

ISSN 0861-9727

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

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

МЕХАНИКА НА МАШИНИТЕ

ГОДИНА XXVI, КНИГА 1, 2018

MECHANICS OF MACHINES

YEAR XXVI, No.1, 2018

ГЕОМЕТРИЧЕН МОДЕЛ ЗА АНАЛИЗ НА ТРИЕНЕТО ПРИ ТЪКАНИ СЪС СПЛИТКА КЕПЪР 2/2

Райка ЧИНГОВА¹, Диана GERMANOVA-КРЪСТЕВА², Фатима САПУНДЖИ³,

rajkach@swu.bg dianakra@tu-sofia.bg Sapundzhi@swu.bg

Сашо АЛЕКСАНДРОВ⁴

sasho49@abv.bg

¹ЮЗУ „Н. Рилски“ – Благоевград, ²ТУ–София, ³ЮЗУ „Н. Рилски“ – Благоевград, ⁴ТУ–Габрово

Резюме

В настоящата разработка е предложен геометричен модел за изследване на триенето на тъкани със сплитка кеър 2/2. Нишките на тъканта са представени като идеални цилиндри и огъването им става по дъга от окръжност. Предложени са геометрични чертежи на триене на тъкан кеър 2/2, като са изследвани две гранични положения и два етапа при триене по направление основа – основа за един повтор. Триенето е изследвано като триене на цилиндри в надлъжно и в напречно направление. Местата на огъвките са представени като сфери. От геометричния модел на сплитка кеър 2/2 е определен сборният ъгъл на контакт на основната нишка с четирите вътъчни нишки за един повтор на сплитката.

Основният акцент в изследването е идеализиран геометричен модел на сплитка кеър 2/2, без да се отчита деформирането на нишките от тъканта при тъкането, апретурата и облагородяването ѝ.

Изведени са формули за определяне на реалната контактна площ при триене на основна нишка от единия слой с вътъчна нишка от другия слой, както и за основна нишка от единия слой с основна нишка от другия слой, с отчитане на натиска между двата слоя тъкан.

Определен е етапът от триенето при сплитка кеър 2/2, при който се реализира най-голяма контактна площ.

Ключови думи

триене, тъкан, сплитка, геометричен модел, триене на цилиндър по цилиндър, триене на сфера по сфера.

Въведение

Фрикционното поведение на тъканите има голямо значение в областта на технологиите в шевното производство, в технологиите при тъкането на текстила, а също така и при субективната оценка за него при носене на готово облекло и допир с тъкани повърхности (завивки, тапицерии и пр.). При 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 метални части на шевните машини, при опаковане и складиране на готовите облекла

и пр. Фрикционните характеристики на тъканите имат значение при силовия анализ на машините, ползвани в шевната индустрия. В някои научни публикации е предложен геометричен модел за анализ на триенето за сплитка кеър 3/1 [1, 2].

Сплитка кеър 2/2 е често употребявана, особено при памучни тъкани.

Целта на настоящата разработка е да предложи геометричен модел за анализ на триенето при сплитка кеър 2/2, както и да изследват етапите при триенето за едни вътъчен повтор.

Формулиране на проблема

На фигура 1 е показан геометричен модел на сплитка кепър 2/2 по разрез на основна нишка за един повтор на сплитката по вътък. На чертежа центровете на вътъчни нишки са отбелязани с т. O_1, O_2, O_3 и O_4 .

Прието е, че вътъчните и основните нишки са с еднаква дебелина и представляват идеални цилиндри, чиито радиуси са R_{cp} , съответно диаметри – d_{cp} , че вътъчните и основните нишки се огъват по дъги от окръжности и вътъчните нишки с центрове O_2 и O_3 се допират.

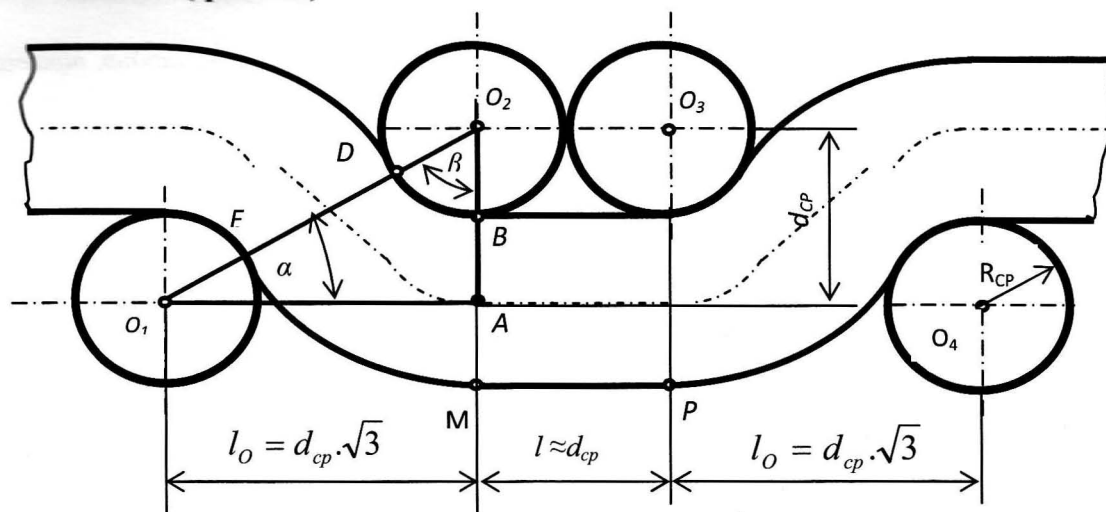
При решаване на правоъгълния триъгълник O_1AO_2 , хипотенузата е с дължина $O_1O_2 = 2 \cdot d_{cp}$, единият катет $AO_2 = d_{cp}$, следователно, ъгълът срещу катета AO_2 е $\alpha = 30^\circ$, а ъгъл $\beta = 60^\circ$.

Сборният ъгъл на обхват на основната нишка с четирите вътъчни е $4 \cdot \beta = 240^\circ$. Дължината на контакт X_p на основната нишка с вътъчните нишки за един вътъчен повтор ще бъде:

$$X_p = \frac{4 \cdot \beta \cdot \frac{d_{cp}}{2}}{\pi} = \frac{4 \cdot 60^\circ \cdot \pi \cdot d_{cp}}{180^\circ} = \frac{4}{3} \pi \cdot d_{cp} \quad (1)$$

Ако се разгледат две тъкани текстилни повърхности със сплитка кепър 2/2, като горната текстилна повърхност се движи спрямо долната, то движението на горния текстилен слой преминава през две гранични положения и рез два етапа на триене. Сплитка кепър 2/2 е равнолицева и е без значение положението на страната на тъканта.

Началното (гранично) положение е

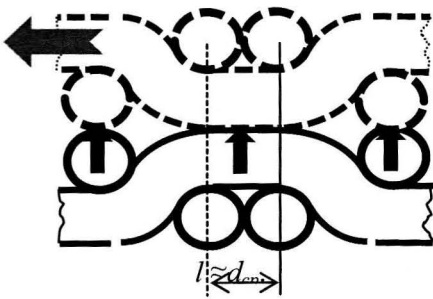


Фиг. 1. Геометричен модел за анализ на триенето при сплитка кепър 2/2

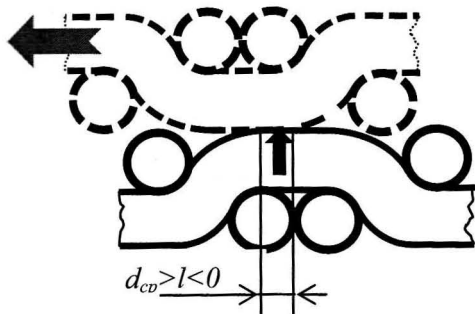
показано на фигура 2. На чертежа с вертикални стрелки са отбелязани местата на контакт, а с хоризонтална стрелка - посоката на движение на горния слой тъкан спрямо долния неподвижен слой. Тук вътъчните покрития на сплитката от горния текстилен слой и вътъчните покрития на сплитката от долния текстилен слой се допират в точки. Там триенето може да се определи като триене на сфера по сфера [3, 4] с радиуси $R_s = 3 \cdot R_{cp}$. Триенето на основните нишки в този участък се разглежда като триене на успоредни цилиндри. Основните нишки от горния слой се трият по основните нишки от долния слой като дължината на контакта между тях $el = 2R_{cp}$.

След първото гранично положение продължава първи етап, показан на фигура 3. При него се наблюдава само триене на основна нишка от горния слой по основна нишка от долния слой тъкан.

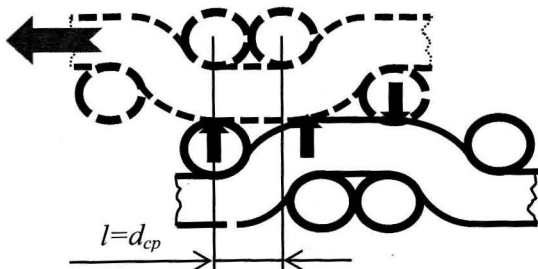
Следва второ гранично положение (фигура 4). Тук се наблюдава контакт на вътъчното покритие от горния слой с основно покритие от долния слой тъкан в областта на огъването.



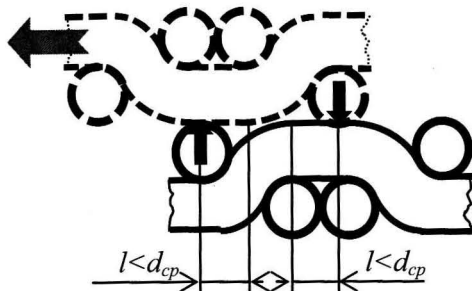
Фиг. 2. Начално положение на триене на две триещи се тъкани повърхности със сплитка кеър 2/2 по направление основа – основа за един повтор



Фиг. 3. Първи етап на триене на две триещи се тъкани повърхности със сплитка кеър 2/2 по направление основа – основа за един повтор



Фиг. 4. Второ гранично положение на две триещи се тъкани повърхности със сплитка кеър 2/2 по направление основа – основа за един повтор



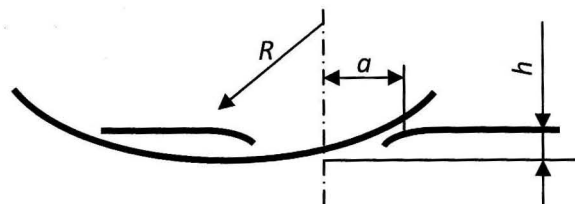
Фиг. 5. Втори етап на две триещи се тъкани повърхности със сплитка кеър 2/2 по направление основа – основа за едни повтор

Контактът се осъществява от вътъчно покритие от долния слой с основно покритие от горния слой в областта на огъването и контакт на

основно покритие от горния слой по вътъчно покритие от долния слой. При това гранично положение на триещите се повърхности се наблюдава триене на сфера по сфера в три точки. При триенето на основното покритие от горния слой с вътъчно покритие от долния слой контактът може да се определи като при две сфери – при вътъчното и основното покрития сферите са с радиус $R_6 = R_o = 3 \cdot R_{cp}$. Аналогично разсъждение се прилага и при контакта на вътъчното покритие от горния слой с основното покритие от долния слой. Контактът при огъването на основното покритие от горния слой с огъването на основното покритие от долния слой се разглежда като контакт на две сфери с еднакви радиуси $R_o = 4 \cdot R_{cp}$.

Вторият етап за един вътъчен повтор е показан на фиг. 5. Вътъчното покритие от горния слой се трие по основно покритие от долния слой, а вътъчното покритие от долния слой се трие по основното покритие от горния слой. При контакта на вътъчно покритие по основно покритие, триенето може да се разглежда като триене на сфера с радиус $R_6 = 3 \cdot R_{cp}$ по цилиндър с радиус $R_y = R_{cp}$ [2,3]. Когато има триене на основна нишка по вътъчна нишка се приема, че има триене на два кръстосани цилиндъра, въпреки огъването им една спрямо друга (вж фиг. 6).

Ако един еластичен цилиндър бъде притиснат към друг еластичен цилиндър, също с радиус R , и осите на цилиндрите са кръстосани, то тогава ще се образува допирна повърхност с радиус $a = \sqrt{R \cdot h}$, като h е дълбочината на



Фиг. 6. Схема за определяне на контактната площ при два кръстосани цилиндри

проникване [5]. Нужната сила N за това проникване [5] е:

$$N = \frac{4}{3} \cdot E^* \cdot R^{\frac{1}{2}} \cdot h^{\frac{3}{2}} \quad (2)$$

$$\text{където: } \frac{1}{E^*} = \frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2} \quad (3)$$

E_1 и E_2 – модули на еластичност за двете триещи се кръстосани нишки – N/m^2 ;

ν_1 и ν_2 – коефициенти на Поасон за двете триещи се кръстосани нишки – без дименсия.

За E^* може да се запише:

$$E^* = \frac{E}{2 \cdot (1 - \nu^2)} \quad (4)$$

Тогаво формула (2) добива вида:

$$N = \frac{4}{3} \cdot \frac{E}{2 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot R^{\frac{1}{2}} \cdot h^{\frac{3}{2}} \quad (5)$$

От тук за h – дълбочината на проникване, може да се запише:

$$h = \sqrt[3]{\frac{9}{4} \cdot \frac{N^2 \cdot (1 - \nu^2)^2}{E^2 \cdot R}} \quad (6)$$

За радиуса на контактната зона на основна нишка от единия слой по вътъчна нишка от другия слой се получава:

$$a = \sqrt{R \cdot \sqrt[3]{\frac{9}{4} \cdot \frac{N^2 \cdot (1 - \nu^2)^2}{E^2 \cdot R}}} \quad (7)$$

При триене на основна нишка от единия слой по основна нишка от другия слой (въпреки че нишките са в надлъжно направление една спрямо друга, би следвало контактът между тях да се разглежда като при успоредни цилиндри), поради огъването на същите върху вътъчни нишки, контактът между тях може да се приеме, че е както при контакт на сфера по еластична повърхност [5]. В този случай дълбочината на проникване h се определя по горните формули, като се има предвид, че тук радиусът е $3 \cdot R$:

$$h = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{N^2 \cdot (1 - \nu^2)^2}{E^2 \cdot R}} \quad (8)$$

За радиуса на контактната зона на основна нишка от единия слой по основна нишка от другия слой се получава:

$$a = \sqrt{3 \cdot R \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{N^2 \cdot (1 - \nu^2)^2}{E^2 \cdot R}}} \quad (9)$$

От изследваните етапи и положения един повтор от горния и долния слой на тъканта, при относително движение на горния слой спрямо долния, най-голяма контактна площ се реализира при първия етап (след първото гранично положение).

Изведените формули (7) и (9) за радиуса на контактната зона при кръстосани и успоредни цилиндри, може до послужат за определяне на реалната контактна площ при триенето, ползвайки предложения идеализиран геометричен модел за сплитка кепър 2/2.

Изводи

Научната стойност и новостта на предложения модел, според авторите, се определя от следните решени проблеми: създаване на методологическа рамка за прогнозиране на фрикционното поведение на тъканите в различни етапи за един повтор; геометричното моделиране може да послужи за основа при адекватното описване на процеса на триенето и по-точно за определянето на реалната контактна площ на триенето при различен натиск.

Предложеният геометричен модел за определяне на контактна площ за сплитка кепър 2/2 може да послужи за основа на модели и за други сплитки.

Изследваните етапи на триене за един повтор могат да бъдат мултиплицирани при определяне на реалната контактна площ на триене за различна площ от тъканта. Геометричният модел за анализ на триенето при разгледаните основни и вътъчни нишки като идеални цилиндри може да послужи за основа при определянето на реалната контактна площ, съчитане на деформацията на нишките при тъкане, апретурата и пр., както и при различна дебелина на основните и вътъчните нишки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Chingova, R. A Geometrical Model Analyzing the Friction Force In 3/1 Twill Textile Materials. International Journal of Modern Sciences and Engineering Technology, ISSN :2349-3755, October, 2014.
- [2] Чингова, Р. Изследване на триенето при някои тъкани. Монографичен труд, УИ ЮЗУ „Н. Рилски“ – Благоевград, 2013.
- [3] Дамянов Г., Чобанов Г., Проектиране и строеж на тъканите, ТУ – София, 1988 г./учебно пособие/
- [4] Popov, V. Contact Mechanics and Friction. ISBN 978-3-642-10803-7, Berlin: Springer-Verlag, 2010. p.p. 55-70.
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Contact_mechanics

A GEOMETRICAL MODEL ANALYZING THE FRICTION FORCE IN TWILL 2/2

R. Chingova, D. Germanova-Krusteva, F. Sapundzi, S. Aleksandrov

Resume:

This scientific work offers a geometrical model for researching the friction force of tissues in twill 2/2... The threads of the tissue are presented as perfect cylinders and they are bended as a rainbow from a circle. Geometrical drawings of the friction force in twill 2/2 are offered as two border situations and two stages of friction in direction of the base – a base for a repetition are examined. The friction is examined as friction of cylinders in a longitudinal and crosswise direction. The place for the bending is presented as spheres. From the geometrical model in twill 2/2 is defined the assembled angle of contact of the main thread with the four weft thread for a repetition of the weave.

The main focus of the research is an idealized geometrical model of a twill 2/2 without having in account the deformation of the threads while weaving, processing and enrichment.

There are formulas for the determination of the actual contact area of the friction of the main thread of one layer with the weft thread from another layer, as well as the one between the main thread from one layer with another thread from another layer, while showing and reporting the pressure between the two layers of tissue.

The stage of friction in twill 2/2 in which we have the largest contact area is determined.