3. Результати силового та кінематичного аналізу тарільчастого нитконатягувача

Таблиця 2

Результати визначення реакцій в'язей в тарільчастому нитконатягувачі

U1, гр	XA, Н	YA, Н	XB, Н	YB, Н	XC, Н	YC, Н	RA, Н	RB, Н	RC, Н
0	-0,1086	0,0189	-0,1086	0,0188	0,0215	-0,0682	0,1102	0,1102	0,0715
1	-0,1080	0,0191	-0,1080	0,0190	0,0208	-0,0682	0,1097	0,1097	0,0713
2	-0,1074	0,0193	-0,1074	0,0192	0,0201	-0,0681	0,1091	0,1091	0,0710
3	-0,1068	0,0194	-0,1068	0,0193	0,0194	-0,0681	0,1086	0,1086	0,0708
358	-0,1097	0,0186	-0,1098	0,0185	0,0229	-0,0682	0,1113	0,1113	0,0720
359	-0,1092	0,0188	-0,1092	0,0187	0,0222	-0,0682	0,1108	0,1108	0,0717
360	-0,1086	0,0189	-0,1086	0,0188	0,0215	-0,0682	0,1102	0,1102	0,0715

Висновки

Розроблена конструкція тарільчастого нитконатягувача, яка виключає можливість динамічного зростання натягу при проходженні вузлів, потовщень та проведений кінематичний, кінетостатичний аналіз його роботи. Це дозволило знизити величину натягу та зменшити обривність ниток при їх переробці на трикотажному та швейному устаткуванні.

Для кінематичного та кінетостатичного аналізу роботи пристрою спеціально створена програма для ЕОМ на мові Object Pascal в середовищі Delphi.

Удосконалення конструкції тарільчастого нитконатягувача дозволило повністю виключити динамічне зростання натягу при проходженні вузлів та потовщень, знизити величину відносного середнього натягу на 30 -45% та зменшити обривність нитки в середньому на 8 %.

Таблиця 3

Результати визначення переміщень, швидкості та прискорення точок повзункової групи

U1, град	U2, рад	yB, м	US2, c ⁻¹	UU2, c ⁻²	vBy, м/с	wBy, м/с ²	vABy, м/с ²	wABx, м/с ²	wABy, м/с ²
0	2,3765	-0,0249	-0,1609	-0,0557	0,0073	0,0074	0,0019	-0,0027	0,0064
1	2,3737	-0,0248	-0,1602	-0,0506	0,0074	0,0072	0,0020	-0,0025	0,0063
2	2,3709	-0,0247	-0,1595	-0,0458	0,0074	0,0069	0,0021	-0,0024	0,0062
3	2,3682	-0,0245	-0,1587	-0,0411	0,0075	0,0067	0,0022	-0,0022	0,0061
4	2,3654	-0,0244	-0,1578	-0,0365	0,0075	0,0064	0,0022	-0,0020	0,0060
5	2,3626	-0,0243	-0,1569	-0,0322	0,0076	0,0062	0,0023	-0,0019	0,0059
356	2,3878	-0,0254	-0,1626	-0,0775	0,0071	0,0085	0,0015	-0,0034	0,0067
357	2,3850	-0,0253	-0,1623	-0,0718	0,0071	0,0082	0,0016	-0,0032	0,0066
358	2,3822	-0,0252	-0,1619	-0,0662	0,0072	0,0080	0,0017	-0,0030	0,0066
359	2,3793	-0,0251	-0,1614	-0,0609	0,0073	0,0077	0,0018	-0,0029	0,0065
360	2,3765	-0,0249	-0,1609	-0,0557	0,0073	0,0074	0,0019	-0,0027	0,0064

Література

1. Патент 110982 UA, МКИ D05B 47/00/. Нитконатягувальний пристрій / Щербань В.Ю., Мурза Н.І., Коліско О.З., Шолудько М.І., Семенова І.С. (UA). – № у 2016 04374 ; заявл. 21.04.2016 ; опубл. 25.10.2016, Бюл. № 20.
2. Щербань В.Ю. Алгоритмічні, програмні та математичні компоненти САПР в індустрії моди / В.Ю. Щербань, О.З. Коліско, М.І. Шолудько, В.Ю. Калашник. – К. : Освіта України, 2017. – 745 с.
3. 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.
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. Коліско, 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. Коліско, 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. 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. 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. Patent 110982 UA, SCI D05B 47/00/ Nitkonatyaguval'niiy device/ Scherban V.Yu., Murza N.I., Kolisko O.Z., Sholudko M.I., Semenova I.S. (UA). – №u 2016 04374; declared 21.04.2016; published 25.10.2016, Bulletin N 20.
2. 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.
3. 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.
4. Scherban V.Yu. Mechanics of Threads/ V.Yu.Scherban. -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. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2017.Volume 255. Issue 6. pp.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. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2018.Volume 257. Issue 1. pp.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. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2015.Volume 225. Issue 3. pp.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 axisio. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2015.Volume 223. Issue 2. pp.25-29.
9. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Sholudko M.I.. Comparatived analysis of work of natyazhiteley of filament of textile machines. Khmelnytskyi. 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. Khmelnytskyi. 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. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2018.Volume 259. Issue 2. pp.12-16.

Рецензія/Peer review : 29.05.2018 p.

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