

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕФЕКТА НА ЗАКЛЮЧИТЕЛНИТЕ ОБРАБОТКИ ВЪРХУ КОЕФИЦИЕНТИТЕ НА ТРИЕНЕ НА ТЪКАНИ ОТ ЕСТЕСТВЕНА КОПРИНА

Диана ГЕРМАНОВА-КРЪСТЕВА¹, Райка ЧИНГОВА²,
Сашо АЛЕКСАНДРОВ³, Умме КАПАНЪК²

¹Технически университет - София, катедра "Текстилна техника"
бул. Кл. Охридски 8, 1000 София, България
e-mail: dianakra@tu-sofia.bg

²ЮЗУ "Неофит Рилски", катедра "Машиностроителна техника и технологии"
ул. Иван Михайлов 66, 2700 Благоевград, България
e-mail: raikach@abv.bg, umi12@abv.bg

³Технически университет - Габрово, катедра "Индустриален дизайн и текстилна техника"
ул. Хаджи Димитър 4, 5300 Габрово, България
e-mail: sasho49@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Изследването е проведено с 4 тъкани от естествена коприна, имащи различна структура: сплитки, гъстини и линейни плътности на основните и вътъчните нишки.

Измерени са следните характеристики на тъканите "на сурово" и "на готово": площна маса; гъстини на основните и вътъчните нишки; статични и динамични коефициенти на триене.

Коефициентите на триене са измерени с помощта на тѐметър MXD-02 на Labthink, Китай, съгласно БДС EN ISO 8295: 2006. Те са определени при различна сила на натиск: 200, 300 и 400 g и в различни посоки: основни-основни и основни-вътъчни нишки.

Изчислени са процентите на промяна в изследваните характеристики.

Резултатите са представени в таблична и графична форма.

Ключови думи: статични и динамични коефициенти на триене, тъкани от естествена коприна, заключителни обработки

STUDY OF THE EFFECT OF FINISHING TREATMENT ON THE COEFFICIENTS OF FRICTION OF FABRICS FROM NATURAL SILK

Diana GERMANOVA-KRASTEVA¹, Rayka CHINGOVA²,
Sasho ALEKSANDROV, Umme KAPANYK²

¹Technical University, Faculty of Power Engineering and Power Machines, Textile Department,
8, Kl. Ohridski Blvd, Sofia, Bulgaria
e-mail: dianakra@tu-sofia.bg

²South-West University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering and Technologies,
66, Ivan Mihaylov Str., Blagoevgrad, Bulgaria

ABSTRACT

The study was performed on 4 fabrics of different structure: weaves, densities of the warp and weft threads in fabric and linear densities of the threads.

The following fabric characteristics before and after finishing were measured: mass per square area; densities of the warp and weft threads; static coefficients of friction; dynamic coefficients of friction.

The friction coefficients were measured using the -meter MXD-02 of Labthink, China, according to BDS EN ISO 8295:2006. They are determined at different levels of pressure: 200, 300 and 400 g and in different directions: warp-warp threads and warp-weft threads. The percentages of change in the studied characteristics were calculated.

Results are presented in tabular and graphical form.

Keywords: static and dynamic coefficients of friction, fabrics from natural silk, finishing

ВЪВЕДЕНИЕ

Изследването на коефициентите на триене на тъканите е свързано както решаване на технологични проблеми като накатаване, рязане и последващо разделяне, опаковане и съхранение, така и с напълно потребителски изисквания като плъзгане по тялото, драпируемост и др.

При копринените тъкани, които поради финеса на нишките се характеризират с ниска площна маса, проблемите с технологичността при преработка стават още по-актуални.

Други характеристики, които влияят на статичните и динамичните коефициенти на триене, са строежът и съставът на нишката. Естествената копринена нишка (греж) е съставена главно от два протеина - фиброин (около 70-80%) и серицин (20-30%).

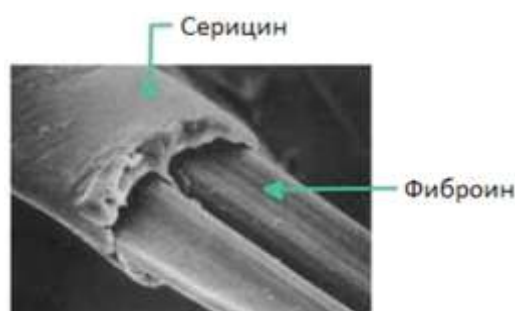
Фиброиновите нишки, отделяни от двете копринени жлези на *Bombyx mori* (Фигура 1), са гладки и меки и образуват структурен център на коприната. Серицинът е покритие с аморфна структура, слепващ двете нишки, който придава твърдост на суровата нишка (Фигура 2).



Фигура 1 Формиране на копринената нишка [1]

Поради твърдостта на нишката обикновено тъкането се извършва с нишки от сурова коприна. След тъкане платът преминава през серия от заключителни обработки, основната от които е изваряването, чиято цел е отстраняването на серицина - частично или напълно. Други обработки, на които тъканите от естествена коприна могат да бъдат подложени, са [1]:

- утежняване - за компенсиране на загубата на маса от изваряването, придаване на блясък, подобряване на опипа и драпируемостта на изделието;
- избелване - за получаване на чисто бял цвят и ясни тонове при багрене;
- багрене или печатане - за получаване на желан цвят или десен.



Фигура 2 Строеж на копринената нишка [2]

В резултат на обработките настъпват промени в структурата и състава на нишките, поради което се очаква промяна в стойностите на коефициентите на триене на готовите тъкани спрямо тези на суровите.

Целта на настоящата работа е да се оцени ефекта от заключителните обработки върху статичните и динамичните коефициенти на триене на тъканите от естествена коприна.

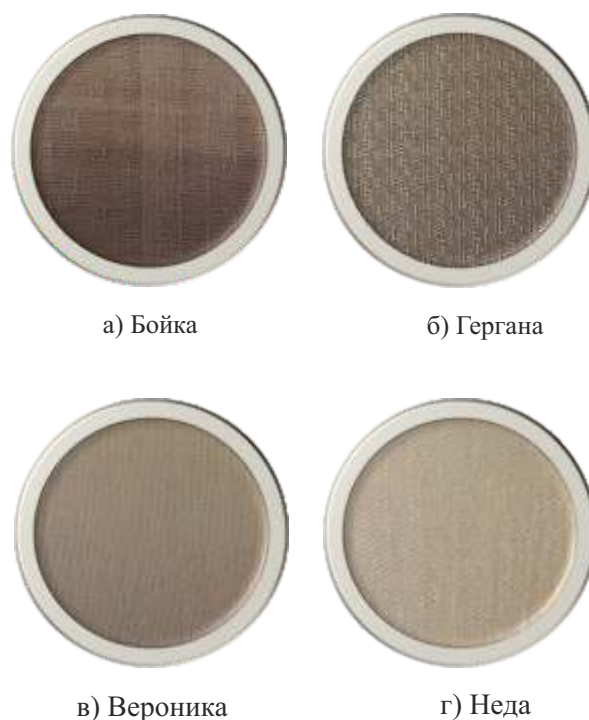
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

За изследването са използвани 4 тъкани от естествена коприна, производство на фирма "Свила" АД, Хасково, чиито структури "на готово" са показани на **Фигура 3**.

Определени са следните характеристики на тъканите преди и след обработка, обобщени в **Таблица 1**:

- площна маса;
- линейни плътности на основните и на вътъчните нишки;
- гъстини на основните и вътъчните нишки.

Заключителните обработки включват изваряване и багрене.



Фигура 3 Структура на изследваните тъкани

Таблица 1

Характеристики на изследваните тъкани от естествена коприна

Артикул	Площна маса, g/m ²	Линейна плътност, dtex		Гъстина, н./dm	
		основа	вътък	основа	вътък
Бойка суров	94	31	31x3	1440	340
Бойка готов	76	N/A*	N/A	1660	350
Гергана суров	100	31	31x2/89	1460	170/170
Гергана готов	80	N/A	N/A	1550	175/175
Вероника суров	197	31	62,5 tex (буретна прежда)	2000	196
Вероника готов	170	N/A	N/A	2060	200
Неда суров	165	31	62,5 tex (ЕК/ВИ 50/50 буретна прежда)	973	192
Неда готов	140	N/A	N/A	980	195

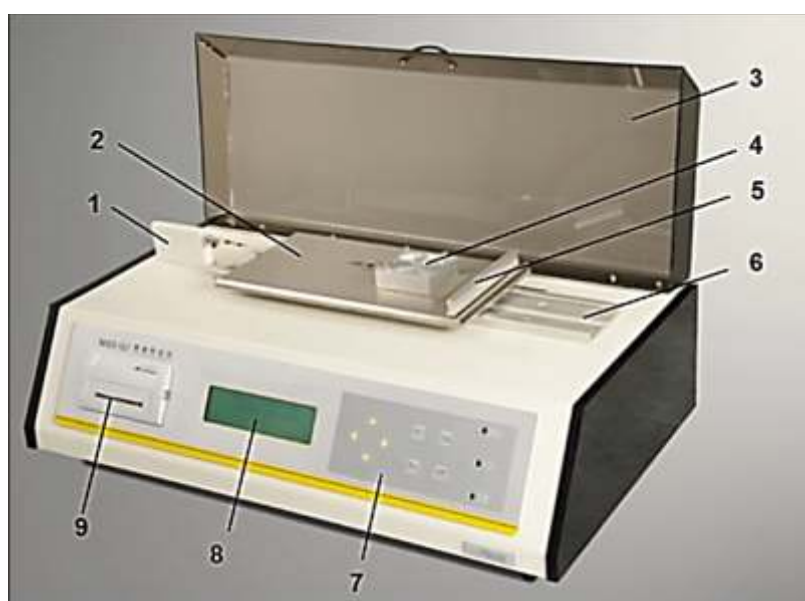
* Поради трудоемкостта и неточността на изпитването, линейните плътности на нишките в готовите тъкани не са определяни. За оценка на степента на изваряване и свиваемостта на тъканите е използвана загубата на площна маса и промяната в гъстините на нишките.

Резултатите в **Таблица 1** ясно показват, че след изваряване масовите и структурни характеристики на изследваните тъкани значително се променят. Установена е свиваемост и в двете посоки - по направление на основните и на вътъчните нишки, като тя е значително по-голяма в основна посока (6,3%) спрямо вътъчна (2,4%).

Независимо, че се наблюдава свиваемост, която би трябвало да доведе до повишаване на площната маса, налице е загуба на маса. Площната маса на изследваните тъкани намалява с 14

до 20%, което означава, че фактическата загуба на маса в резултат на отстранения серицин е още малко по-голяма. По-ниски са загубите на маса за артикулите Вероника и Неда ($14 \div 15\%$), тъй като вътъчните има нишки са изработени не от копринена нишка, а от прежда от отпадъчни копринени влакна.

За определяне на коефициентите на триене е използван уредът MXD-02 на фирма Labthink, Китай (**Фигура 4**).



Фигура 4 Общ вид на уреда MXD-02

1. Силоизмерителен сензор; 2. Подвижна плоча; 3. Капак; 4. Плъзгащо се блокче; 5. Притискаща клема;
6. Направляваща релса; 7. Контролен панел; 8. LCD дисплей; 9. Микропринтер

Статичният коефициент е определен от силата, отчетена в 16-тата секунда от началото на теста, тъй като в този момент металната нишка, свързваща силоизмерителя и блокчето, се изправя и започва плъзгане на блокчето.

Динамичният коефициент е определен от средната стойност на измерените триещи сили след 16-тата секунда (**Фигура 5**).

Изследванията са проведени съгласно БДС EN ISO 8295:2006. Триенето е извършено върху тъкан в тъкан, блокчето е с маса 200 g, а скоростта на плъзгане - 100 mm/min.

За определяне влиянието на силата на натиск върху коефициентите на триене върху блокчето са поставяни допълнителни тежести. Извършени са измервания при натиск от 200 g, 300 g и 400 g.



Фигура 5 Изменение на силата на триене във времето

За всеки материал са извършени по три измервания в различни посоки: основни-основни и основни-вътъчни нишки, като сред-

ните стойности са представени в **Таблица 2**. Триенето се извършва лицева с лицева страна.

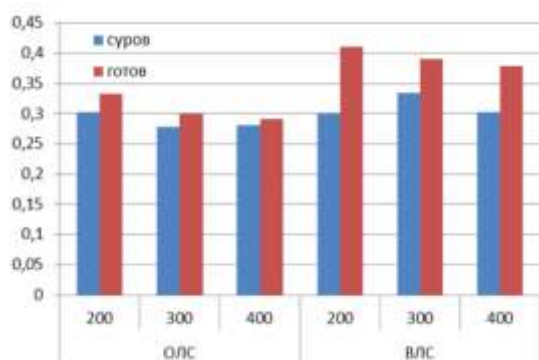
Таблица 2

Статични и динамични коефициенти на триене преди и след обработка

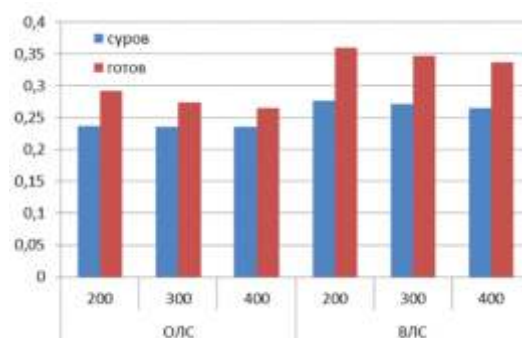
Артикул	Натоварване g	Статичен коефициент на триене		Динамичен коефициент на триене	
		ОЛС-ОЛС*	ОЛС-ВЛС**	ОЛС-ОЛС	ОЛС-ВЛС
Бойка суров	200	0,302	0,301	0,237	0,276
	300	0,279	0,334	0,236	0,272
	400	0,281	0,303	0,236	0,265
Бойка готов	200	0,333	0,410	0,292	0,360
	300	0,300	0,391	0,275	0,347
	400	0,291	0,380	0,265	0,337
Гергана суров	200	0,274	0,316	0,210	0,228
	300	0,241	0,291	0,207	0,233
	400	0,247	0,280	0,209	0,224
Гергана готов	200	0,453	0,650	0,494	0,395
	300	0,425	0,486	0,393	0,415
	400	0,419	0,442	0,387	0,387
Вероника суров	200	0,719	0,839	0,634	0,740
	300	0,631	0,804	0,529	0,651
	400	0,543	0,709	0,488	0,592
Вероника готов	200	1,148	1,190	0,904	0,928
	300	0,959	0,991	0,789	0,807
	400	0,820	0,871	0,694	0,734
Неда суров	200	0,784	0,827	0,666	0,676
	300	0,715	0,660	0,593	0,563
	400	0,652	0,657	0,552	0,554
Неда готов	200	1,054	1,167	0,991	0,993
	300	0,767	0,956	0,737	0,856
	400	0,621	0,784	0,640	0,725

* ОЛС - основа лицева страна ** ВЛС - вътък лицева страна

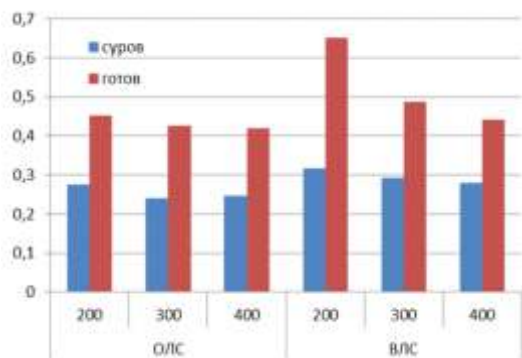
Получените резултати са онагледени графично на **Фигура 6** и **13**.



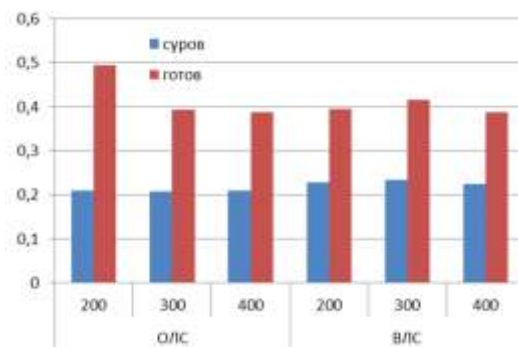
Фигура 6 Статичен коефициент на триене за артикул Бойка



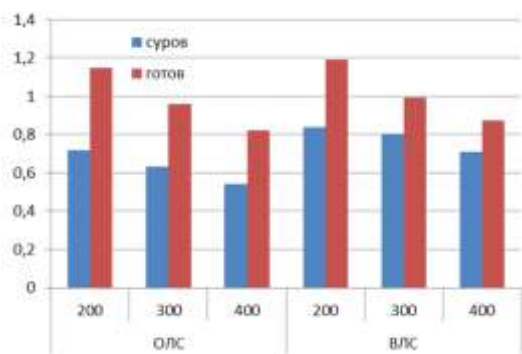
Фигура 7 Динамичен коефициент на триене за артикул Бойка



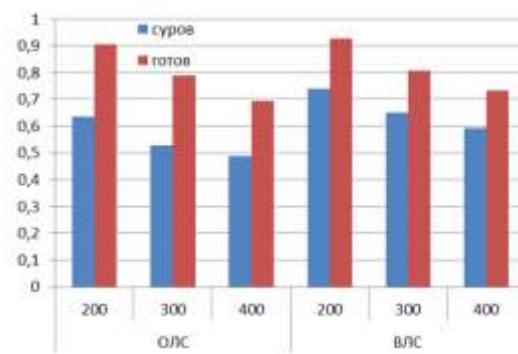
Фигура 8 Статичен коефициент на триене за артикул Гергана



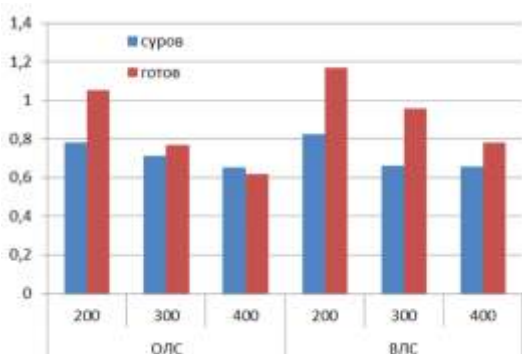
Фигура 9 Динамичен коефициент на триене за артикул Гергана



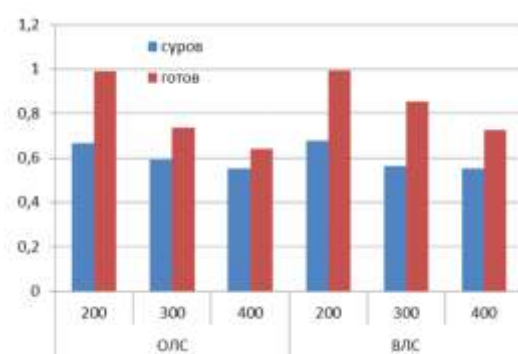
Фигура 10 Статичен коефициент на триене за артикул Вероника



Фигура 11 Динамичен коефициент на триене за артикул Вероника



Фигура 12 Статичен коефициент на триене за артикул Неда



Фигура 13 Динамичен коефициент на триене за артикул Неда

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Анализът на получените данни показва, че в резултат на заключителните обработки и главно на отстраняването на серицина при изваряване, коефициентите на триене съществено се увеличават. Този факт е най-силно изразен за артикулите Бойка и Гергана, за който и загубата на маса е най-голяма ($19 \div 20\%$), тъй като се изработени само от грежни нишки. При този артикул увеличаването на коефициента на триене за отделни направления и сили на натиск достига до 2 пъти. Повишаването на коефициентите на триене се дължи на факта, че серицинът действа като пластификатор и спомага за по-доброто плъзгане между повърхностите на тъканите. След отстраняването му контактът се осъществява главно между фиброиновите нишки, които са гладки и това обуславя формирането на по-голяма контактна повърхност, по която се осъществява триенето.

Динамичните коефициенти на триене логично са по-ниски от статичните [3, 4, 5], но степента, в която те нарастват след обработка, е съпоставима с тази при статичните за същия артикул.

Влияние върху изменението на коефициента на триене има посоката на триене [6]. При триене на основни спрямо вътъчни нишки се отчитат по-високи стойности на силите на триене средно с 12%, като най-големи са разликите за артикул Бойка (20%) и Гергана (16%), поради наличието на изразени структурни елементи.

Силно впечатление прави и измерването на някои доста високи стойности на коефициентите на триене (в определени случаи дори над единица) при тъканите с висока площна маса (Вероника и Неда). Това означава, че докато при по-фините тъкани триенето е по-близко до чистото триене, то при по-дебелите тъкани, въздействие оказват и други фактори [7, 8, 9], включително способността за компресия.

Налице е и тенденция за намаляване на коефициентите на триене с увеличаване на натиска, т.е. градиентът на нарастване на триещата сила е по-малък от този на нарастване на нормалния натиск. Тази тенденция е по-силно изразена за тъканите с по-висока площна маса. Тъканите с ниска площна маса имат по-малка възможност за компресиране и промяна на контактната повърхност. Те имат поведение, по-близко до това на твърдо тяло. Обратно, по-дебелите тъкани имат възможност да се компресират повече при натиск, уплътняват се и това води до намаляване на коефициента на триене.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено е изследване за оценка на ефекта от заключителните обработки върху коефициентите

на триене на тъкани от естествена коприна. Получени са нови данни за статичните и динамичните коефициенти на триене на сурови и готови тъкани. Установено е, че след обработка тъканите губят над 17% от масата си, дължащо се на премахването на значителна част от серицина. Получените тъкани имат мекота, лъскавина и гладкост, като последната води до повишаване на контактната повърхност при триене на тъканите и на коефициентите на триене средно с 42%.

Влияние върху коефициентите на триене оказват също така натискът и посоката на триене. При триене в посока основни нишки от едната тъкан спрямо вътъчни нишки от другата се наблюдава повишаване на коефициентите на триене и този ефект се усилва при наличие на структурни ефекти. Поведението на текстилните площни материали при триене се различава от това на твърдите тела [6, 7, 8]. Причината е както наличието на ТСС по повърхността на нишките, така и различното деформационно поведение на полимерите, изграждащи текстилните материали.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Незнакомова М., Учебник по текстилно материалознание, ТУ-София, София, 2010.
- [2] https://cosetex.it/wp-content/uploads/2017/05/Silk_Fibroin_Sericin_Amino_acids.pdf
- [3] Das A., V. K. Kothari, N. Vandana. A Study on Frictional Characteristics of Woven Fabrics, AUTEX Research Journal, Vol. 5, No3, September 2005, AUTEX, p. 135.
- [4] Hermann D. B. Mathematical Characterization of Frictional Properties, A Thesis in Mathematics, Texas Tech University, 2003.
- [5] Wilson D. Study of Fabric-on-Fabric Dynamic Friction, Journal of Textile Institute & Industry, April 1963, Vol. 1, Iss. 4, p. 2.
- [6] Чингова Р., Германова-Кръстева Д. Експериментално изследване на фрикционните характеристики на памучни тъкани със сплитка кепър 3/1, Механика на машините, Книга 1, 2019, ISSN 0861-9727, стр. 27-31.
- [7] Чингова Р. и кол., Изследване на влиянието на натиска върху коефициентите на триене на тъкани, изработени от естествена коприна, XXIV Научна конференция с международно участие ЕМФ 2019, Созопол, 17.09-20.09.2019, Сборник доклади, том II, стр. 352-357.
- [8] Германова-Кръстева Д., Александров С. Влияние на силата на натиск върху фрикционните характеристики на хавлиени тъкани, XVIII Научна конференция с международно участие ЕМФ 2013, Созопол, 15.09-18.09.2013, Сборник доклади, том II, стр. 183-191.

- [9] Sölar V. et al. Roughness and Frictional Properties of Cotton and Polyester Woven Fabrics. Indian Journal of Fiber and Textile Research, vol. 38. December 2013, pp. 349-356.
- [10] Bhuvana D. et al. Studies on Frictional Behaviour of Chitosancoated Fabrics, Autex Research Journal, vol. 6, no. 4, December 2006, pp. 216-222.
- [11] Hirani, H., Fundamentals of Engineering Tribology with Applications, 1st Edition, Kindle Edition, 2016.
- [12] Leach, S. Coefficient of Static Friction: A Simple Experiment for Applied Mechanics Students. Proceedings of the National Educators' Workshop: Update 2004, Phoenix, AZ, 2004.