

ЩЕРБАНЬ В. Ю.

<https://orcid.org/0000-0002-4274-4425>e-mail: [scherbanvu@ukr.net](mailto:scherbanvu@ukr.net)

КОЛИСКО О. З.

<https://orcid.org/0000-0003-4043-1238>e-mail: [kipt@i.com.ua](mailto:kipt@i.com.ua)

КОЛИСКО М. І.

<https://orcid.org/0000-0002-9982-7264>e-mail: [kipt@i.com.ua](mailto:kipt@i.com.ua)

КИРИЧЕНКО А. М.

<https://orcid.org/0000-0003-0041-3799>e-mail: [kipt@i.com.ua](mailto:kipt@i.com.ua)

Київський національний університет технологій та дизайну

ЩЕРБАНЬ Ю. Ю.

<https://orcid.org/0000-0001-5024-8387>e-mail: [scherban@i.ua](mailto:scherban@i.ua)

Київський фаховий коледж прикладних наук

## КОМП'ЮТЕРНІ ПРОЦЕДУРИ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОСТІ ПРОЦЕСУ ПОДАЧІ НИТКИ НА КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНИХ МАШИНАХ

*Використання комп'ютерних процедур програмного комплексу для визначення напруженості процесу подачі нитки на круглов'язальних, двофонтурних машинах дозволяє на початковому етапі визначити технологічні навантаження, які будуть виникати в процесі в'язання полотна дволастичним переплетенням в залежності від виду сировини. Комп'ютерне визначення зміни відносного натягу на круглов'язальних, двофонтурних машинах базується на використанні алгоритму рекурсії.*

*Ключові слова: комп'ютерні процедури, програмний комплекс, алгоритм рекурсії, подача нитки, круглов'язальні машини.*

VOLODYMYR SHCHERBAN., OKSANA KOLISKO, MARJANA KOLISKO, ANTON KIRICHENKO  
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine  
YURYJ SHCHERBAN  
Kyiv Professional College of Applied Sciences

## COMPUTER PROCEDURES OF THE SOFTWARE COMPLEX FOR DETERMINING THE TENSION OF THE THREAD SUPPLY PROCESS ON CIRCULAR KNITTING MACHINES

*Determining the intensity of the thread feed process on a circular knitting machine for elastic weaves allows you to initially determine the technological loads that will occur during the interaction of the thread with the guides and working bodies depending on the type of raw material, curvature of guide surfaces, thread feed rate. The tension is changed due to the interaction of the threads with the guides of the circular knitting machine for elastic weaves of large and small curvature, tensioning devices. The development of procedures for the computer determination of thread tension on a circular knitting machine for elastic weaves should be based on the use of object-oriented programming languages. Determining the tension and changes in relative tension in the refueling zones of a circular knitting machine for elastic weaves, taking into account the specifics of the design of the thread feed system, will improve the technology of processing raw materials on a circular knitting machine for elastic weaves.*

*The improvement of technological processes of thread processing on a circular knitting machine for elastic weaves should be based on complex studies of the process of interaction of threads with combined tensioning devices, working guide surfaces of large and small curvature of the feed system. Theoretical dependences for determining the tension will allow to obtain mathematical software used in computer software to calculate the tension and change the relative tension in the refueling zones of circular knitting machine for elastic weaves, reduce the percentage of thread breakage, improve the quality of knitted fabric.*

*You can reduce the tension of the thread feeding process and reduce the number of thread breaks on a circular knitting machine for elastic weaves by using quality raw materials and optimizing the interaction of threads with tensioning devices on a circular knitting machine for elastic weaves, where there is interaction of threads with surfaces large and small curvature. Thread tension relationships are systems of transcendental equations that require numerical methods to solve.*

*Keywords: computer procedures, software package, recursion algorithm, thread feed, circular knitting machines.*

### Постановка проблеми у загальному вигляді

#### та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Визначення напруженості процесу подачі ниток на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень дозволяє на початковому етапі визначити технологічні навантаження, які будуть виникати в процесі взаємодії нитки з напрямними та робочими органами в залежності від виду сировини, кривизни направляючих поверхонь, швидкості подачі нитки. Зміна натягу відбувається за рахунок взаємодії ниток з напрямними круглов'язальної двофонтурної машини для ластичних переплетень великої та малої кривизни, пристроями для натягу. Розробка процедур при комп'ютерному визначенні натягу нитки на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень повинна базуватися на використанні мов об'єктно-орієнтованого програмування. Визначення напруженості та зміни відносного натягу по зонам

заправки круглов'язальної двофонтурної машини для ластичних переплетень, з урахуванням специфіки конструкції системи подачі нитки, дозволить покращити технологію переробки сировини на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень.

### Аналіз досліджень та публікацій

Удосконалення технологічних процесів переробки ниток на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень повинно базуватися на комплексних дослідженнях процесу взаємодії ниток з комбінованими пристроями для натягу, робочими напрямними поверхнями великої та малої кривизни системи подачі [1, 2]. Теоретичні залежності для визначення натягу дозволяють отримати математичне забезпечення [3-7], яке використовується в програмному комп'ютерному комплексі для розрахунку напруженості та зміни відносного натягу по зонам заправки круглов'язальної двофонтурної машини для ластичних переплетень, зменшити відсоток обривів ниток, поліпшити якість трикотажного полотна [5-9].

Недосконала форма лінії заправки нитки на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень, низька якість ниток, при зростанні натягу по глибині заправки, призводить до обривів. Простої круглов'язальної двофонтурної машини для ластичних переплетень, пов'язані з ліквідацією обривів ниток, складають 55-76% від загального часу простоїв [1, 3-8].

Зменшити напруженість процесу подачі нитки та скоротити кількість обривів ниток на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень можна шляхом використання якісної сировини та оптимізацією умов взаємодії ниток з пристроями для натягу на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень, де має місце взаємодія нитки з поверхнями великої та малої кривизни. Залежності натягу ниток мають вигляд систем трансцендентних рівнянь, для розв'язання яких необхідно використовувати чисельні методи [2, 3].

### Формулювання цілей статті








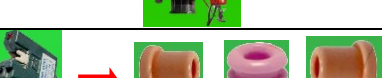

Метою роботи є: розробка комп'ютерних процедур програмного комплексу для визначення напруженості процесу подачі нитки на круглов'язальних машинах.

### Виклад основного матеріалу

В таблиці 1 представлені структурні компоненти системи подачі нитки на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень та відповідні процедури.

Таблиця 1

Структурні компоненти системи подачі нитки та відповідні процедури

Ділянка	Загальний вигляд	Процедура
1-2		procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject)
2-3		procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject) procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject) procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)
3-4		procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)
4-5		procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)
5-8		procedure TForm2.N21Click(Sender: TObject)
8-10		procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject) procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject) procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)
10-11		procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject) procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)
11-13		procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject) procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject) procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)
13-14		procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)

Лінію заправки нитки на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень можна умовно розбити на 14 ділянок: 1 ділянка – від бобіни до спрямовувача нитки I; 2 ділянка – від спрямовувача нитки до вхідного отвору контролера обриву нитки; 3 ділянка – від вихідного отвору контролера обриву нитки до спрямовувача нитки; 4 ділянка – від спрямовувача нитки до спрямовувача нитки; 5 ділянка – від спрямовувача нитки до вхідного отвору торцевого кронштейну пальцевого натягувача нитки; 6 ділянка –

від вхідного отвору торцевого кронштейну пальцевого натягувача нитки до циліндричної поверхні пальцевого натягувача; 7 ділянка – від циліндричної поверхні пальцевого натягувача до вихідного отвору торцевого кронштейну пальцевого натягувача нитки; 8 ділянка – від вихідного отвору торцевого кронштейну пальцевого натягувача нитки до вхідного отвору контролера обриву нитки; 9 ділянка – від вхідного отвору контролера обриву нитки до вихідного отвору контролера обриву нитки; 10 ділянка – від вихідного отвору контролера обриву нитки до вертикального накопичувача нитки барабанного типу; 11 ділянка – від вертикального накопичувача нитки барабанного типу до вхідного отвору контролера обриву нитки; 12 ділянка – від вхідного отвору контролера обриву нитки до вихідного отвору контролера обриву нитки; 13 ділянка – від вихідного отвору контролера обриву нитки до вхідного отвору водія нитки; 14 ділянка – від вхідного отвору водія нитки до зони в'язання.

На ділянці 1-2 використовується процедура `procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject)`, яка описує взаємодію нитки направляючою у формі тора. На рис.1а представлений фрагмент програмного коду для комп'ютерної процедури `procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject)`. На ділянці 2-3 нитка взаємодіє з контролером обриву нитки. З таблиці 1 видно, що його можна замінити 3 напрямними. Послідовність виконання процедур `procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)`, `procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject)` та `procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)` дозволяє визначити натяг після цього контролеру. На ділянках 3-4 та 4-5 відбувається взаємодія нитки з 2 напрямними у формі тора. Повторне виконання процедури `procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)` дозволяє визначити натяг нитки перед пальцевим натягувачем. На рис.1б представлений фрагмент програмного коду для комп'ютерної процедури `procedure TForm2.N21Click(Sender: TObject)`. Для визначення натягу на ділянці 5-8 використовуємо процедуру `procedure TForm2.N21Click(Sender: TObject)`. Визначення натягу нитки на ділянці 8-10 проводимо по аналогії з ділянкою 2-3 за допомогою комп'ютерних процедур `procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)`, `procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject)` та `procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)`.

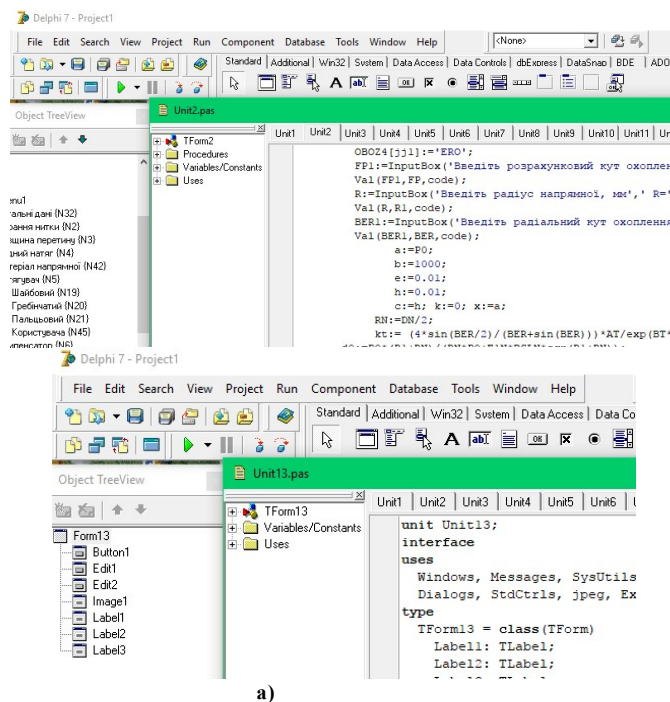


Рис. 1. Фрагменти програмного коду: а) для комп'ютерної процедури `procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject)` для напрямної у формі тора; б) для комп'ютерної процедури `procedure TForm2.N21Click(Sender: TObject)` для пальцевого натягувача нитки

Для визначення натягу на ділянці 10-11 використовували процедуру `procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)` послідовно два рази. Визначення натягу нитки на ділянці 11-13 проводимо по аналогії з ділянкою 2-3 за допомогою комп'ютерних процедур `procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)`, `procedure TForm2.N26Click(Sender: TObject)` та `procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)`. На ділянці 13-14 для визначення натягу використовували процедуру `procedure TForm2.N27Click(Sender: TObject)`.

Реалізація комплексу процедур (таблиця 1) була отримана діаграма зміни відносного натягу нитки на круглов'язальній двофонтурній



Рис. 2. Діаграма зміни відносного натягу нитки на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень по ділянках заправки

машині для ластичних переплетень по ділянках заправки, яка представлена на рис. 2.

Дана діаграма дозволяє робити висновки про напруженість процесу переробки нитки. Аналіз діаграми показав, що до вертикального накопичувача нитки барабанного типу натяг зростає за рахунок взаємодії нитки з поверхніями конструктивних елементів системи заправки. Після проходження вертикального накопичувача нитки барабанного типу натяг починає знову зростати і досягає свого відносного максимуму в зоні в'язання. Максимальне значення складає майже 1,25 перед 8 зоною. Виходячи з цього можна стверджувати, що накопичувач нитки барабанного типу, виконуючи свою функцію по зменшенню натягу, не виключає можливості обриву на ділянці між 1 та 8 зонами. Після оптимізації лінії заправки аналіз результатів по визначенню напруженості та зміни відносного натягу нитки по зонах на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень показав, що тенденція зберігається як і у випадку до оптимізації. Проте значення відносного натягу значно зменшилися. Так у 7 зоні відносний натяг вже складав 1,1, що майже на 12% менше ніж у випадку до оптимізації. Проведені дослідження дозволили обрати оптимальну форму та геометричні розміри структурних елементів системи подачі нитки на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень і знизити нерівномірність натягу для віскозної пряжі 30 текс.

### Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Розробка комп'ютерних процедур програмного комплексу для визначення напруженості процесу подачі нитки на круглов'язальних машинах дозволила зменшити значення відносного натягу по зонам заправки на круглов'язальній двофонтурній машині для ластичних переплетень на 10-12%.

### Література

1. Щербань В.Ю. Механіка нитки / В.Ю. Щербань. – К. : Освіта України, 2018. – 533 с.
2. Щербань В.Ю. Базове проектує забезпечення САПР в індустрії моди / В.Ю. Щербань, Ю.Ю. Щербань, О.З. Колиско, Г.В. Мельник, М.І. Шолудько, В.Ю. Калашник. – К. : Освіта України, 2018. – 902 с.
3. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application / V. Yu. Scherban, S.M. Krasnitsky, V.G. Rezanov. – К. : KNUVD, 2011. – 220 p.
4. Щербань В.Ю. САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности / В.Ю. Щербань, О.И. Волков, Ю.Ю. Щербань. – К. : Бумсервис, 2004. – 519 с.
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. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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. Scherban V.Yu. Mechanics of Threads / V.Yu.Scherban. -K.: Formation of Ukraine, 2018. - 533 p.
2. Shcherban V.Yu. Basic design support of CAD in the fashion industry / V.Y. Shcherban, Y.Y. Shcherban, O.Z. Kolisko, G.V. Melnik, M.I. Sholudko, V.Y. Kalashnik. - Kyiv: Education of Ukraine, 2018. - 902 p.
3. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application / V. Yu. Scherban, S.M. Krasnitsky, V.G. Rezanov..-K.:KNUVD, 2011. -220p.
4. Scherban V.Yu. CAD equipment and technological processes for light and textile industries / V.Yu. Shcherban, O.I. Volkov, Yu.Yu. Shcherban. - K.: Boomservice, 2004. - 519 p.
5. 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 // *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*. - .2015.Volume 223. Issue 2. pp.25-29.
6. Computer systems design: software and algorithmic components / V.Y. Shcherban, O.Z. Kolisko, G.V. Melnyk, M.I. Sholudko, V.Y. Kalashnik. – K.: Education of Ukraine, 2019. – 902 p.
7. 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.
8. Shcherban V. Warp yam tension during fabric formation / V. Shcherban, G. Melnyk, M. Sholudko, V. Kalashnyk // *Fibres and Textiles*. – 2018. – volume 25. – №2. – PP.97-104.
9. 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.

Рецензія/Peer review : 09.01.2022 p.

Надрукована/Printed : 28.02.2022 p.