

В. Ю. ЩЕРБАНЬ, Ю. В. МАКАРЕНКО, О. З. КОЛИСКО, Л. Є. ГАЛАВСЬКА

Київський національний університет технологій та дизайну

Ю. Ю. ЩЕРБАНЬ

Київський фаховий коледж прикладних наук

## КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ РЕКУРСІЇ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ НАТЯГУ НИТОК ПРИ ФОРМУВАННІ БАГАТОШАРОВИХ ТКАНИН З ПОЛІЕТИЛЕНОВИХ НИТОК

*Багатошарові тканини з поліетиленових ниток широко використовуються для виробів речового майна та тактичного спорядження військовослужбовців, здатних захищати тіло людини від впливу вогнепальної, холодної, ріжучої, колючої зброї, ударного та ударно-дробового впливу. Оптимізація процесу їх виготовлення полягає в оптимізації натягу основних поліетиленових ниток перед зоною формування. Для цього необхідно визначити зміну відносного натягу по зонах заправки поліетиленових ниток на ткацькому верстаті. Виконання цієї складної задачі повинно базуватися на використанні спеціально розроблених комп'ютерних програм. Враховуючи специфіку переробки ниток на ткацькому верстаті, при визначенні відносного натягу в кожній окремій зоні, необхідно використовувати алгоритм рекурсії, коли вихідний натяг нитки з попередньої зони буде являтися вхідним для наступної зони.*

*Ключові слова:* багатошарові тканини, комп'ютерна програма, натяг, нитка, алгоритм рекурсії.

V. Yu. SHCHERBAN, Ju. V. MAKARENKO, O. Z. KOLISKO, L. E. HALAVSKA

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

Yu. YU. SHCHERBAN

Kyiv Professional College of Applied Sciences

## COMPUTER IMPLEMENTATION OF RECURSION ALGORITHM DETERMINATION OF THREAD TENSION DURING FORMATION OF MULTILAYER FABRICS FROM POLYETHYLENE THREADS

*Multilayer fabrics made of polyethylene threads are widely used for products of real property and tactical equipment of servicemen capable of protecting the human body from the influence of firearm, cold, cutting, spiny weapons, shock and shock-fractional influences. Optimization of the process of their manufacture is to optimize the tension of the main polyethylene threads in front of the formation zone. To do this, it is necessary to determine the change in relative tension on zones of filling of polyethylene threads on a loom. The execution of this complex task should be based on the use of specially designed computer programs. Taking into account the specifics of the processing of threads on a weaving machine, when determining the relative tension in each individual zone, it is necessary to use a recursion algorithm when the initial tension of the thread from the previous zone will be input for the next zone. Designing new and improvement of existing technological processes of processing polyethylene complex threads on weaving machines requires a change in relative tension on zones of refueling of basic threads. The execution of this complex task should be based on the use of specially designed computer programs using a recursion algorithm. Determination of the change in relative tension on zones of filling of polyethylene complex threads on weaving machines, taking into account the material of the guide, will improve the technology of manufacturing multilayer fabrics that are used to manufacture products of real property and tactical equipment of servicemen capable of protecting the human body from the influence of firearms, cold, cutting, spiny weapons, shock and shock-fractional influences. Improvement of existing technological processes of processing polyethylene complex threads on weaving machines will reduce the downtime that arise when breaking the threads. This negatively affects the productivity of weaving machine tools, reduces the quality of multilayer tissues. Minimization of tension in each line of refueling line of basic polyethylene complex threads will reduce the likelihood of a cliff of the thread, which is important for improving technological processes from the position of increasing the productivity of weaving machine tools and the quality of multilayer tissues. Mathematical provision of a computer program requires the development of thread interaction models with surfaces of scala, framing guides, holes of the remission framework taking into account the real physical and mechanical properties of complex threads and yarns and their real geometric and constructive parameters. The main factor affects the growth of the tension of polyethylene complex threads is the force of friction. It characterizes the friction properties of the threads and conditions of their interaction with the surfaces of the scala, framing guides, holes of the striped frames.*

*Keywords:* multilayer fabrics, computer program, tension, thread, recursion algorithm.

### Постановка проблеми

Проектування нових та удосконалення існуючих технологічних процесів переробки поліетиленових комплексних ниток на ткацьких верстатах потребує визначення зміни відносного натягу по зонах заправки основних ниток. Виконання цієї складної задачі повинно базуватися на використанні спеціально розроблених комп'ютерних програм з використанням алгоритму рекурсії. Визначення зміни відносного натягу по зонах заправки поліетиленових комплексних ниток на ткацьких верстатах, з урахуванням матеріалу напрямної, дозволить покращити технологію виготовлення багатошарових тканин, які використовуються для виготовлення виробів речового майна та тактичного спорядження військовослужбовців, здатних захищати тіло людини від впливу вогнепальної, холодної, ріжучої, колючої зброї, ударного та ударно-дробового впливу.

### Аналіз джерел

Удосконалення існуючих технологічних процесів переробки поліетиленових комплексних ниток на ткацьких верстатах призведе до зменшення простой, які виникають при обриві нитки [1, 2]. Це негативно впливає на продуктивність ткацьких верстатів, зменшує якість багатошарових тканин. Мінімізація натягу в кожній зоні лінії заправки основних поліетиленових комплексних ниток дозволить зменшити ймовірність

обриву нитки, що має важливе значення для удосконалення технологічних процесів з позиції підвищення продуктивності ткацьких верстатів та якості багатошарових тканин [3, 5–11]. Математичне забезпечення комп'ютерної програми вимагає розробки моделей взаємодії ниток з поверхнями скала, ламельних напрямних, отворів ремізних рамок з урахуванням реальних фізико-механічних властивостей комплексних ниток та пражі та їх реальних геометричних та конструктивних параметрів [3–9]. Основним чинником, який впливає на зростання натягу поліетиленових комплексних ниток є сила тертя. Вона характеризує фрикційні властивості ниток та умови їх взаємодії з поверхнями скала, ламельних напрямних, отворів ремізних рамок [2, 8]. Коефіцієнт тертя між ниткою та напрямною визначає величину відносного зростання натягу в кожній окремій зоні. Таким чином, тема даної статті є актуальною, яка має важливе значення для удосконалення існуючих технологічних процесів переробки поліетиленових комплексних ниток на ткацьких верстатах.

Розробка та удосконалення спеціальних комп'ютерних програм, для визначення натягу в кожній зоні лінії заправки нитки ткацького верстата, дозволяє покращити технологію виготовлення багатошарових тканин, які використовуються для виготовлення виробів речового майна та тактичного спорядження військовослужбовців, здатних захищати тіло людини від впливу вогнепальної, холодної, ріжучої, колючої зброї, ударного та ударно-дробового впливу [10, 11].

**Метою роботи** є комп'ютерна реалізація алгоритму рекурсії при визначенні натягу ниток при формуванні багатошарових тканин з поліетиленових ниток.

### Виклад основного матеріалу

На рис. 1, а представлений загальний вигляд поліетиленової комплексної нитки 44 текс, яка складається з 140 окремих філаментів. На рис. 1, б, в представлені схеми взаємодії поліетиленової комплексної нитки з отвором Галева ремізної рамки. В даному випадку має місце взаємодія нитки з напрямною великої кривизни.

На головній формі комп'ютерної програми розташований компонент для обрання матеріалу сировини N2: TMenuItem (рис. 2а). Процедура procedure TForm2.N2Click забезпечує обрання виду сировини: процедура procedure TForm2.N28Click забезпечує введення даних для бавовняної пражі; процедура procedure TForm2.N29Click для вовняної пражі; процедура procedure TForm2.N36Click для шовкової нитки; процедура procedure TForm2.N37Click для віскозної нитки; процедура procedure TForm2.N38Click для капронової комплексної нитки; процедура procedure TForm2.N39Click для лавсанової нитки; процедура procedure TForm2.N40Click для льняної нитки; процедура procedure TForm2.N30Click для капронової монопнитки, процедура procedure TForm2.N17Click для поліетиленової комплексної нитки.

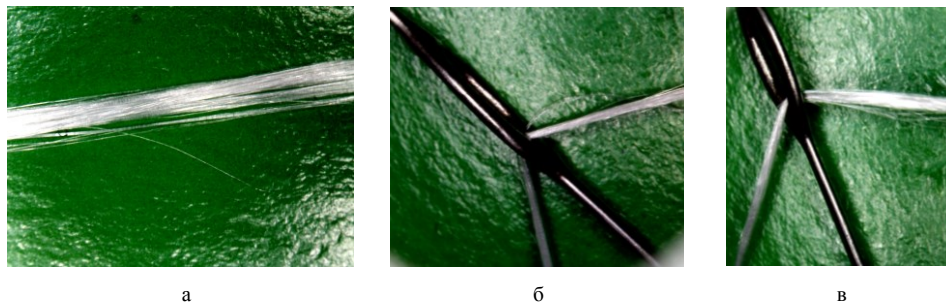


Рис. 1. Загальний вигляд: а – поліетиленова комплексна нитка 44 текс; б–в – схеми взаємодії з отвором Галева ремізної рамки

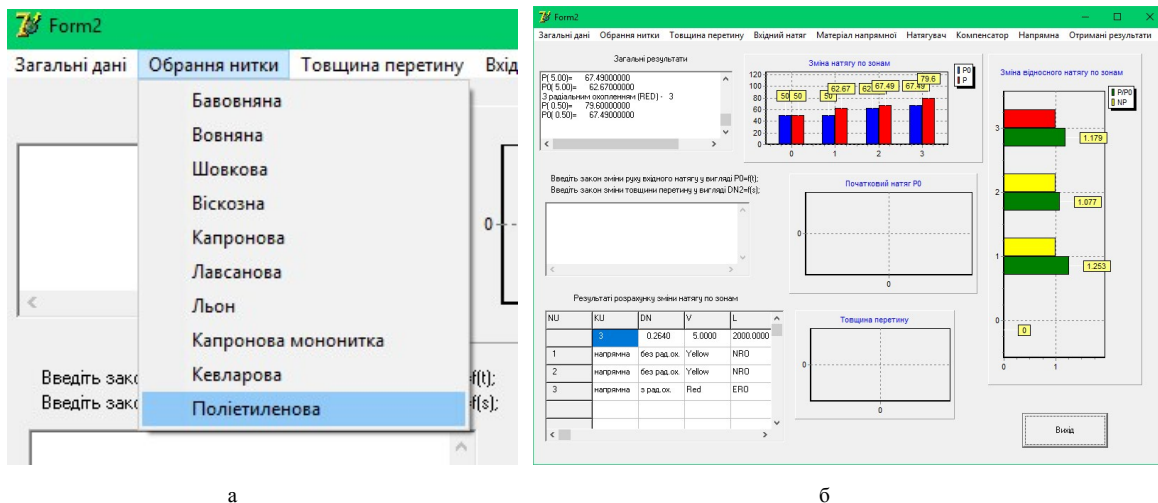


Рис. 2. Компоненти головного меню MainMenu1:  
а – TMainMenu модуля unit2: N5: TMenuItem; б – результати розрахунків TForm2 = class(TForm)

Реалізація 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 виконання процедур наступна. На першому етапі обирають матеріал сировини – procedure.TForm2.N17Click для поліетиленової комплексної нитки. На другому етапі, при виконанні процедури procedure.N7Click(Sender: TObject) обирається вид взаємодії нитки з циліндричною напрямною скала – процедура procedure.TForm2.N27Click відповідає випадку без радіального охоплення. На третьому етапі обирається вид взаємодії нитки з циліндричною ламельною напрямною – процедура procedure.TForm2.N27Click. На четвертому етапі обирається вид взаємодії нитки з циліндричною напрямною отвору Галева ремісної рамки – відповідає процедура procedure.TForm2.N26Click з урахуванням радіального охоплення.

На рис. 2, б представлена головна форма TForm2 = class(TForm) з результатами визначення натягу по зонам заправки та відносного натягу при формуванні багатошарової тканини на ткацькому верстаті. В таблиці 1 представлені значення натягу поліетиленових основних ниток по зонах заправки ткацького верстата.

Таблиця 1

**Значення натягу поліетиленових основних ниток по зонах заправки ткацького верстата**

NU	KU	DN	V	L	T	P0	P	P/P0
	3	0.2640	5.0	2000.0	400.0			
1	Напрямна	без рад. ох.	Yellow	NRO		50.00	62.67	1.25
2		без рад. ох.	Yellow	NRO		62.67	67.49	1.07
3		з рад. ох.	Red	ERO		67.49	79.60	1.17

### Висновки

Розроблена комп'ютерна програма для визначення відносного натягу по зонах заправки технологічного обладнання. Визначення зміни відносного натягу по зонах заправки поліетиленових комплексних ниток на ткацьких верстатах, з урахуванням матеріалу напрямної, дозволило покращити технологію виготовлення багатошарових тканин, які використовуються для виготовлення виробів речового майна та тактичного спорядження військовослужбовців, здатних захищати тіло людини від впливу вогнепальної, холодної, ріжучої, колючої зброї, ударного та ударно-дробового впливу.

### Література

1. 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.
2. Слізков А.М. Механічна технологія текстильних матеріалів. Частина II. (Ткацьке, трикотажне та неткане виробництво) : підручник / А.М. Слізков, В.Ю. Щербань, О.П. Кизимчук. – К. : КНУТД, 2018. – 276 с.
3. 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. – P. 10–15.
4. 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.
5. Щербань В.Ю. Математические модели в САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности / Щербань В.Ю., Волков О.И., Щербань Ю.Ю. – К. : КНУТД, 2003. – 600 с.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

### References

1. 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.

2. Slizkov A.M. Mekhanichna tekhnolohiia tekstylnykh materialiv. Chastyna II. (Tkatske, trykotazhne ta netkane vyrobnytstvo) : pidruchnyk / A.M. Slizkov, V.Iu. Shcherban, O.P. Kyzymchuk. – K. : KNUVD, 2018. – 276 s.
3. Scherban V. Interaction yarn guide surface / V. Scerban, M. Sholudko, V. Kalashnik, O. Kolisko // Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May 2015. – Volume 4.– Number 3. – R. 10–15.
4. Shcherban V.Iu. Porivnialnyi analiz roboty nytkonatiyahuvachiv 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.
5. Sherban V.Yu. Matematicheskie modeli v SAPR oborudovaniya i tehnologicheskikh processov legkoj i tekstilnoj promyshlennosti / Sherban V.Yu., Volkov O.I., Sherban Yu.Yu. – K. : KNUVD, 2003. – 600 s.
6. 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. – R. 18–23.
7. 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. – R. 23–27.
8. 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. – R. 22–26.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

В. Ю. ЩЕРБАНЬ  
Ю. В. МАКАРЕНКО  
О. З. КОЛИСКО  
Ю. Ю. ЩЕРБАНЬ  
Л. Є. ГАЛАВСЬКА

ORCID ID: 0000-0002-4274-4425 scherbanvu@ukr.net  
ORCID ID: 0000-0003-0884-6097 july.victorivna@gmail.com  
ORCID ID: 0000-0003-4043-1238 kipt@i.com.ua  
ORCID ID: 0000-0001-5024-8387 scherban@i.ua  
ORCID ID: 0000-0002-6994-6641 galavska.ly@knuvd.edu.ua

Рецензія/Peer review : 06.05.2021 р.

Надрукована/Printed :30.06.2021 р.