

ЩЕРБАНЬ В.Ю.Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID ID: 0000-0002-4274-4425
scherbanvu@ukr.net**КОЛИСКО О.З.**Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID ID: 0000-0003-4043-1238
kipt@i.com.ua**КОЛИСКО М.І.**Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID ID: 0000-0002-9982-7264
kipt@i.com.ua**КАЛАШНИК В.Ю.**Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID ID: 0000-0002-2345-4377
kipt@i.com.ua**ЩЕРБАНЬ Ю.Ю.**Київський фаховий коледж прикладних наук
ORCID ID: 0000-0001-5024-8387
scherban@i.ua

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АЛГОРИТМУ ДИХОТОМІЇ ПРИ КОМП'ЮТЕРНОМУ ВИЗНАЧЕННІ НАТЯГУ КОМПЛЕКСНИХ НИТОК

Визначення впливу умов взаємодії комплексних ниток з робочими органами ткацьких верстатів та трикотажних машин на зміну натягу має велике значення при удосконаленні технологічних процесів з позиції оптимізації технологічних зусиль в зоні формування тканини та трикотажу. Комп'ютерне визначення натягу комплексних ниток після напрямних великої кривизни базується на чисельному розв'язанні трансцендентних рівнянь з використанням алгоритму дихотомії.

Ключові слова: програмне забезпечення, алгоритм дихотомії, натяг, комплексні нитки.

SHCHERBAN VOLODYMYR YU., KOLISKO OKSANA Z., KOLISKO MARJANA I., KALASHNIK VALERIY YU.
Kyiv National University of Technologies and Design
SHCHERBAN YURYJ YU.
Kyiv Professional College of Applied Sciences

SOFTWARE OF THE ALGORITHM OF THE DICHOTOMY AT COMPUTER DETERMINATION OF TENSION OF COMPLEX THREADS

Improving the existing technological processes of processing complex threads on knitting machines and looms requires determining the change in relative tension in the areas of refueling. The change of tension occurs due to the interaction of complex threads with guides of large curvature, taking into account and without taking into account the radial coverage of the complex thread by the surface of the guide. The task of determining the tension should be based on the use of dichotomy algorithm software in computer determination of the tension of complex threads. Determining the change in relative tension in the areas of filling of complex threads on knitting machines and looms, taking into account and without taking into account the radial coverage of the complex thread by the guide surface, will improve the technology of production of knitwear and fabrics. Improvement of technological processes of the knitting and textile industry should be based on complex researches of process of interaction of complex threads with directing surfaces of big curvature. Obtaining theoretical dependences will allow to obtain equations for determining the tension of the thread in the area of fabric formation and knitwear, reduce the percentage of thread breaks, improve the quality of finished products. Many studies do not take into account the nonlinear relationship between force and coefficient of friction in obtaining the final equations. All this leads to significant differences between theoretical and experimental dependences, which does not allow the use of the former in specific calculations. Downtime of technological equipment associated with the elimination of cliffs is 75-80% of the total downtime. It is possible to significantly reduce the number of breaks by using quality raw materials and optimizing the conditions of thread processing on knitted and textile machines, where their interaction with the guides and working bodies of great curvature takes place. The tension dependences of complex threads have the form of a system of transcendental equations, for the solution of which it is necessary to use numerical methods. The dichotomy method is the most effective.

Keywords: software, dichotomy algorithm, tension, complex threads.

Постановка проблеми

Удосконалення існуючих технологічних процесів переробки комплексних ниток на трикотажних машинах та ткацьких верстатах потребує визначення зміни відносного натягу у зонах заправки. Зміна натягу відбувається за рахунок взаємодії комплексних ниток з напрямними великої кривизни з урахуванням та без урахування радіального охоплення комплексної нитки поверхнею напрямної. Виконання складної задачі визначення натягу повинно базуватися на використанні програмного забезпечення алгоритму дихотомії при комп'ютерному розв'язанні системи трансцендентних рівнянь. Визначення зміни відносного натягу по зонам заправки комплексних ниток на трикотажних машинах та ткацьких верстатах, з урахуванням та без урахування радіального охоплення комплексної нитки поверхнею напрямної, дозволить покращити технологію виготовлення трикотажу та тканин.

Аналіз джерел

Удосконалення технологічних процесів трикотажної та текстильної промисловості повинно базуватися на комплексних дослідженнях процесу взаємодії комплексних ниток з напрямними поверхнями великої кривизни [1, 3-4, 8]. Отримання теоретичних залежностей дозволить отримати рівняння для визначення натягу нитки [2] в зоні формування тканини та трикотажу, зменшити відсоток обривів ниток, поліпшити якість готової продукції [3, 8]. В багатьох дослідженнях не враховується нелінійна залежність сили та коефіцієнту тертя при отриманні остаточних рівнянь [3–9]. Все це призводить до значних розбіжностей між теоретичними та експериментальними залежностями, що не дозволяє використовувати перші при конкретних розрахунках.

Низька якість сировини, недосконала форма заправки комплексних ниток на технологічному устаткуванні, при зростанні натягу по глибини заправки, призводить до обривів. Простої технологічного устаткування, пов'язані з ліквідацією обривів, складають 75–80% від загального часу простоїв [1–3].

Значно скоротити кількість обривів можна шляхом використання якісної сировини та оптимізацією умов переробки ниток на трикотажних машинах та ткацьких верстатах, де має місце їх взаємодія з направляючими та робочими органами великої кривизни. Залежності натягу комплексних ниток мають вигляд системи трансцендентних рівнянь, для розв'язання яких необхідно використовувати чисельні методи. Найбільш ефективним є метод дихотомії [3-4, 8].

Метою роботи є комп'ютерна реалізація алгоритму дихотомії при визначенні натягу комплексних ниток при формуванні трикотажу та тканини.

Виклад основного матеріалу

На рис. 1 а, б представлені ремісні рамки ткацьких верстатів. На рис. 1 в, г представлені трикотажна гілка та платина в'язальних машин. Стрілками показані зони де має місце радіальне охоплення комплексної нитки поверхнею напрямної великої кривизни.

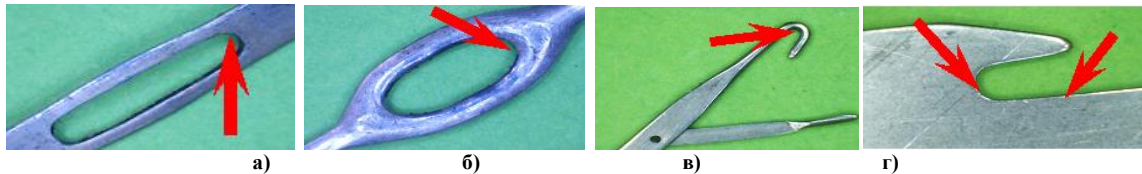


Рис. 1. Загальний вигляд робочих органів ткацьких верстатів та трикотажних машин: а) ремісна рамка ткацького верстата СТБ; б) ремісна рамка ткацького верстата АТВ; в) трикотажна гілка; г) платина трикотажної машини

На рис. 2 а показана розрахункова схема для випадку наявності радіального охоплення, а на рис. 2 б розрахункова схема без радіального охоплення.

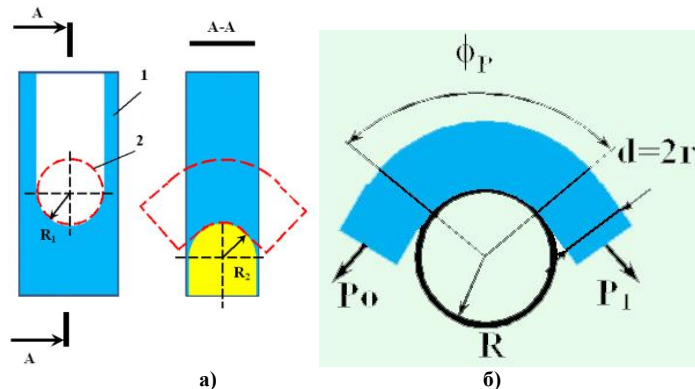


Рис. 2. Розрахункові схеми: а) розрахункова схема взаємодії нитки з урахуванням радіального охоплення; 1 – фрагмент напрямної поверхні; 2 – нитка; R_1 – радіус внутрішнього кола тора; R_2 – радіус твірної кола тора; б) без радіального охоплення

Залежність натягу нитки до та після напрямної без радіального охоплення має вигляд [3-4, 8]

$$P_1 = P_0 \left[1 + \frac{(R+r)}{R+r(I-\delta_0)} (e^{\mu\varphi} - I) \right] + \frac{B_0}{2[R+r(I-\delta_0)]^2} - \varphi = \varphi_P + \arccos \left[1 - \delta_0 \left(\frac{2r}{Rr} \right)^2 \right] + \arccos \left[1 - \delta \left(\frac{2r}{R} \right)^2 \right] - \left(1 \right) - \frac{B_0}{2[R+r(I-\delta_0)]^2} \left[1 + \frac{(R+r)}{R+r(I-\delta_0)} (e^{\mu\varphi} - I) \right] - \arccos \left[1 - \frac{B_0}{2P_0(R+r)^2} \right] - \arccos \left[1 - \frac{B_0}{2P_1(R+r)^2} \right].$$

де P_0 – натяг нитки до напрямної; P – натяг нитки після напрямної; μ – коефіцієнт тертя; R – радіус кривизни напрямної; r – розрахунковий радіус поперечного перетину; B_0 – коефіцієнт жорсткості нитки на вигін; δ_0 , δ – відносна деформація поперечного перетину в точках входу і сходу нитки.

Залежність натягу нитки до та після напрямної з урахуванням радіального охоплення має вигляд [4, 8]

$$P = P_0 \left[1 + \frac{(R+r)}{[R+r(1-\delta_0)]} \left(e^{\frac{4\sin(\frac{\delta_1}{2})}{\delta_1 + \sin(\delta_1)} \mu \phi} - 1 \right) \right] + \left[\frac{B_0}{2[R+r(1-\delta)]^2} \right] - \left[\frac{B_0}{2[R+r(1-\delta_0)]^2} \right] \left[1 + \frac{(R+r)}{[R+r(1-\delta_0)]} \left(e^{\frac{4\sin(\frac{\delta_1}{2})}{\delta_1 + \sin(\delta_1)} \mu \phi} - 1 \right) \right] \quad (2)$$

де δ_1 – радіальний кут охоплення.

Залежності (1) та (2) представляють собою систему трансцендентних рівнянь, які необхідно розв’язувати з використанням алгоритму дихотомії.

На рис. 3 а, б представлені процедури procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject), procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject) головної форми TForm2 = class(TForm) модуля unit Unit2. Процедура procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject) комп’ютерної програми дозволяє визначати натяг нитки після напрямної без радіального охоплення. Процедура procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject) комп’ютерної програми дозволяє визначати натяг нитки після напрямної з урахуванням радіального охоплення нитки поверхнею напрямної.

Реалізація процедури procedure TForm2.N42Click дозволяє здійснювати обрання матеріалу циліндричної напрямної. Процедура procedure N43Click(Sender: TObject) здійснює обрання з бази фрикційних властивостей даних для сталевий циліндричної напрямної. Послідовність розрахунку натягу комплексної нитки після напрямної великої кривизни наступна. На першому етапі обирають матеріал комплексної нитки. На головній формі комп’ютерної програми розташований компонент для обрання комплексної нитки N2: TMenuItem (рис. 2 а, б). Процедура procedure TForm2.N2Click забезпечує обрання виду сировини: процедура procedure TForm2.N38Click для поліамідної комплексної нитки. На другому етапі, при виконанні процедури procedure N7Click(Sender: TObject) обирається вид взаємодії нитки з циліндричною напрямною – з урахуванням радіального охоплення чи без урахування радіального охоплення.

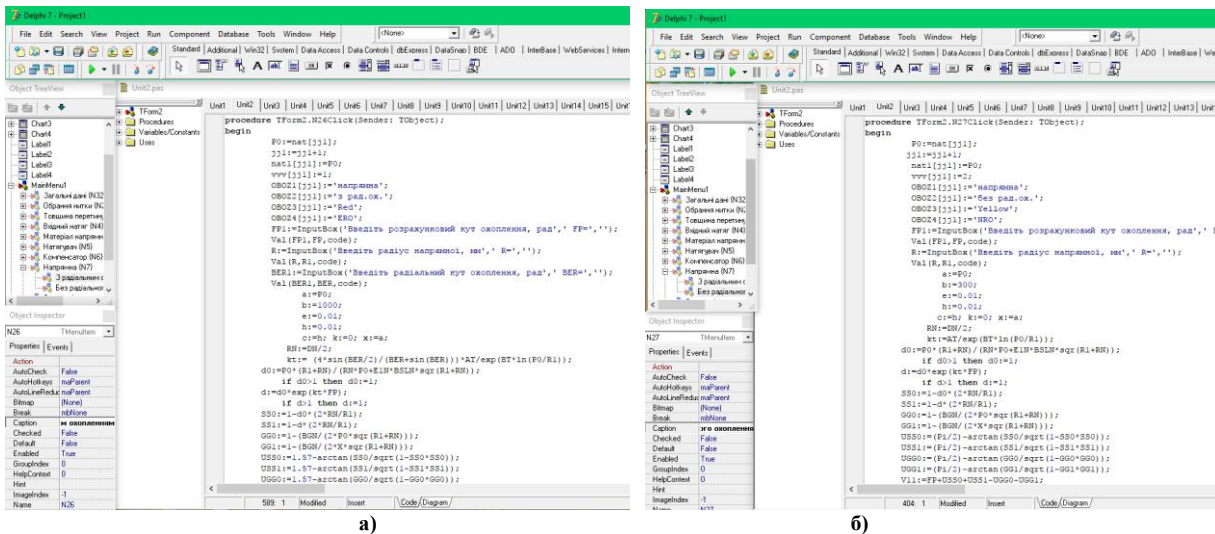


Рис. 3. Головна форма TForm2 = class(TForm) модуля unit Unit2: а) процедура procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject); б) процедура procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)

Були проведені розрахунки для поліамідної комплексної нитки 45 Текс. Для вхідного натягу 10 сН, розрахункового кута охоплення 1.57 рад, радіального кута охоплення 1.57 рад та радіусу напрямної 0.7 мм був визначений вихідний натяг. На рис. 4 а, б представлені діаграми зміни натягу. Аналіз показав, що наявність радіального охоплення збільшує вихідний натяг на 4.9%. Враховуючи, що в лінії заправки технологічного устаткування кількість вузлів може досягати 10–15, зростання натягу в робочій зоні може збільшитися на 50%.

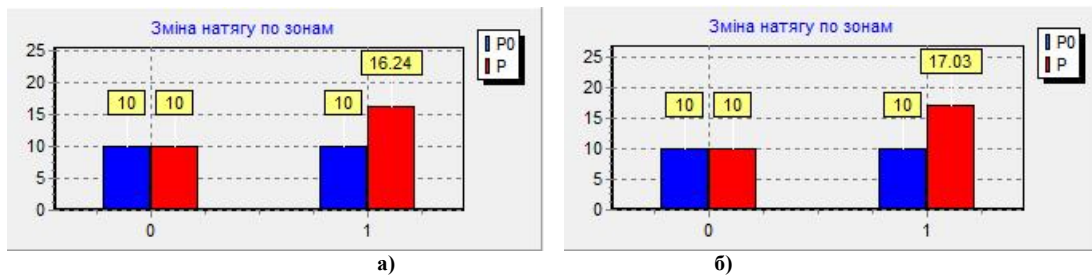


Рис. 4. Діаграми зміни натягу: а) без радіального охоплення; б) з радіальним охопленням

Висновки

Розроблена комп'ютерна програма для чисельного розв'язання трансцендентних рівнянь з використанням алгоритму дихотомії при визначенні натягу комплексних ниток після напямної великої кривизни. Визначення зміни відносного натягу по зонах заправки комплексних ниток на трикотаажних машинах та ткацьких верстатах, з урахуванням та без урахування радіального охоплення комплексної нитки поверхнею напямної, дозволить покращити технологію виготовлення трикотажу та тканин.

Література

1. Слізков А.М. Механічна технологія текстильних матеріалів. Частина II. (Ткацьке, трикотаажне та неткане виробництво) : підручник / А.М. Слізков, В.Ю. Щербань, О.П. Кизимчук. – К. : КНУТД, 2018. – 276 с.
2. 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.
3. Computer systems design: software and algorithmic components / V.Y. Shcherban, O.Z. Kolisko, G.V. Melnyk, M.I. Sholudko, V.Y. Kalashnik. – К. : Education of Ukraine, 2019. – 902 p.
4. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry / V. Yu. Scherban, O.Z. Kolisko, M.I. Sholudko, V. Yu. Kalashnik. – К. : Education of Ukraine, 2017. – 745 p.
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. Yakubitskaya I.A. Dynamic analysis of layout conditions on the end sections of the groove of the winding drum / I.A. Yakubitskaya, V.V. Chugin, V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. – 1997. – № 5. – P. 33–37.
7. Shcherban' V. Warp yarn tension during fabric formation / V. Shcherban', G. Melnyk, M. Sholudko, V. Kalashnyk // Fibres and Textiles. – 2018. – Volume 25. – № 2. – P. 97–104.
8. Щербань В.Ю. Математичні моделі в САПР / В.Ю. Щербань, В.Г. Резанова, С.М. Краснитський. – К. : КНУТД, 2011. – 110 с.
9. Yakubitskaya I.A. Differential equations of the relative motion of the filament element on the end sections of the coil of the winding drum / I.A. Yakubitskaya, V.V. Chugin, V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. – 1997. – № 6. – P. 50–54.

References

- 1.1 Slizkov A.M. Mekhanichna tekhnolohiia tekstylnykh materialiv. Chastyna II. (Tkatske, trykotazhne ta netkane vyrobnytstvo) : pidruchnyk / A.M. Slizkov, V.Iu. Shcherban, O.P. Kyzymchuk. – К. : KNUVD, 2018. – 276 s.
- 1.2 Shcherban V.Iu. Doslidzhennia vplyvu materialu nityky 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.
- 1.3 Computer systems design: software and algorithmic components / V.Y. Shcherban, O.Z. Kolisko, G.V. Melnyk, M.I. Sholudko, V.Y. Kalashnik. – К. : Education of Ukraine, 2019. – 902 p.
- 1.4 Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry / V. Yu. Scherban, O.Z. Kolisko, M.I. Sholudko, V. Yu. Kalashnik. – К. : Education of Ukraine, 2017. – 745 p.
- 1.5 Shcherban V.Iu. Doslidzhennia vplyvu materialu nityky 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.
- 1.6 Yakubitskaya I.A. Dynamic analysis of layout conditions on the end sections of the groove of the winding drum / I.A. Yakubitskaya, V.V. Chugin, V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. – 1997. – № 5. – P. 33–37.
- 1.7 Shcherban V. Warp yarn tension during fabric formation / V. Shcherban, G. Melnyk, M. Sholudko, V. Kalashnyk // Fibres and Textiles. – 2018. – Volume 25. – № 2. – P. 97–104.
- 1.8 Shcherban V.Iu. Matematychni modeli v SAPR / V.Iu. Shcherban, V.H. Rezanova, S.M. Krasnytskyi. – К. : KNUVD, 2011. – 110 s.
- 1.9 Yakubitskaya I.A. Differential equations of the relative motion of the filament element on the end sections of the coil of the winding drum / I.A. Yakubitskaya, V.V. Chugin, V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. – 1997. – № 6. – P. 50–54.