

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ФРИКЦИОННИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЪКАНИ, ЗИЗРАБОТЕНИ ОТ ЕСТЕСТВЕНА КОПРИНА

Умме КАПАНЪК

Югозападен университет „Неофит Рилски“ – Благоевград, България,
e-mail: umi12@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Изследването е проведено с четири вида тъкани, изработени от естествена коприна, които са с различни характеристики: сплитка, специфично плътно тегло, гъстини и линейни плътности по основните и по вътъчните нишки. За определяне на статичните и динамичните коефициенти на триене, изследването е извършено с трибометър MXD -02, на фирма Labthink, Китай.

Ключови думи: площни текстилни изделия, коефициенти на триене, фрикционен фактор, фрикционен индекс, фрикционен параметър

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE FRICTIONAL CHARACTERISTICS OF FABRICS MADE OF NATURAL SILK

Umme KAPANYK

Southwestern University "Neofit Rilski" – Blagoevgrad, Bulgaria,
e-mail: umi12@abv.bg

ABSTRACT

Natural silk fabric is directly derived from insect produced cocoons containing large volumes of fibroin protein. The fibroin fibres secreted by the two silk glands of Bombyx mori are smooth and soft and form the structural center of silk. Sericin is a coating with an amorphous structure that bonds the two strands. It is the component hardening the raw thread. The fabric as we know it with low mass per unit area. The level of friction of textile materials depends on a number of test factors - normal load, contact surface area, friction speed, as well as the nature of the textile surface and the direction of friction - warp - warp, warp – weft. In this study, four types of fabric made of 100% natural silk have been examined. They all have different characteristics for mass per unit area, weave, density and linear density of the warp and weft threads. The study makes use of appliance tribometer MXD -02, from Labthink, China to determine the values of static and dynamic friction coefficients. Friction is conducted in different directions and under different pressure. This experimental study has clearly showed that silk fabrics with higher surface mass - display friction coefficient values (at rest and in sliding) greater than 1. Friction index and friction coefficient are influenced by the test direction where friction index in warp direction of one fabric with parallel arrangement of the threads is higher compared to threads in weft direction of another fabric.

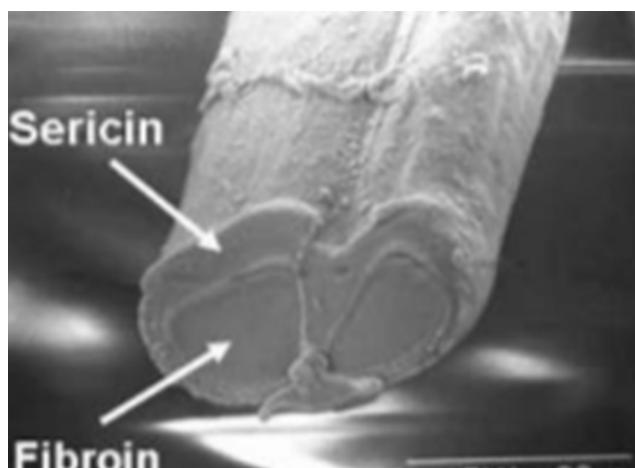
ВЪВЕДЕНИЕ

Редица технологични проблеми в шевното производство, свързани с накатаване, кроене, последващо разделяне, шиене, опаковане и пр. са свързани с коефициентите на триене на слоевете тъкани един в друг.

На следващо място, субективното възприятие на потребителя за триенето на тъканите е важен фактор, но опипът не е метод за количествена оценка на процеса на триене. Количествените параметри на триене на тъканите, както и факторите, които влияят на процеса са важни за текстилните технологии. Силата на триене при текстилни материали зависи от редица фактори при изпитване – нормалното натоварване, контактната площ, скоростта на триенето, както и естеството на текстилната повърхност и посоката на триене – основа – основа, основа – вътък.

Копринените тъкани се характеризират с ниска площна маса. Това се дължи на финеса на копринените нишки. Естествената копринена нишка (греж) е съставена гот два протеина – фиброин (около 70-80%) и серицин (20-30%).

Фиброиновите нишки, отделани от двете копринени жлези на *Bombyx mori* са гладки и меки и образуват структурния център на коприната. Серицинът е покритие с аморфна структура, слепващ двете нишки [1].



Фигура 1 Строеж на копринената нишка [2]

Експериментална част

Изследването за настоящата разработка е извършено с текстилни материали от 100%

естествена коприна. Изследваните текстилни материи са с различни характеристики. Произведени са във фирма “Свила“ АД Хасково. Параметрите им са посочени в **таблица 1** [3]. Серицинът придава твърдостта на суровата нишка (Фигура 2).



а)Бойка



б)Гергана



в)Вероника



г)Неда

Фигура 2 Структура на изследваните тъкани

Таблица 1 Характеристики на изследваните тъкани от естествена коприна

№	Артикул	Площна маса g/m ²	Линейна плътност, tex		Гъстина, н./dm	
			основа	вътък	основа	вътък
1	Бойка	76	31	31*3	1660	350
2	Гергана	80	31	31*2/89	1550	175/175
3	Вероника	170	31	62,5	2060	200
4	Неда	140	31	62,5	980	195

* Поради трудоемкостта и неточността на изпитването, линейните плътности на нишките в готовите тъкани не са определяни. Загубата на площна маса и промяната в гъстините на нишките са достатъчни характеристики за оценка на степента на изваряване и свиваемостта на тъканите.

Измервателни устройства

Коефициентите на триене при покой и на триене при плъзгане са получени при работа с уред MXD-02 на фирма Labthink, Китай (Снимка 1).

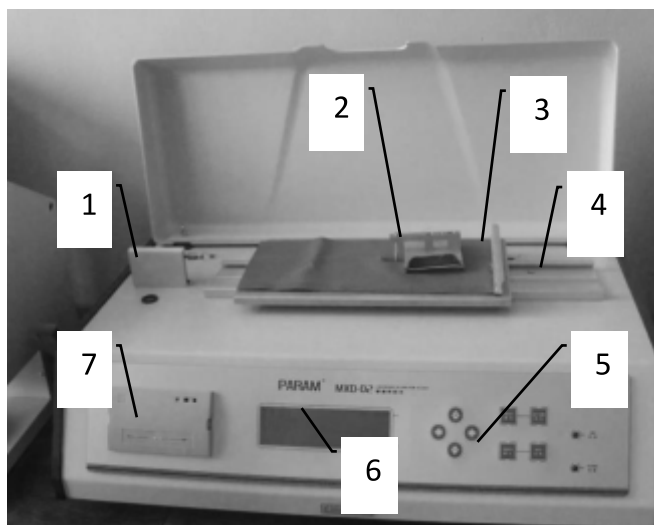
Статичният коефициент се определя от силата, отчетена в момента, когато металната нишка, свързваща силомера и шейната, се изправя и започва плъзгане на шейната по платформата.

Динамичният коефициент се определя от средната стойност на измерените триещи сили. Изследванията са проведени съгласно БДС EN ISO 8295:2006. Триенето е извършено тъкан в тъкан, блокчето е с маса 200 g, а скоростта на плъзгане -100 mm/min.

Влиянието на силата на натиск върху коефициентите на триене върху блокчето се определя чрез поставяне допълнителни тежести. Измервания са извършени при натиск от 200 g, 300 g и 400 g.

Триенето се извършва тъкан в тъкан, в различни направления на тъканта откъм лицевата страна за двата слоя. Единият слой от изследваната тъкан се закрепва на платформата така, че посоката на основните нишки да съвпада с посоката ѝ на движение. Вторият слой се захваща на подвижната шейната в избрана посока (по основа, по вътък).

Коефициентът на триене при покой μ_0 се определя от силата, отчетена на теста. В този момент металната нишка, свързваща силомера и шейната, се опъва, след което започва плъзгането му по платформата. Уредът изчислява средната стойност за изследвания коефициент на триене при плъзгане μ , както и средноквадратичните отклонения за μ_0 и μ . Числените стойности, видими на екрана, могат да се отпечатат с печатащото устройство. Получените резултати за μ_0 и μ са посочени в таблица 2.



Снимка 1 Общ вид на уреда MXD-02 [4]

1. Силомер; 2. Подвижна платформа; 3. Капак; 4. Плъзга се шейна; 5. Притискаща клема; 6. Направляваща релса; 7. Контролно табло; 8. Д. изплей; 9. Мини печатащо устройство

Таблица 2 Стойности на коефициентите на триене при покой

Артикул	Маса на шейната с допълнително натоварване	Коефициент на триене при покой с тенденция към плъзгане	
	g	ОЛС-ОЛС	ОЛС-ВкЛС
Бойка	200	0,333	0,410
	300	0,450	0,586
	400	0,582	0,759
Гергана	200	0,650	0,453
	300	0,637	0,729
	400	0,837	0,883
Вероника	200	1,148	1,190
	300	1,438	1,486
	400	1,640	1,742
Неда	200	1,054	1,167
	300	1,241	1,434
	400	1,151	1,567

Използвани съкращения в табл. 2: ОЛС – основа лицева страна; ВкЛС – вътък лицева страна. Същите съкращения са ползвани в следващи таблици и графики в текста. Масата на изпитването парче текстил, което се монтира на шейната се пренебрегва.

Таблица 3 Стойности на коефициентите на триене при плъзгане

Артикул	Маса на шейната с допълнително натоварване	Коефициент на триене при плъзгане	
	g	ОЛС-ОЛС	ОЛС-ВкЛС
Бойка	200	0,292	0,360
	300	0,412	0,521
	400	0,530	0,674
Гергана	200	0,494	0,395
	300	0,589	0,623
	400	0,774	0,773
Вероника	200	0,904	0,928
	300	1,184	1,211
	400	1,387	1,467
Неда	200	0,991	0,993
	300	1,279	1,284
	400	1,106	1,450

Видно от **таблица 2** и **таблица 3**, някои от коефициентите на триене (както при покой, така и при плъзгане) са по-високи от 1. Обикновено стойностите на коефициентите на триене са между 0 и 1, но има и коефициенти на триене надвишаващи приетата горна граница - 1. Например коефициентът на триене при покой с тенденция към плъзгане (статичен коефициент на триене) за някои меки метали

като алуминий по алуминий, злато по злато, платина по платина, мед по мед и др., коефициентът на триене надвишава 1. При коефициент на триене равен на 1, означава, че силата на триене е равна на нормалната сила, когато коефициентът на триене е по-голяма от 1, означава, че силата на триене е по-голяма от нормалната сила. Освен табличните стойности за фрикционни коефициенти на някои меки

метали, посочени по-горе, някои публикувани експерименталните изследвания, сочат стойности на коефициенти на триене за някои двойки материали по-високи от единица [5, 6, 7], включително и за тъкани [8, 9].

Изследването на наличната литература показва, че не се отчитат значителни разлики в силата на триене [11, 12] при експерименти с ниски скорости на плъзгане в диапазон от 10 до 500 мм/ мин. Основният фактор, който влияе

върху характеристиките на триене на тъканта е действителната площ при триене между тъканите [2]. Поради незначителното влияние на скоростта на триене на тъканните слоеве един спрямо друг, изследването се извършва при скорост на плъзгане 100 мм/ мин. Връзката между силата на триене и нормалното натоварване [2, 8, 9, 10] е дадено с логаритмичната зависимост:

$$\frac{F_i}{B} = C \cdot \left(\frac{N_i}{B}\right)^n \quad \text{or} \quad \log\left(\frac{F_i}{B}\right) = \log C + n \cdot \log\left(\frac{N_i}{B}\right) \quad (1)$$

$I = 1, 2, \dots, m$; B - контактна площ, C - параметър на триене; N - нормално налягане; F - сила на триене; m - брой експериментални наблюдения.

Някои изследвания на текстилните материали, смес от памук и полиестер /P/ PE/ в различни съотношения, показват че логаритмичната зависимост се доближава до линейната [4, 5, 6].

За всеки от изследваните материали са направени по три опита и е определена средната аритметична стойност. $\log(F_i/B)$ и

$\log(N_i/B)$ се определят в различни посоки и налягането се променя. Нормалното налягане се променя чрез поставяне на допълнителни тежести върху шейната. Към тялото на шейната от 200 g се добавят допълнителни тежести. Масата на пробата, монтирана на шейната, не се взема предвид, тъй като тя е пренебрежимо малка. Извършва се определяне на два параметъра - индекс на триене и коефициент на триене. След изчисляване на нормалните сили на натиск N_i и силите на триене F_i се определя следната линейна регресия:

$$y = a + x \cdot b$$

$$x = \lg(N_i/B); \quad y = \lg(F_i/B); \quad a = \lg C; \quad b = n \quad (2)$$

Параметърът на триене и индексът на триене се използва за определяне на коефициента на триене R , наричан още композитен коефициент на триене или коефициент на корелация на триене [3], чиято стойност се определя от зависимост:

Резултатите от триенето при покой и при плъзгане са изброени в таблица 3.

$$R = \frac{c}{n} \quad (3)$$

Анализ на резултатите

Установява се, че за копринените тъкани с по-висока площна маса - Вероника и Неда, има стойности на коефициентите на триене при покой и при плъзгане, които са по-високи от 1. При коефициент на триене равен на 1, означава, че силата на триене е равна на нормалната сила, когато коефициентът на триене е по-голяма от 1, означава, че силата на триене е по-голяма от нормалната сила.

Фрикционният фактор при триене при покой е по-висок от този при плъзгане.

Фрикционните характеристики - фрикционен индекс, фрикционен параметър и фрикционен фактор (с незначителни изключения) са с по-високи стойности по направление на торене основа - основа.

Table 3 Стойности на фрикционните характеристики в покой и при плъзгане

Артикул	Посока на плата	Фрикционни характеристики в покой			Фрикционни характеристики при плъзгане		
		Индекс	Параметър	Фактор	Индекс	Параметър	Фактор
		n	C	R	n	C	R
		-	Pa^{1-n}	Pa^{1-n}	-	Pa^{1-n}	Pa^{1-n}
Бойка	Warp FS- Warp FS	0,570	0,352	0,617	0,438	0,010	0,017
	Warp FS - Weft FS	0,380	0,013	0,034	0,430	0,011	0,025
Гергана	Warp FS- Warp FS	0,387	0,144	0,373	0,060	0,041	0,110
	Warp FS - Weft FS	0,413	0,010	0,025	0,452	0,009	0,020
Вероника	Warp FS- Warp FS	0,555	0,154	0,277	0,336	0,081	0,292
	Warp FS - Weft FS	0,476	0,140	0,294	0,301	0,071	0,235
Неда	Warp FS- Warp FS	0,890	0,618	0,694	0,160	0,039	0,056
	Warp FS - Weft FS	0,610	0,220	0,361	0,399	0,077	0,226

Заклучение

Получени са нови данни за фрикционните характеристики на тъкани, изработени от естествена коприна. Потвърдени са тенденциите за влияние на посоката на триене, установени за тъкани с други структури и състав. Установено е влияние на посоката на изпитване върху индекса на триене и коефициента на триене, тъй като индексът на триене е по-висок при триене с паралелно разположение на нишките на основата на една тъкан в сравнение с нишките на вътъка на другата тъкан.

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] Diana Germanova-Krasteva, Rayka Chingova, Sasho Aleksandrov, Umme Kapanyk Study of the effect of finishing treatment on the coefficients of friction of fabrics from natural silk Сп. Текстил и облекло, бр. 10.2019 г. Стр. 318 /разширено резюме на английски език/.
- [4] 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.
- [5] Чингова, Р., Изследване на триенето при някои тъкани, Монография, Университетско издателство „Н. Рилски“ - Благоевград, 2013
- [6] Leach, S. Coefficient of Static Friction: A Simple Experiment for Applied Mechanics Students. Proceedings of the National Educators' Workshop: Update 2004, Phoenix, AZ, 2004.
- [7] Hirani, H., Fundamentals of Engineering Tribology with Applications, 1st Edition, Kindle Edition, 2016.
- [8] Apurba Das, V. K. Kothari and N. Vandana, A Study on Frictional Characteristics of Woven Fabrics, AUTEX Research Journal, Vol. 5, No3, September 2005, pp 135.
- [9] Sular, V, E. Öner, A. Okur, Roughness and frictional properties of cotton and polyester woven fabrics. Indian journal of Fiber end Textile Research, vol. 38. December 2013, pp 349 - 356.
- [10] Cingova, R., (2018), Experimental study on the friction characteristics of cotton fabrics before and after finishing, Knowledge, Vol. 26.5. pp.1513-1520, Skopje, 1918
- [11] Bhuvana, D., Raghunathan, Subramaniam. Studies on frictional behaviour of chitosan-coated fabrics. Autex Research Journal, vol. 6, no. 4, December 2006.
- [12] Bhuvana, D., Raghunathan, Subramaniam. Studies on frictional behaviour of chitosan-coated fabrics. Autex Research Journal, vol. 6, no. 4, December 2006.