

ISSN 0861-9727

**НАЦИОНАЛЕН КОМИТЕТ ПО ТЕОРИЯ  
НА МЕХАНИЗМИТЕ И МАШИНИТЕ**

**NATIONAL COMMITTEE FOR THE THEORY OF MACHINES AND  
MECHANISMS**

**МЕХАНИКА НА МАШИНИТЕ**

ГОДИНА XXVII, КНИГА 1, 2019

**MECHANICS OF MACHINES**

YEAR XXVII, No.1, 2019

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ФРИКЦИОННИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПАМУЧНИ ТЪКАНИ СЪС СПЛИТКА КЕПЪР 3/1

Райка ЧИНГОВА<sup>1</sup>, Диана GERMAHOBA-KPЪCTEBA<sup>2</sup>

1. ЮЗУ „Н. Рилски“ – Благоевград, гр. Благоевград, бул. “Иван Михайлов” № 66

2. ТУ – София, гр. София, бул. „Климент Охридски“ № 8

### Резюме:

*В настоящия труд са определени някои от фрикционните характеристики на тъкани памучни площни текстилни изделия с еднаква сплитка кепър 3/1 в различни направления на тъканта и при различен натиск. При триенето на площни текстилни материали натискът оказва влияние върху коефициента на триене при покой и коефициента на триене при плъзгане. Това се дължи на увеличаването на реалната контактна площ на триещите се повърхности. За точно изследване на фрикционното поведение на текстилните изделия са ползвани формули за фрикционни характеристики, изведени специално за тъкани – фрикционен индекс, фрикционен параметър и фрикционен фактор.*

### Ключови думи

*Триене, площни тъкани текстилни изделия, фрикционен параметър, фрикционен фактор, фрикционен индекс.*

### Въведение

Триенето се счита за качество на плата, което има голямо значение в областта на технологиите в шевното производство, в технологиите при тъкането на текстила, а така и при субективната оценка за него при носене на готово облекло и допир с тъкани повърхности (завивки, тапицерии и пр.). В областта на технологиите в шевното производство триене се осъществява при накатаване на тъканите, рязане при кроене на много слоеве текстил и последващото разделяне. Триене се наблюдава при шиенето на облекло (с металните части на шевните машини), при опаковане и складиране на готовите облекла и пр.

Субективното усещане на потребителя за триенето на тъканите е важно, но не е метод за количествена оценка на процеса. За текстилните технологии е важно да се оценят количествените параметри на триене на тъканите, както и факторите, които влияят. Известно е, че силата на

триене при текстилни материали зависи от редица фактори при изпитване - нормалното натоварване, площта на контакт, скоростта на изпитване, както и естеството на текстилната повърхност и посоката на триене - основа – основа, основа – вътък, основа – верев.

### Формулиране на проблема

Изследването за настоящата разработка е извършено с текстилни материали от 100% памук /П/ в сплитка кепър 3/1. Изследваните текстилни материали са с различни характеристики. Произведени са в Текстилен комбинат „Струматекс“ – Благоевград. Параметрите им са посочени в таблица 1. В следващите таблици артикулите са отбелязани с А1, А2 и А3.

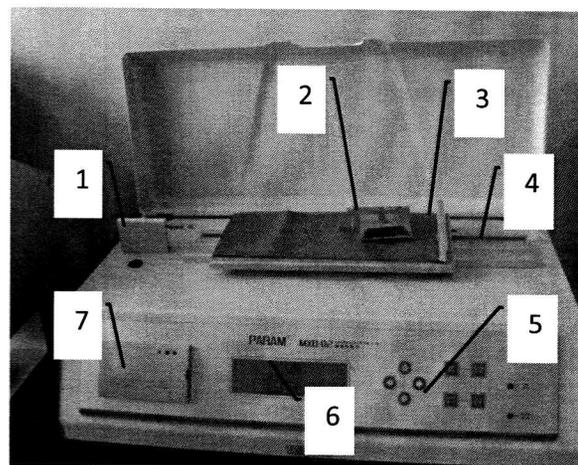
За определянето на фрикционния параметър, фрикционния фактор и фрикционния индекс са използвани стойности, получени за коефициентите на триене при покой и триене при плъзгане, при работа с уред MXD-02 на фирма Labthink, Китай (Сн. 1).

Табл. 1. Параметри на изследваните памучни текстилни материали

№	Артикул	ХАРАКТЕРИСТИКИ				
		Специфична площна маса g/m <sup>2</sup>	Линейна плътност		Гъстина	
			основа tex	вътък tex	основа бр. нишки/dm	вътък бр. нишки/dm
1.	Кипарис А1	247	40	50	386	180
2.	Боро А 2	282	36	60	384	200
3.	Боби А3	261	36	60	386	183

Силомерът 1 измерва силата на триене, която възниква при плъзгането на шейната 2 по платформата 3, която от своя страна се движи принудително по направляващата релса 4 (Сн.1). Графиката на изменение на силата се наблюдава на дисплея 6. На него се извеждат и пресметнатите стойности за коефициента на триене при покой, коефициента на триене при плъзгане, скоростта на движение на платформата и масата на шейната. Тестерът позволява работа по различни стандарти, като изследванията са проведени съгласно БДС EN ISO 8295:2006. Триенето се извършва тъкан в тъкан, в различни направления на тъканта откъм лицевата страна за двата слоя. Параметрите и изборът на стандарт се задават от контролния панел 5. Един слой от изследваната тъкан се поставя на шейната 2 така, че посоката на основните нишки да съвпада с посоката на движение на платформата. Вторият слой се захваща на подвижната платформа в избрана посока (по основа, по вътък, по верев) и страна на тъканта – лицева или опакова. в шестата секунда от началото

Коефициентът на триене при покой  $\mu_0$  се определя от силата, отчетена на теста. В този момент металната нишка, свързваща силоизмерителя и шейната, се опъва, след което започва плъзгането му по платформата. Уредът изчислява средната стойност за изследвания коефициент на триене при плъзгане  $\mu$ , както и средноквадратичните отклонения за  $\mu_0$  и  $\mu$ . Числените стойности, видими на екрана, могат да се отпечатат с печатащото устройство 7. Получените резултати за  $\mu_0$  и  $\mu$  са посочени в табл. 2.



Сн. 1. Общ вид на уреда MXD-02

Табл. 2. Стойности на коефициентите на триене при покой и при плъзгане

Артикул	Маса на шейната g	Коефициент на триене при покой			Коефициент на триене при плъзгане		
		ОЛС-ОЛС	ОЛС-ВвЛС	ОЛС-ВкЛС	ОЛС-ОЛС	ОЛС-ВвЛС	ОЛС-ВкЛС
А 1	200	0,959	0,918	0,787	0,744	0,658	0,641
	300	1,061	1,001	0,912	0,959	0,844	0,787
	400	1,177	1,073	1,101	1,096	1,031	1,000
А 2	200	0,861	0,938	0,880	0,738	0,661	0,665
	300	0,981	0,972	0,997	0,890	0,849	0,867
	400	1,121	1,120	1,155	1,100	1,000	1,056
А 3	200	0,880	0,816	0,752	0,682	0,605	0,566
	300	1,034	0,971	0,934	0,882	0,783	0,759
	400	1,191	1,102	1,108	1,060	0,944	0,942

Използвани съкращения в табл. 2: ОЛС – основа лицева страна; ВкЛС – вътък лицева страна; ВвЛС – верев лицева страна. Въгълът при изследванията във веревно направление е 45°. Същите съкращения са ползвани в следващи таблици и графики в текста.

От статиката е известно, че когато едно тяло се намира в покой или се движи равномерно, то векторната сума от всички сили, действащи върху него, е равна на нула.

Направеното литературно проучване показва, че при експериментиране с ниски скорости на плъзгане от порядъка на 10 до 500 mm/min не се установяват значителни различия в силата на триене [1, 4]. Основният фактор, който оказва влияние върху фрикционните характеристики на тъканта, е реалната контактна площ при триене между тъканите [2].

Във връзка с незначителното влияние на скоростта на движение на триещите се повърхности една спрямо друга, в настоящото изследване е работено с постоянна скорост от 100 mm/min.

Връзката между силата на триене и нормалното натоварване [2] е подчинена на логаритмична зависимост:

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

$i=1, 2, \dots, m$ ;  $B$  – контактна площ (измерва се в  $m^2$ );  $C$  – фрикционен параметър (измерва се в  $Pa^{1-n}$ );  $n$  – фрикционен индекс (без дименсия);  $N$  – нормален натиск (в  $N$ );  $F$  – сила на триене (в  $N$ );  $m$  – брой експериментални наблюдения.

Проучванията на Arupba Das и колектив за текстилни материали смес памук и полиестер /П/ПЕ/ в различно съотношение сочат, че логаритмичната зависимост се доближава до линейна такава [4].

За всеки един от изследваните текстилни продукти са направени по пет опита. Определени са  $\log(F_i/B)$  и  $\log(N_i/B)$  при различни направления и при промяна на натиска. Нормалният натиск се променя чрез поставяне на допълнителни тежести върху шейната. Към собствената маса на шейната от 200 g се добавят допълнителни тежести. Масата на изследваната проба, монтирана на шейната, не се взема предвид, тъй като е пренебрежимо малка. Изследванията са извършени при средна температура на въздуха около 22° и влажност на въздуха - 70%. Определянето на двата параметъра – фрикционен индекс и фрикционен фактор се извършва, като след изчисляване на нормалните сили на натиск  $N_i$  и силите на триене  $F_i$ , се изчисляват  $\lg(F_i/B)$  и  $\lg(N_i/B)$ .

Извежда се линейно регресионно уравнение от вида:

$$y = a + x \cdot b \quad (2)$$

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

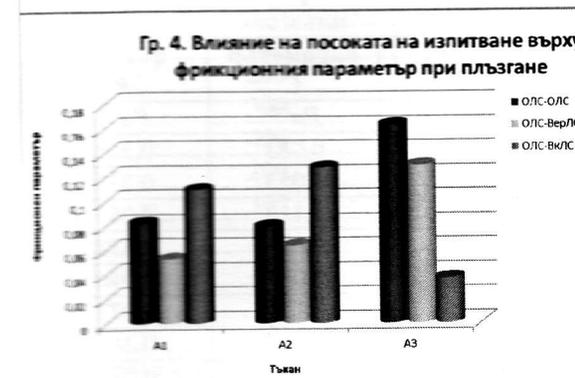
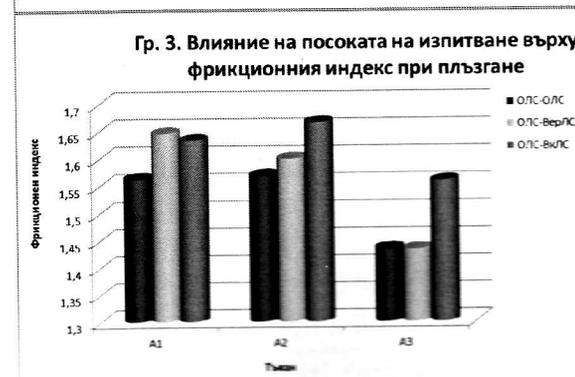
Фрикционният параметър и фрикционният индекс служат за определянето на фрикционния фактор  $R$ , наричан още съставен коефициент на триене или корелационен коефициент на триенето [3], чиято стойност се определя от зависимостта:

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

Табл. 3. Стойности на фрикционни характеристики при покой и при плъзгане

Артикул	Направление на текстила	Фрикционни характеристики при покой			Фрикционни характеристики при плъзгане		
		индекс $n$	параметър $C$	фактор $R$	индекс $n$	параметър $C$	фактор $R$
		-	$Pa^{1-n}$	$Pa^{1-n}$	-	$Pa^{1-n}$	$Pa^{1-n}$
A1	ОЛС-ОЛС	1,292	0,306	0,237	1,563	0,083	0,351
	ОЛС-ВерЛС	1,224	0,328	0,268	1,646	0,053	0,032
	ОЛС-ВкЛС	1,476	0,110	0,075	1,633	0,110	0,067
A2	ОЛС-ОЛС	1,377	0,149	0,237	1,568	0,080	0,338
	ОЛС-ВерЛС	1,245	0,355	0,285	1,599	0,064	0,040
	ОЛС-ВкЛС	1,387	0,128	0,092	1,666	0,128	0,077
A3	ОЛС-ОЛС	1,434	0,163	0,237	1,434	0,163	0,241
	ОЛС-ВерЛС	1,433	0,130	0,091	1,433	0,130	0,030
	ОЛС-ВкЛС	1,558	0,037	0,024	1,558	0,037	0,018

Резултатите от изследването за триефрикционен параметър, триефрикционен индекс на триене при покой и триене при плъзгане са посочени в таблица 3. На графики № № 1 - 4 са визуализирани експерименталните резултати за триефрикционния индекс и триефрикционния параметър в зависимост от посоката на изпитване.



**Изводи**

Проведените изследвания показват влиянието на натиска върху триефрикционните характеристики на тъкани с еднакъв състав, но с различна дебелина на основните и вътъчните нишки. Различните стойности на триефрикционните характеристики зависят от промяната на реалната контактна площ, която е различна в различните направления. Реалната контактна площ се увеличава с увеличаване на натиска, което води и до нарастване на коефициента на триене при покой и коефициента на триене при плъзгане.

Най-висок е триефрикционният индекс в направление основа лицева страна за единия слой и вътък лицева страна за другия слой, както при триене при покой, така и при триене при плъзгане. В това направление - ОЛС - ВклС, реалната контактна площ се увеличава поради увеличени зони на контакт на основни и вътъчни нишки от двата слоя.

За артикули А2 и А3, които са с еднаква дебелина на нишките по основа и по вътък, но с различна гъстина по вътък, се отчита разлика във триефрикционните характеристики, която също се дължи на различната реална контактна площ на триещите се повърхности.

**Литература**

1. Bhuvana, D., Raghunathan, Subramaniam. Studies on frictional behaviour of chitosancoated fabrics. *Autex Research Journal*, vol. 6, no. 4, December 2006.
2. Wilson, D. Study of Fabric-on-Fabric Dynamic Friction, *Journal of Textile Institute & Industry*, April 1963, Vol. 1, Issue 4, p2.
3. Daniel, B. and B., Hermann, *Mathematical Characterization of Frictional Properties*, A thesis in mathematics, Texas Tech University, (2003).
4. Das A., V.K Kothari and N. Vandana, A study on frictional characteristics of woven fabrics, *AUTEX Research Journal*, Vol. 5, No3, September 2005, AUTEX.

## EXPERIMENTAL STUDY ON THE FRICTION CHARACTERISTICS OF COTTON FABRICS IN WEAVE TWILL 3/1

Rayka Chingova, Diana Germanova-Krasteva

### Summary:

In this study are determined some of the friction characteristics of the cotton fabrics in weave twill 3/1 having different mass per unit area, number of ends and picks per unit length and linear density (count) of the yarns.

The measurements are conducted according to the standard BDS EN ISO 8295:2006 using  $\mu$ -meter MXD-02 made by Labthink, China. The tester allows the determination of the static and the dynamic coefficients of friction (COF).

The tests are performed for both fabric sides (face and reverse), in different fabric directions (warp, weft and under 45 degree), and under different pressure (200, 300 and 400 g). The speed of sliding has been constant -100 mm/min.

Formulas for frictional characteristics specialized for fabrics have been used for the precise determination of the friction behavior of the textile products – friction index  $n$ , friction parameter  $C$  and friction factor  $R$ .

The connection between the friction force and the normal pressure is transformed to logarithmic relation:

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

$i=1, 2, \dots, m$ ;  $B$  – contact area ( $m^2$ );  $C$  – friction parameter ( $Pa^{1-n}$ );  $n$  – friction index (without dimension);  $N$  – normal pressure (N);  $F$  – friction force (N);  $m$  – number of conducted examinations.

The friction index  $n$  and the friction parameter  $C$  are calculated from the coefficients of the linear regression equation  $a$  and  $b$ :

$$y = a + x \cdot b \quad (2)$$

Where:  $x = \lg(N_i/B)$ ;  $y = \lg(F_i/B)$ ;  $a = \lg C$ ;  $b = n$ .

The friction parameter and the friction index are used for the determination of the friction factor  $R$ , called also “compound coefficient of friction”:

$$R = C/n \quad (3)$$

Conducted examinations show the influence of the pressure on the friction characteristics of fabrics with the same composition (cotton), but made from yarns with different linear densities. The values of the friction characteristics depend also on the changing of the actual contact area which varies in the different fabric directions. The actual contact area is growing with the increase of the pressure that leads to the increase of the coefficient of friction in neutral state (at rest) and the coefficient of friction when sliding (static and dynamic COF).

The highest frictional index is obtained when one of the layers is orientated in warp direction on the face side and the second one is orientated in weft direction again on the face side. This is valid for both friction tests - at rest (static) and when sliding (dynamic).

A difference in the frictional characteristics is registered for fabrics, which have equal linear densities of the warp and weft yarns, but different number of ends and picks per unit length that is also due to the different actual area between the friction surfaces.