

ИЗСЛЕДВАНЕ ПРОМЯНАТА НА ДЕБЕЛИНАТА НА ДВА СЛОЯ ПАМУЧНА ТЪКАН, ВЪВ ВРЪЗКА С НАТИСКА ВЪРХУ ТЯХ

Рая Стоянова

ЮЗУ „Н. Рилски“ – Благоевград

Технически факултет Катедра „Машинно инженерство“

Email: rajkach@swu.bg

Резюме:

Настоящото изследване е продължение на предходни научни публикации на автора, разработени както самостоятелно, така и в екип. Целта на изследването е да се установи вида на графичната зависимост – промяна на дебелината на два слоя от една памучна тъкан по направление основа-основа от към лицевата страна във връзка с натиска – при 200 g, 300 g и 400 g. Отделно от това, се цели с функцията Trend line чрез графично прогнозиране в Ексел, да се установи тенденцията на графичната зависимост - промяна на дебелината на два слоя тъкан по направление основа-основа и лицева страна и при стойности на натиск, който не са ползвани при експеримента – по-малко от 200 g и повече от 400 g.

Измерванията са извършени с дигитален индикатор Textil-Dikenmesser J-40-T. Отчетена е дебелината на един слой тъкан и дебелината на два слоя тъкан в направление основа от лицева страна на единия слой от тъканта по основа лицева страна за другия слой на тъканта. Контактната площ на притискащия диск на дигиталния дебеломер е 20 cm², масата на дигиталния часовник с притискащия диск е 0,200 kg. Измервания са извършени при нормален натиск от 200 g (собствена маса на притискащия диск), 300 g (+100 g) и 400 g (+200 g). С поставяне на допълнителни тежести по 100 g се променя натиска.

Експерименталното изследване е извършено с памучни тъкани 100 % памук, на с различна сплитка, площна маса и др. разлики. Тъканите са произведени в завод „Струматекс“ – Благоевград, България. Вследствие на експеримента се установява:

При анализ на графичните зависимости се установява, че логаритмична функция – близка до линейната, идеално описва зависимостта - промяна на дебелината на два слоя тъкан по направление основа-основа от към лицевата страна, във връзка с натиска.

Графичната зависимост на дебелината на два слоя тъкан по направление основа-основа от към лицевата страна за памучни тъкани е логаритмична, като с нарастване на натиска, намалява дебелината на двата слоя тъкан.

Установява се, че при натиск от около 25 g до 50 g, графиката е стръмна, като началото на стръмния участък съответства на дебелина, равняваща се на алгебрична сума от дебелината на два слоя тъкан, измерени поединично при 200 g натиск (само от масата на притискащия диск на дебеломера).

Всички графики са при висок доверителен коефициент $R2 > 0,99$. Стойностите на доверителния коефициент $R2$, които се виждат под графичните уравнения в графики №№ 1 ÷ 5, характеризират сближаването като модел с много добро и идеално качество, при норма за достоверност над 0,85. За тъканите със сплитка Кеър 3/1, зависимостта дебелина на два слоя от тъканта по направление основа-основа от към лицевата страна във връзка с натиска може да се полза приблизително следното уравнение $y = 0,2 \ln(x) + 2$.

Ключови думи: памучни тъкани, дебелина на един и два слоя тъкан, натиск

RESEARCH THE CHANGE IN THE THICKNESS OF TWO LAYERS OF COTTON FABRIC, IN RELATION TO THE PRESSURE ON THEM

Raya Stoyanova
SWU “N. Rilski” - Blagoevgrad
Technical Faculty Department of Mechanical Engineering
Email: rajkach@swu.bg

Abstract:

The present study is a continuation of the author's previous scientific publications, developed both independently and as a team. The purpose of the study is to establish the type of graphic dependence - change in the thickness of two layers of one cotton fabric in the warp-warp direction from the facing side about the pressure - at 200 g, 300 g, and 400 g. Apart from that, the aim is to use the Trend line function through graphic forecasting in Excel to establish the trend of the graphic dependence - change in the thickness of two layers of fabric in the direction base-base and front side and at pressure values that were not used in the experiment – less than 200 g and more than 400 g.

Measurements were made with a Textil-Dikenmesser J-40-T digital indicator. The thickness of one layer of fabric and the thickness of two layers of fabric in the warp direction from the facing side of one layer of the fabric on the warp facing side for the other fabric layer are measured. The contact area of the pressure disc of the digital caliper is 20 cm², the mass of the digital watch with the pressure disc is 0.200 kg. Measurements were made at normal pressures of 200 g (own mass of the pressure disc), 300 g (+100 g) and 400 g (+200 g). By placing additional weights of 100 g, the pressure changes.

The experimental study was carried out with cotton fabrics 100% cotton, with different weave, basis weight, etc. differences. The fabrics are produced in Strumatex factory - Blagoevgrad, Bulgaria. As a result of the experiment, it is established:

When analyzing the graphic dependencies, it is found that a logarithmic function - close to the linear one - perfectly describes the dependency - a change in the thickness of two layers of fabric in the base-base direction from the front side, in relation to the pressure.

The graphic dependence of the thickness of two layers of fabric in the warp-warp direction from the front side for cotton fabrics is logarithmic, and as the pressure increases, the thickness of the two layers of fabric decreases.

It is found that at pressures of about 25 g to 50 g, the graph is steep, with the beginning of the steep section corresponding to a thickness equal to the algebraic sum of the thicknesses of two tissue layers measured individually at 200 g pressure (from the mass of caliper pressure disc).

All graphs are at high confidence coefficient $R^2 > 0.99$. The values of the confidence coefficient R^2 , which can be seen below the graphical equations in graphs, characterize the convergence as excellent and ideal quality, with a confidence norm above 0.85.

For fabrics with a 3/1 twill weave, the dependence of the thickness of two layers of the fabric in the warp-warp direction from to the face about pressure can be approximated by the following equation $y = 0.2 \ln(x) + 2$.

Keywords: cotton fabrics, the thickness of one and two layers of fabric, pressure

Увод

Най-широко използваните тъкани, изработени от естествени влакна, са памучните тъкани. Широкото им приложение е както за изработване на облекло, така и за домашен текстил и др. Памукът е основна суровина за текстилната промишленост. Тази първенстваща роля се дължи на добрите му топлоизолационни свойства, комфорт при носена на облекла от памучна тъкан и висока специфична якост предвид ниската му плътност [1]. Основният фактор, управляващ процеса на взаимодействията между влакната и текстилните машини, е триенето на нишките от един слой тъкан в друг слой тъкан [2], триене тъканта в твърди повърхности на мебели, с тапицерии, части от тялото и косата др. [3 - 8] Характеристиките на триене на тъканите могат да определят стойностите на гладкостта и мекотата на тъканта при опип.

При различните условия на околната среда като температура, влажност на въздуха, може да доведе до промяна на свойствата на тъкани [9], което води и до промяна на трибологичното поведение на тъкан, изработена от памук.

Съгласно закона на триенето на Амонтон [10, 11], силите на триене между сухи еластични твърди тела се подчиняват на следната зависимост:

$$F_f = \mu \cdot N. \quad (1)$$

Силата на триене F_f между две макротела е линейно пропорционална на нормалния натиск N . Тук, μ е коефициент на триене. По-късни варианти на уравнението на Амонтон се представят в следния вид:

$$F_f = \tau \cdot A_{REAL} + \mu \cdot N. \quad (2)$$

Тук τ е ефективната якост на срязване на контактуващите тела при реалната контактна площ A_{REAL} .

В уравнение (2), първият компонент от дясната страна на знака за равенство $\tau \cdot A_{REAL}$ отчита въздействието вследствие адхезията

(сила на триене при нулево натоварване) и е свързано с поява на междумолекулните сили между контактуващите се повърхности [12, 13, 14]. Вторият компонент в уравнението (2) отчита ефекта от натоварването и е свързан със съдържание, сплитка и релеф на текстилната по повърхност [15,16].

По-съвременни изследвания сочат, че връзката между силата на триене и нормалния натиск не е линейна [17].

Едни от най-обстойните изследвания на Wilson [18], които се занимават с ефекта на реалната площ на контакт при триене между тъкани, както и теоретичния анализ и експерименталните резултати на Bhuvana and Subramaniam [19], показват, че реалната контактната площ е важен фактор при определянето на фрикционните характеристики на тъканта.

Целта на настоящата работа е да се изследва и установи зависимостта между натиска и промяна на дебелината на два слоя тъкан, притиснати един в друг.

Експериментално изследване

Материали и методи

Настоящата работа се явява продължение и доразвиване на други публикации на автора – както самостоятелни, така и с колектив. В монографичен труд на автора е направено изследвана на някои трибологични характеристики на някои памучни тъкани [20].

Експерименталното изследване е извършено с памучни тъкани 100 % памук, на с различна сплитка, площна маса и др. разлики. Тъканите са произведени в завод „Струматекс“ – Благоевград, България. Техническите характеристики на тъканите са посочени в таблица 1.

Таблица 1. Параметри на изследваните памучни текстилни материји

№	Артикул	Сплитка	Широ- чина	Специ- фично площно тегло	Състав	Линейна плътност	Гъстина
			mm	g/m ²	%	tex	бр. нишки/dm
1.	Kiparis	Кепър 3/1	1510	247	основа 100% С	основа 40	основа 386
					вътък 100% С	вътък 50	вътък 180
2.	Boro	Кепър 3/1	1510	282	основа 100 % С	Основа 36	основа 384
					вътък 100 % С	Вътък 60	вътък 200
3.	Boby	Кепър 3/1	1510	261	основа 100 % С	Основа 36	основа 386
					вътък 100 % С	Вътък 60	вътък 182
4.	Pirin	Лито	1500	235	основа 100 % С	Основа 44	основа 270
					вътък 100 % С	Вътък 44	вътък 208
5.	Vatex	Атлаз	1500	350	основа 100% С	Основа 30	основа 498
					вътък 100% С	Вътък 30x2	вътък 238

Измерванията са извършени с дигитален индикатор Textil-Dikenmesser J-40-T. Отчетена е дебелината на един слой тъкан и дебелината на два слоя тъкан в направление основа от лицева страна на единия слой от тъканта по основа лицева страна за другия слой на тъканта. Контактната площ на притискащия диск на дигиталния дебеломер е 20 cm², масата на

дигиталния часовник с притискащия диск е 0,200 kg. Измервания са извършени при нормален натиск от 200 g (собствена маса на притискащия диск), 300 g (+100 g) и 400 g (+200 g). С поставяне на допълнителни тежести по 100 g се променя натиска. Резултатите от измерванията са нанесени в таблица 2.

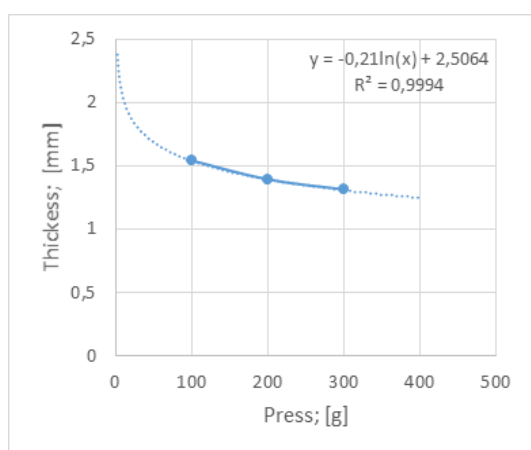
Таблица 2.

№	Артикул	Натоварване в g и направление на слоевете тъкани	Дебелина на два слоя тъкан в mm
1.	Kiparis Дебелина на един слой тъкан - 0,89 mm	ОЛС - ОЛС 100 g	1,54
		ОЛС - ОЛС 200 g	1,39
		ОЛС - ОЛС 300 g	1,31
2.	Boro Дебелина на един слой тъкан - 0,80 mm	ОЛС - ОЛС 100 g	1,43
		ОЛС - ОЛС 200 g	1,32
		ОЛС - ОЛС 300 g	1,25
3.	Boby Дебелина на един слой тъкан - 0,75 mm	ОЛС - ОЛС 100 g	1,41
		ОЛС - ОЛС 200 g	1,29
		ОЛС - ОЛС 300 g	1,22
4.	Pirin Дебелина на един слой тъкан - 0,52 mm	ОЛС - ОЛС 100 g	0,96
		ОЛС - ОЛС 200 g	0,84
		ОЛС - ОЛС 300 g	0,77
5.	Vatex Дебелина на един слой тъкан - 0,64 mm	ОЛС - ОЛС 100 g	1,22
		ОЛС - ОЛС 200 g	1,14
		ОЛС - ОЛС 300 g	1,09

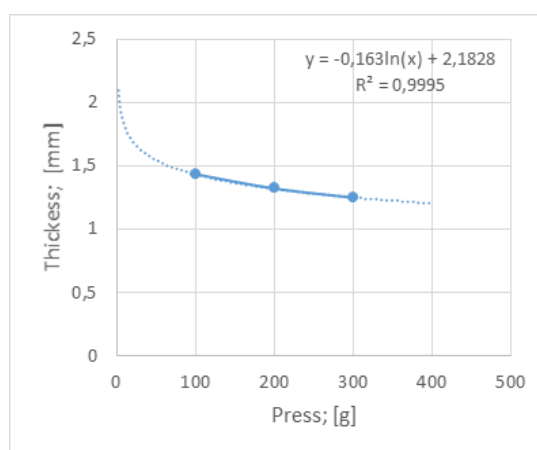
Резултати

На база получените стойности за дебелина на два слоя тъкан, за три нормални натоварвания 200 g, 300 g и 400 g. С функцията Trend line чрез графично прогнозиране в Ексел, се установява тенденцията на графичната зависимост - промяна на дебелината на два слоя тъкан по направление основа-основа и лицева страна и при стойности

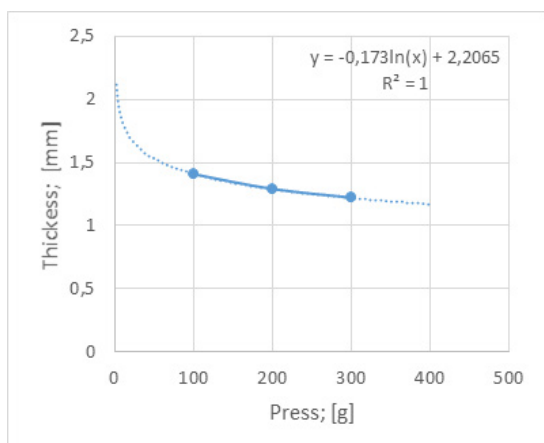
на натиск, който не са ползвани при експеримента – по-малко от 200 g и повече от 400 g. Определен е вида на графичното уравнение. На графики №№ 1 -5 са показани тенденциите на промяна на дебелината на два слоя от една тъкан притиснати по направление основа – основа от към лицевата страна, във връзка с промяна на натиска.



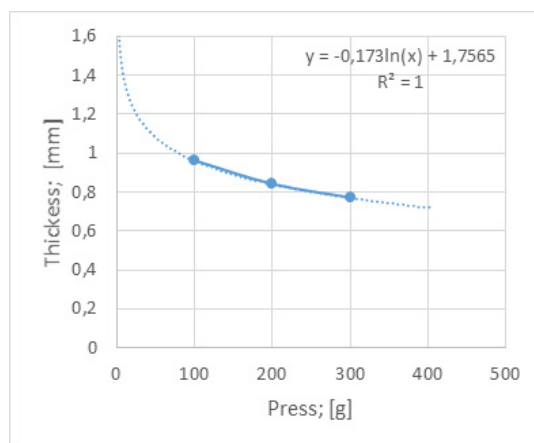
Графика 1. Тренд на промяна на дебелината на два слоя тъкан артикул Kiparis в направление основа-основа от към лицевата страна.



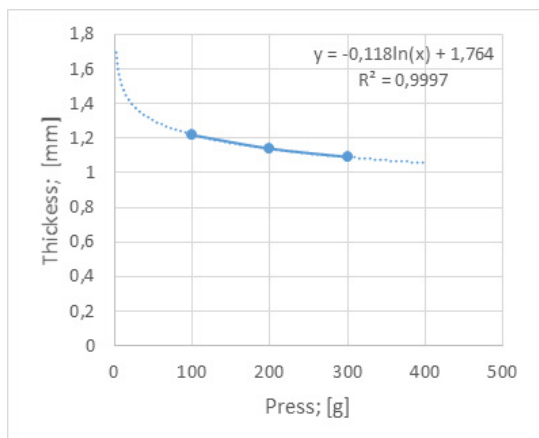
Графика 2. Тренд на промяна на дебелината на два слоя тъкан артикул Boro в направление основа-основа от към лицевата страна.



Графика 3. Тренд на промяна на дебелината на два слоя тъкан артикул Vobu в направление основа-основа от към лицевата страна.



Графика 3. Тренд на промяна на дебелината на два слоя тъкан артикул Vobu в направление основа-основа от към лицевата страна.



Графика 5. Тренд на промяна на дебелината на два слоя тъкан артикул Vatex в направление основа-основа от към лицевата страна.



Снимка 1. Снимка на дигитален дебеломер Textil-Dikenmesser J-40-T. [22]

Дискусия и заключение

В резултат на проведеното изследване може да се обобщи:

При анализ на графиките №№ 1 ÷ 5 се установява, че логаритмична функция – близка до линейната, идеално описва зависимостта - промяна на дебелината на два слоя тъкан по направление основа-основа от към лицевата страна, във връзка с натиска. Може да се обобщи, че графичната зависимост на дебелината на два слоя тъкан по направление основа-основа откъм лицевата страна за памучни тъкани е логаритмична, като с нарастване на натиска, намалява дебелината на двата слоя тъкан.

Установява се, че при натиск от около 25 g до 50 g, графиката е стръмна, като началото на стръмния участък съответства на дебелина,

Литература:

[1] Variability of fiber friction among cotton varieties: Influence of salient fiber physical metrics. F. Hosseinali, J. A. Thomasson, Tribology International, Volume 127, November 2018, Pages 433-445.

[2] Friction in textile fibers and its role in fiber processing, A. Sinoimeri, Wear, Volume 267, Issues 9 – 10, 9 September 2009, Pages 1619-1624.

[3] Studies on friction in cotton textiles: Part I—A study on the relationship between physical properties and frictional characteristics of cotton fibres and yarns, A. U. Nair, R. Sheela, M. Vivekanandan, B. Patwardhan, R. P. Nachane, 1 September 2013, September 2013 Indian Journal of Fibre & Textile Research 38(3), September 2013 38(3), Pages: 244-250.

[4] Friction Coefficient of Headscarf Textiles Sliding Against Hair and Skin, A. M. Abdel-Mageed, R. A. Ibrahim, W. Y. Ali, International Journal of Advanced Materials Research, Vol. 2, No. 3, May 2016, Pub. Date: Apr. 14, 2016, Pages: 33-37.

[5] Friction in Fibrous Materials, B. S. Gupta and Y. E. El Mogahzy, Textile Research Journal, 1991, Pages: 547 – 555.

равняваща се на алгебрична сума от дебелината на два слоя тъкан, измерени поединично при 200 g натиск (само от масата на притискащия диск на дебеломера).

Всички графики са при висок доверителен коефициент $R^2 > 0,99$. Стойностите на доверителния коефициент R^2 , които се виждат под графичните уравнения в графики №№ 1 ÷ 5, характеризират сближаването като модел с много добро и идеално качество, при норма за достоверност над 0,85.

За тъканите със сплитка Кепър 3/1, зависимостта дебелина на два слоя от тъканта по направление основа-основа от към лицевата страна във връзка с натиска може да се полза приблизително следното уравнение $y = 0,2 \ln(x) + 2$.

[6] A Novel Approach to Measure Friction in Textile Fibre Assemblies, R.V. Gowda and S. Mohanraj, RJTA 2008, Vol. 12 No. 2, Pages: 30 – 38,.

[7] Studies on Friction of Cotton Textiles: Part I- A Study on the Relationship between Physical Properties and Frictional Characteristics of Cotton Fibres and Yarns, Nair A. U., Sheela R., Vivekanandan M. V., Patwardhan B. A., Nachane R. P., Indian Journal of Fibre and Textile Research, Vol. 38, 2013, Pages: 244 – 250.

[8] Determination of the Coefficients of Friction Between Pant Fabrics and Seat Covers, A. Lamsal and T. R. Bush, Experimental Mechanics, Published: 26 January 2024, Volume 64, Pages: 261–273.

[9] Frictional Behavior of Plain Woven Fabrics Constructed from Polyester and Cotton Yarns in Different Environmental Conditions, Ali Arshi, Ali - Asghar Asgharian Jeddi, Ali Asghar Katbab, Journal of Engineered Fibers and Fabrics, June 2017(2):99-108, DOI:10.1177/155892501200700215.

[10] <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D0%B5>

[11] Frictional Forces and Amontons' Law: From

the Molecular to the Macroscopic Scale, J. Gao, W. D. Luedtke, D. Gourdon, M. Ruths, J. N. Israelachvili, and U. Landman, *The Journal of Physical Chemistry B*, Volume 108, Issue 11, March 18, 2004, Pages: 3377-3680.

[12] Friction laws at the nanoscale, Y. Mo, K. T. Turner and I. Szlufarska, Vol 457|26 February 2009|doi:10.1038/Nature, Pages: 1116 - 1119.

[13] The nonlinear nature of friction, *Nature*, Vol. 430, 29 JULY 2004, www.nature.com/nature, Pages: 525 – 528.

[14] Direct measurement of long-range forces between two mica surfaces in aqueous KNO₃ solutions, J.N. Israelachvili, G.E. Adams, *Hydrosols and Rheology*, Page 379.

[15] Frictional Forces and Amontons' Law: From the Molecular to the Macroscopic Scale, J. Gao, W. D. Luedtke, D. Gourdon, M. Ruths, J. N. Israelachvili, and U. Landman, *The Journal of Physical Chemistry B*, 2004, 108, 11, Publication Date:February 25, 2004p <https://doi.org/10.1021/jp0363621> , Pages: 3410–3425.

[16] The Laws of Static Friction - H.G. Howel, *Nature*, Published: 31 January 1953, 171, Page:220.

[17] On the origin of Amonton's friction law - B N J Persson, I. M. Sivebaek, V. N. Samoilov, K. Zhao, A. I. Volokitin and Z. Zhang, *IOP publishing Journal of physics: condensed matter*, 20 (2008) 395006, Pages: 1 – 11.

[18] Study of fabric-on-fabric Dynamic Friction - Wilson, D. , *Journal of Textile Institute & Industry*, Apr 1963.

[19] Studies on frictional behaviour of chitosan-coated fabrics - Bhuvana, D., Subramaniam, R., // *Autex research journal*, 2006, vol. 6, N 4, p. 216 – 222.

[20] Eksperimentalno izsledvane na tribologichni

harakteristiki na nyakoi pamuchni tukani - Stoyanova, R, 2022, Monograph, ISBN 954-954-395-307-3.

[21] Can there be a friction coefficient higher than 1? How? - Heerschap, S. <<https://qr.ae/pvSESx>> viewed on 13.10.2022.

[22] <https://www.checkline.com/product/J-40/J-40-T> последно видяна на 31.07.2024 г.