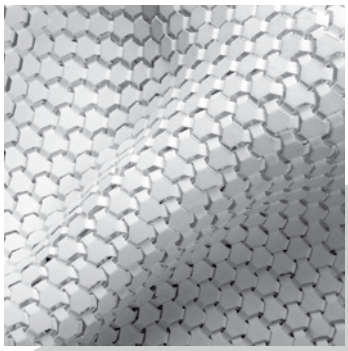
ТЕКСТИЛ И ОБЛЕКЛО

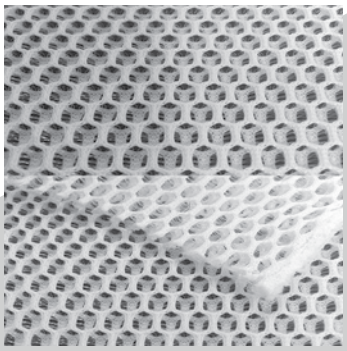
3
2022
година
LXXIV
от 1949 г.

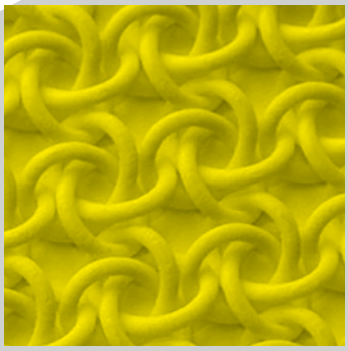
TEXTILE AND GARMENT MAGAZINE

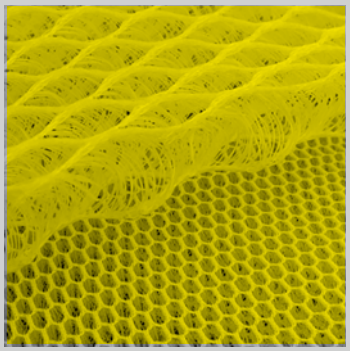
open access

НТС
ПО ТЕКСТИЛ,
ОБЛЕКЛО
И КОЖИ
www.tok.fnts.bg











ISSN 1310-912X (Print)
ISSN 2603-302X (Online)
www.bgtextilepublisher.org
https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003



Изложба на народни женски носии в Музея на текстилната индустрия в Сливен

ТЕКСТИЛ И ОБЛЕКЛО

НТС по текстил, облекло и кожи

www.tok.fnts.bg

БРОЙ 3/2022

СЪДЪРЖАНИЕ

УДК		
678	ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТРАЙНОСТТА НА АРОМАТ ВЪРХУ ТРИКОТАЖНА ЛЕНТА С ПОКРИТИЕ ОТ EUGRARIT RSPO МИКРОКАПСУЛИ, СЪДЪРЖАЩИ ЕТЕРИЧНО МАСЛО ОТ КАНЕЛА НГУЕН Ти Ту Чинг, ЧУ Дийо Хуонг	65
	https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003.01	
678	ПОЛИМЕРИ В ТЕКСТИЛНОТО, КОЖАРСКОТО И ОБУВНОТО ПРОИЗВОДСТВО. ВИДОВЕ ПОЛИМЕРИ С ПРИЛОЖЕНИЕ В ТЕКСТИЛНОТО, КОЖАРСКОТО И ОБУВНОТО ПРОИЗВОДСТВО - СИНТЕТИЧНИ ХЕТЕРОВЕРИЖНИ ПОЛИМЕРИ. ПОЛИУРЕТАНИ (PU). ПОЛИАМИДИ (PA). ПОЛИЕСТЕРИ (PES) Дарина ЖЕЛЕВА	73
	https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003.02	
677	ИЗСЛЕДВАНЕ ТЕНДЕНЦИЯТА НА КОЕФИЦИЕНТИТЕ НА ТРИЕНЕ ЗА КОПРИНЕНИ ТЪКАНИ ВЪВ ВРЪЗКА С НОРМАЛНИЯ НАТИСК Рая СТОЯНОВА	88
	https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003.03	

Научна област. Статиите отразяват разработки и решения от текстилната наука и практика. Те се отнасят към някоя от областите според УДК:

- **33** Икономика. Икономически науки.
- **377** Специално образование. Професионално образование. Професионални училища.
- **378** Висше образование/ Висши учебни заведения.
- **677** Текстилна промишленост. Технология на текстилните материали.
- **678** Промишленост на високомолекулярните вещества. Каучукова промишленост. Пластмасова промишленост.
- **687** Шивашка промишленост.
- **745/749** Приложно изкуство. Художествени занаяти. Интериор. Дизайн.
- **658.512.23** Художествено конструиране (промишлен дизайн).

Адрес на редакцията:
1000 София, ул."Г. С. Раковски" 108, стая 407, тел.: 02 980 30 45
e-mail: textilejournal.editor@fnts.bg
www.bgtextilepublisher.org

ISSN 1310-912X (Print)
ISSN 2603-302X (Online)
https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003

Банкова сметка:
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ ПО ТЕКСТИЛ, ОБЛЕКЛО И КОЖИ
ИН по ДДС: BG 121111930
Сметка IBAN: BG43 UNCR 9660 1010 6722 00

Печат и предпечат:
АГЕНЦИЯ КОМПАС ООД

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

доц. д-р инж. Ивелин Рахнев, главен редактор
доц. д-р инж. Мария Спасова, ИП-БАН, технически редактор

проф. д-р инж. Христо Петров, ТУ-София
проф. д-р Майа Богданова, НХА-София
проф. д-р инж. Андреас Хараламбус, Колеж-Сливен (ТУС)
проф. д-р инж. Снежина Андонова, ЮЗУ-Благоевград
проф. дтн инж. Радостина Ангелова , ТУ-София
доц. д-р инж. Анна Георгиева, ХТМУ-София
доц. д-р инж. Десислава Грабчева, ХТМУ-София
доц. д-р инж. Стела Балтова, МВБУ-София
доц. д-р инж. Златина Казлачева, ФТТ-Ямбол
доц. д-р инж. Капка Манасиева, ВСУ-Варна
доц. д-р инж. Румен Русев, ФТТ-Ямбол
доц. д-р инж. Красимир Друмев, ТУ-Габрово
доц. д-р Ивелина Вардева, У-т проф. д-р А. Златаров-Бургас
д-р Незабравка Попова-Недялкова, НБУ-София

ЧУЖДЕСТРАНЕН НАУЧЕН КОМИТЕТ

проф. дтн Жан-Ив Дреан - УЮЕ, Мюлуз, Франция
проф. дтн инж. Аленка Майсен льо Марешал, УМарибор, Словения
проф. дтн инж. Йордан Кьосев, ТУ-Дрезден, Германияпроф
д-р инж. Горан Дембоски, Ун. Св. св. Кирил и Методий, Скопие, С. Македония
доц. д-р инж. ВУ Ти Хонг Кхан, ХУНТ, Ханой, СР Виетнампроф
д-р инж. Сабер Бен Абдесалем, НИУ - Монастир, Тунис

ИНФОРМАЦИЯ ЗА АВТОРИТЕ

ПРАВИЛА ЗА ДЕПОЗИРАНЕ И ПУБЛИКУВАНЕ НА СТАТИИ

Подаването на докладите трябва да се адресира до редакцията на имейл (textilejournal.editor@fnts.bg);

Докладите трябва да са написани на български език от български автори и на английски (работен) език за чуждестранни автори.

Споразумение за прехвърляне на авторски права трябва да бъде подписано и върнато на нашата редакция по поща, факс или имейл, колкото е възможно по-скоро, след предварителното приемане на доклада. С подписването на това споразумение авторите гарантират, че целият труд е оригинален и не е бил публикуван, изпраща се само в списанието и че целият текст, данни, фигури и таблици, включени в труда са оригинални и непубликувани преди това или подавани другаде в каквато и да е форма. Процесът на рецензиране започва след получаване на този документ. В случай, че докладът вече е представян на конференция, той може да бъде публикуван в нашето списание, само ако не е бил публикуван в общодостъпни материали от конференцията; при такива случаи трябва да се направи съответното изявление, което се поставя в редакционните бележки в края на статията.

Общ стил и оформление

Обемът на доклада не трябва да надхвърля 12 стандартни страници (А4) в една колона (страница от 3600 знака), вкл. Таблици и фигури. Форматът е MSOfficeWord (normallayout). Рецензентите си запазват правото да съкратят статията, ако е необходимо, както и да променят заглавията.

Заглавието на доклада не трябва да надхвърля 120 знака.

Пълните имена на авторите, както и **пълните наименования на институциите**, в която работят - факултет, катедра, университет, институт, компания, град и държава трябва да са ясно посочени. Авторът за кореспонденция и неговият/нейният имейл трябва да са указани.

Резюмето на доклада е на английски и не трябва да надхвърля една страница.

Ключовите думи трябва да са в рамките на 4 до 6.

Фигурите *и илюстрациите се номерират последователно (с арабски цифри) и трябва да са споменати в текста. Фигурите се влагат в текста с формат JPGс минимум 300 dpi.Фигурите трябва да бъдат интегрирани в текста в редактируема форма.*

Таблиците*, със заглавие и легенда по желание, трябва да бъдат номерирани последователно и трябва да са споменати в текста.*

Бележките под *линиятрябва да се избягват.*

Препратките (цитирана литература)*трябва да се цитират последователно по ред на появяване в текста, изписани чрез транслитерация на латиница, като се използват цифри в квадратни скоби според* ***системата Ванкувър.***

https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003.01

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТРАЙНОСТТА НА АРОМАТ ВЪРХУ ТРИКОТАЖНА ЛЕНТА С ПОКРИТИЕ ОТ EUGRARIT RSPO МИКРОКАПСУЛИ, СЪДЪРЖАЩИ ЕТЕРИЧНО МАСЛО ОТ КАНЕЛА

Нгуен Ти Ту Чинг, Чу Дийо Хуонг
Висше училище по текстил-кожи и мода,
Ханойски университет по наука и технологии,
улица Дай Ко Виет №1, Ханой, СР Виетнам
e-mail: huong.chudieu@hust.edu.vn

INVESTIGATION OF THE FRAGRANCE DURABILITY OF KNITTED FABRIC BAND COATED BY EUGRARIT RSPO MICROCAPSULES CONTAINED THE CINNAMON OIL ESSENTIAL

Nguyen Thi Tu Trinh1, Chu Dieu Huong1*
1School of Textile-Leather and Fashion,
Hanoi University of Science and Technology, Dai Co Viet street 1, Hanoi, Vietnam
e-mail: huong.chudieu@hust.edu.vn

ABSTRACT

The aromatherapy textile of cinnamon oil comes from a compound found in the essential oil called cinnamaldehyde. With the antibacterial and anti-inflammatory properties that can help treat certain metabolic, infectious, digestive or respiratory disorders, this compound is also very volatile. Moreover, cinnamon essential oil can help treat dermatitis, but the coumarin compounds found in essential oils can cause skin irritation. Therefore, encapsulation is currently the best solution to improve evaporation and keep the fragrance of essential oils on fabrics longer and reduce large amounts of pure essential oils in direct contact with the skin. In this study, we have investigated the odor fastness of Eugrarit RSPO microcapsules contained the cinnamon essential applied to the surface of interlock fabric knitted by Chief Value Cotton (CVC) yarn (60% cotton, 40% polyester). The fragrance durability of the knitted fabrics coated by pure cinnamon essential oil and the microcapsules contained cinnamon essential oil had been evaluated. The influence of the pressure of knitted fabric band coated by the microcapsule contained cinnamon essential oil induced by extension levels of 21.25%, 57.5%, 68.75%, 83.75% had been studied. The fragrance durability evaluation was based on the combination of the expert method and diluted solution method. The results showed that the fragrance intensity of knitted fabrics treated by pure essential oil was stronger but the diminution of their fragrance was faster than these ones treated by the cinnamon essential oil microcapsules. Besides, the higher the extension applied on the fabrics band, the smaller their fragrance intensity had been maintained.

Keywords: *Microencapsulation, fragrance textile, healthcare textile, interlock knitted fabric, fabric extension.*

1. Introduction

Essential oils are volatile components which produced by different parts of the medicinal plants. These components have antibacterial capacity and have been commonly used throughout the world. They even can be a substitute for chemical antibacterial agents against foodborne bacteria in clothing due to their useful properties [1]. Cinnamon is obtained from several tree species from the genus cinnamomum and is also known as cinnamomum verum. The true cinnamon treeverum is considered as one of the precious medicinal plants that have been widely used in the daily life in Vietnam. Cinnamon essential oil can be also used in aromatherapy, which is the therapeutic use of the plant essential oils that can be absorbed into the body via the skin or the olfactory system. A recent research articles showed the benefits deriving from the use of cinnamon oil in massage for alleviating menstrual pain [2]. Cinnamon essential oil is a dark yellow to brown liquid. It is prepared from the bark of the stem, or leaves and branches by the method of distillation with water or steam distillation [3]. The all parts of the cinnamon tree such as bark, leaves, flowers, roots contain essential oils, especially in the bark with the highest content of essential oils, sometimes reaches 4 - 5 % on mass. The major constituents of cinnamon bark oil includes cinnamaldehyde (76.96 %), cinnamyl acetate (11.07 %), coumarin (5.06 %), the remaining compounds account from 0.11% to 0.92 % on mass. In which cinnamaldehyde (3-phenyl-2-propanal) represents the main component of cinnamon bark oil which has antibacterial and anti-inflammatory properties that can help treat certain metabolic, infectious, digestive or respiratory disorders. Trans-cinnamaldehyde was found to be the major volatile compound which used as a flavor and fragrance ingredient [4, 5]. Though the various potential effects of cinnamon oil and its constituents, including anti-inflammatory, antibacterial, antifungal, and antioxidant, the use of cinnamon oil has been reported to cause problems for some individuals: cinnamon oil has a strong aroma that is unacceptable to some. Furthermore, the direct application of cinnamon oil has been reported to cause skin irritation and allergic reactions [6].

In order to maintain the fragrance longer as well as for the active ingredients to be more effective, a microencapsulation has been widely used to improve the ability to evaporate the fragrance materials for the desired time [7]. Microencapsulation could be understood as a technique to prepare a microcapsules, a small particles that contain an active agent or core material surrounded by a shell of limited permeability. Microencapsulation helps an active material enveloped in microcapsule wall which protects it from external environment. The aroma core is released by diffusion through the microcapsule wall or by rupture of the microcapsules. These microcapsules can be applied to fabric by simple pad-dry sequence or by coating method. During wear, simple mechanical rubbing of fabric gradually ruptures the membrane that releases the active agent for therapeutic, energy boosting, stress busting, moisturising or deodorising effects [8-13].

Many researches have reported the textile applications using the microcapsule contained natural essential oil. G Thilagavathi et al. [9] had prepared the antibacterial fabrics coated by the microcapsule containted the neam oil essential and the oil extracts from mexican daisy. The microcapsules consisted of the oil herbal extracts as active core material and gum acacia as a wall material. The test of antibacterial had conducted using the Staphylococcus aureus and Escherichia coli bacteria. Senem Karagönlü et al. had prepared the thyme oil loaded microcapsules for antimicrobial textile [10]. The microcapsiles using thyme oil as active agent and gelatin and gum arabic as wall materials. The durable aroma finished on cotton fabric using microencapsulation technology had been conducted by L. BHATT et al [8]. Four kinds of natural essential oil (basil oil, lemon grass oil, orange oil, tea tree oil) were used as core material and the gelatin and gum acacia were the membrane of microcapsule in their reaserch. The most efficace essential oil was considered as lemongrass oil. Microencapsulation of fragrance agent and natural volatile oils for application in cosmetic textile had repported by Rumeysa Tekin et al. [11]. The microcapsules with diameters ranging from 10 mm to 80 mm had prepared by interfacial polymerization technique using the fragrance Teddysoft as a core material, PVA as surfactant and the polymer wall of microcapsules was the polyurethane. The hand towels then coated by microcapsules contained

fragrance and by fragrance without microcapsules which mixed with the fabric softener. These hand towels passed the laudering cycles and were let to dry for a week to qualitatively evaluate the fragrance by nine perfumers and by headspace-GCMS analysis. Both the evaluations showed that the hand towels washed with the fabric softener including microcapsules smelt stronger after a week. Moreover, the authors found more the volatile compounds of the fragrance existed on the hand towel treated by the microcapsules than these ones applied directly by the fragrance without encapsulated. The results demonstrated the efficace of microencapsulation technique to maintained the fragrance for textile products.

Odor is a psychophysical phenomenon. For the human senses, the smell considered as the most complex. For odor measurement, there have been different methods which use instruments such as gas chromatograph to determine the odorous gas concentration in ppm and olfactory sensory methods which use the human sense of smell [14]. The odor evaluation of the fragrance fabric was not always easy because of incompliance of the methods for this kind of product.

The fragrance durability by the time or by washed cycles of the garment treated by microcapsules contained the natural essential oil had been reported in many researches but the odor fastness influenced by pressure caused by the extension of knitted fabric band coated by the microcapsule containing the cinnamon essential oil had been seldom noticed in the papers and that was also the aim of the current research.

2.Materials and Methods

2.1 Materials

Knitted fabric: The research has used the interlock fabric knitted by the CVC yarn (60% cotton, 40% polyester) with yarn count of Ne 40/1. The fabric mass was 175.7 (g/m2) and the fabric thickness was 0.8 mm. Its loop length was 2.75 mm. The fabric was knitted on Kingknit machine (Taiwan) with the needle cylinder diameter of 30 inches and machine gauge was E24.

Fragrance agents: The experimental process had used a natural cinnamon essential oil in liquid form and the solution of microcapsules contained cinnamon essential oil (5 % w/w) as aroma agents. The microcapsules (***Figure 1***) that were kindly provided by the project T2021-PC-044 (Vietnam). The cinnamon essential oil - loaded microcapsules were prepared by solvent evaporation method. Their membrane was eudragit RSPO and the quillaja saponin was used as the natural surfactant while ethyl acetate was the non - halogenated solvent applied during microencapsulation process. The microcapsules had nearly spherical shapes with the mean diameter of around 25-30 μm [15].

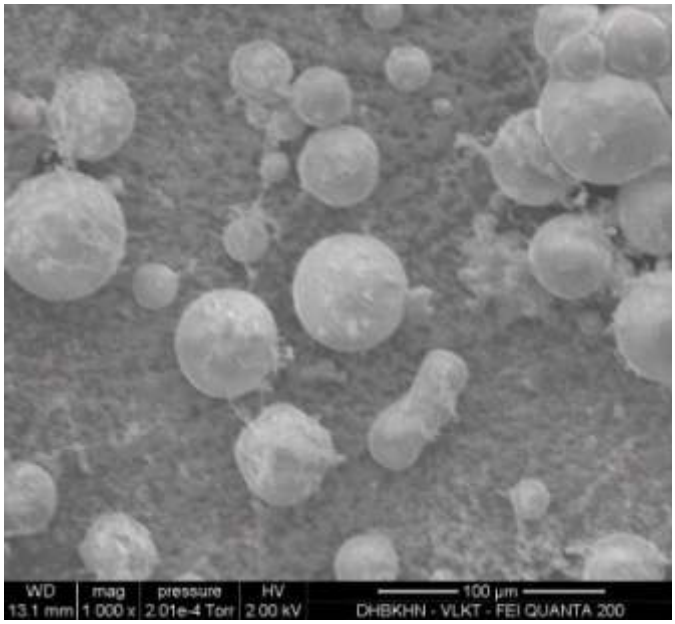


Figure 1 Eugrarit RSPO microcapsules contained cinnamon essential oil.

2.2 Methods

2.2.1 Investigation of microcapsule morphology

The scanning electron microscope (SEM) JEOL model JSM-7600F (USA) was used to investigate the morphology of Eugrarit RSPO microcapsules contained the cinnamon oil essential before and after treating to the knitted fabric. The working conditions SEM was kept at 5.0 kV; LM mode and WD 8.0 mm. For the original microcapsules, a small drop of mother microcapsule suspension was placed on the sample holder of SEM equipment while the fabric coated with microcapsules had been cut on a small piece of fabric, which then was stick to the sample holder with the fabric surface containing microcapsules faced up. The observation was captured at magnifications of x100 and x500 for fabric treated by microcapsules and the observation was taken at magnifications of x10.000 for the details on the microcapsule polymer membrane.

2.2.2 Fragrance evaluation

In this study the fragrance intensity of fabric samples treated by microcapsules contained cinnamon essential oil had been evaluated by expert method in combination with the comparison of diluted sample methodthe. The fragrance intensity was chosen as odor characteristic to evaluate fragrance of the investigated fabrics. The fabric samples treated by microcapsules contained the fragrance agent had been evaluated by expert method in combination with the comparison of diluted sample method based on the standard ASTM D 1292-10 [16] and on the measurement of intensity by magnitude scale procedure.

The aqueous solution of microcapsule had gradually diluted by distil water and has been contained in a small bottle of 10mL. Eleven bottles had been prepared with different ratio of microcapsule volume solution, which was 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% and 100%, corresponding to the fragrance points of 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100. The bottles had then well tight closed during the experiment. The bottle of total distil water is “no odor” and was considered as “blank”. The perfumers have been trained to participate in an evaluation fragrance [16-18]. Every perfumer has smelled the fabric sample and compared to the sample bottles with its fragrance grade then has given out a point in a hundred grades. Before changing to evaluate another fabric sample the perfumer have been demanded to smell the bottle of zero fragrance grade. The perfumers had not any discussion to each other during the evaluation experiment [18].

2.2.3 Influence of fragrance agent kind on the odor durability knitted fabric

Two kinds of fragrance agent have been used: the first was pure cinnamon essential oil and the second was the Eugrarit RSPO microcapsules contained cinnamon essential oil. The investigated fabric was cut into the fabric samples with the size of 50 mm x50 mm. Nine fabric samples for each test of fragrance agent kind and there was total of 18 fabric samples had been prepared for two kinds of fragrance agent.

The experimental process of odor assessment was carried out in an environmental condition with the temperature of 31oC-31.5oC and the relative humidity of 46 %-50 %, which was the typical climate of the south Vietnam. The survey process in the odor assessment was carried out by 6 participants aged from 8 to 45 years old, including 2 males and 4 females in respecting the different olfactory threshold of sex and age of the participants [18].

1mL of solution of Eugrarit RSPO microcapsules contained the cinnamon essential oil was coated evenly to the surface of nine prepared fabric samples. On the other hand, 1 mL of pure cinnamon essential oil was also applied to the surface of the other nine fabric samples. Then all 18 fabric samples have put into the refrigerator at temperature of 2°C and at 20% of relative humidity for 24 hours, that process aimed to harden the microcapsules.

Fragrance durability of the fabric samples were then evaluated for every 60 minutes from the first hour to the ninth hour to compare the fragrance durability of the fabrics treated by pure cinnamon essential oil and by microcapsules contained the cinnamon essential oil.

2.2.4 Influence of the extension on the fragrance durability of knitted fabric band coated by Eugrarit RSPO microcapsules contained the cinnamon oil essential

Four levels of extension knitted fabric band had been prepared by cutting four knitted fabric samples of equal size (8 cm x 3 cm). Then 2ml solution of microcapsules contained the cinnamon essential oil

had coated on the fabric surface. The fabric samples then stored in the refrigerator with the temperature of 2oC and the relative humidity of 20% for 24 hours to solidify the microcapsule on the fabric.

After being stored in the refrigerator environment the fabric samples coated by microcapsules were sewn to form a cylinder band then were looped into four glass jars. Four glass jars with different circumferences as 9.7 cm, 12.6 cm, 13.5 cm, 14.7 cm were used to induce the knitted fabric extension of 21.25%, 57.5%, 68.75%, 83.75%, respectively (***Figure 2***). The fabric surface coated with microcapsule was faced on the wall of the jar.

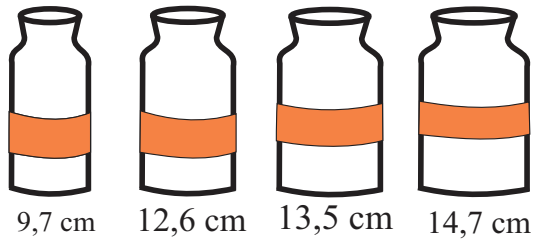


Figure 2 Fabric samples with microcapsules are wrapped in 4 glass vials with different circumferences of 9.7 cm, 12.6 cm, 13.5 cm, 14.7 cm, forming 4 different extension levels.

The fragrance evaluation process was carried out in two sample lots:

*The first sample lot: The knitted fabric band was extended by the jars for 1 hour before fragrance evaluation, which was carried out at the thermostatic cabinet (the temperature was 32°C, and the relative humidity was 58%). After 1 hour in extension, the knitted fabric bands were taken out from the jars and passed to odor evaluation. The fragrance evaluation was obtained 9 times for every 60 minutes from the beginning moment at 0 minute to 540 minutes. The odor panel includes 8 people aged from 21-25 years old who were students of Hanoi University of Science and Technology, they were 4 males and 4 females. The perfumers sniffed each sample in turn and compared it with 11 reference scent bottles on a scale of 0 to 100 rating points then given their personal point of the smell sample.

* The second sample lot: The fragrance evaluation process was similarly caried out to the first sample lot excepted that the during in extension before fragrance evaluation of the knitted fabric bands was 2 hours. The aim of longer duration of knitted fabric band extension was to investigate more detail the behavior of fragrance fabric treated by microcapsule contained oil essential.

3. Results and Discussion

1. Investigation of microcapsule morphology

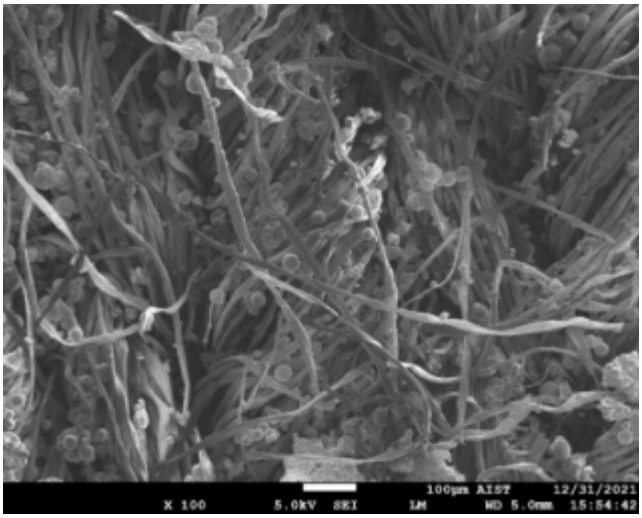


Figure 3 SEM images of knitted fabric surface with the coated microcapsules

Knitted fabrics were always prepared with low twist yarn that gave them specific characteristics such as soft, good on-air permeability and so far. When application of microcapsules on the knitted fabric, the small particles of tens micrometers size had been easily distributed on the surface of the knitted fabric but not deeply in the fabric structure (***Figure 3***). This microcapsule layer on fabric surface may be useful for liberation process of cinnamon essential oil from the knitted fabric band. Moreover, the microcapsules kept their spheric form. They did not be deformed and could guard the cinnamon essential oil for the liberation process.

The more important magnification of x 10 000 helps to observe the structure of the microcapsule membrane (***Figure 4***).

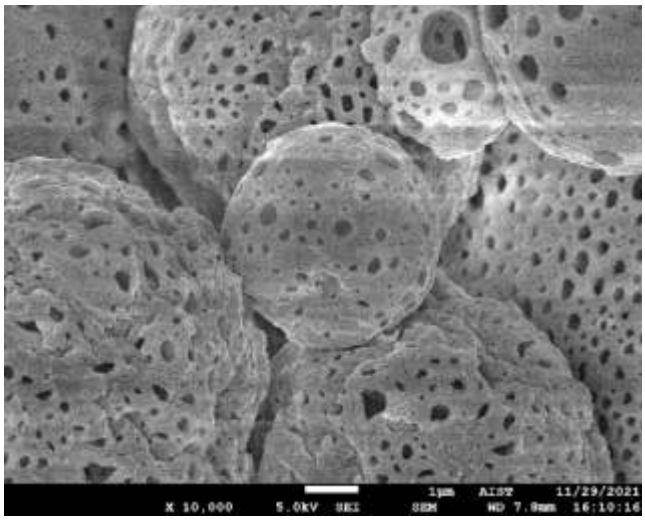


Figure 4 SEM images of microcapsule membrane

Many porous with the different dimensions from some tens nanometer to some hundreds nanometers had been observed in the microcapsule membrane that insists the porous structure polymer membrane of the Eugrarit RSPO microcapsules contained the cinnamon oil essential [15]. The quantity and the size of the porous could be controlled during the microencapsulation and so the liberation rate of oil essential may be change suitable to the application target [15].

2. Influence of fragrance agent kind on the fragrance durability of treated knitted fabric

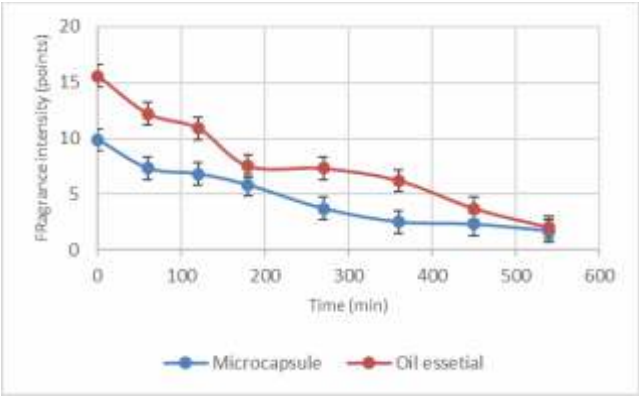


Figure 5 Odor strength of pure cinnamon essential oil evaluated for 540 minutes

In odor to investigate the efficacy of microcapsule on the control of oil essential liberation the pure cinnamon essential oil and the microcapsules containing cinnamon essential oil was used as fragrance agent in this test. The results of the fragrance stability between microcapsules containing cinnamon essential oil and pure cinnamon oil were given by graphs in ***Figure 5*** which showed that after 3 hours of evaluation (at 180 minutes), the odor intensity of the fabric sample treated by pure cinnamon essential oil was decreased from 15.6 points at the beginning to 7.5 points (decreased in 52%) while the odor intensity of that one coated by microcapsules cinnamon essential oil was in diminution from 9.9 points to 5.7 points (decreased in 42 %). It was mentioned that at the beginning, the difference in fragrance intensity between two kinds of knitted band was about 6 points. Moreover, in the time from 360 minutes to 540 minutes, the intensity of pure essential oil is reduced from 6.5 points to 2 points (decreased in 69%) while the odor intensity of cinnamon essential oil microcapsules decreased more slowly from 2.5 points to 1.5 points (decreasing in 40 %). The evaluation after 9 hours (at 540 minutes) showed that the odor concentration of cinnamon essential oil microcapsules was 1.6% and the concentration of pure cinnamon oil decreased to 2% with difference fragrance intensity was only 0.3 points, which showed that pure cinnamon oil evaporates very quickly and the cinnamon essential oil microcapsules were much more durable in keeping their fragrance. The lower diminution rate in odor intensity of the knitted fabric treated by the microcapsules contained the cinnamon essential oil demonstrated that the porous microcapsule membrane plays important role in retarding the evaporation of the cinnamon oil essential from the microcapsules coated in the fabric surface.

3. Investigation the influence of the extension on the fragrance durability of knitted fabric band coated by Eugrarit RSPO microcapsules contained the cinnamon oil essential

The evaluation of the fragrance intensity by two fabric lots after 1 hour and after 2 hours were presented in ***Figure 6***. The results showed that in general, the higher the jar size caused the the greater the pressure exerted on the jar wall, that made more the cinnamon essential oil to be released from the microcapsules via their porous membrane so the fragrance intensity of the knitted fabric band tended to decrease when their extension was increased. But for the first fabric lot (after one hour of extension), the odor intensity of

the knitted fabric band was obtained with 30.37 point, 34.50 points, 26.87 point and 29.75 point corresponded to the extension of at the minimum extension of 21.25%, 57.5%, 68.75%, 83.75%, not very clear tendency on odor intensity, which may be explained that one hour in extension was too short time to make the force on the every microcapsule to push the cinnamon essential oil capturing from the porous polymer membrane.

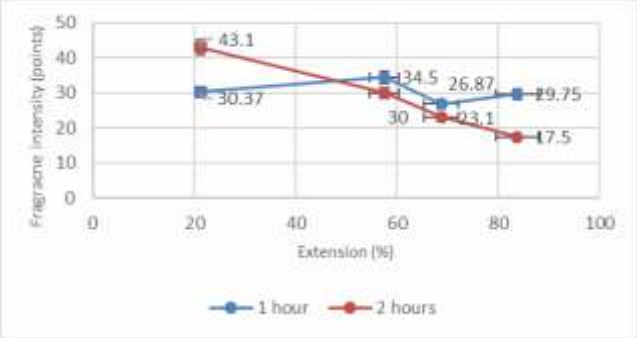


Figure 6 Fragrance stability of cinnamon essential oil microcapsules at the different extension of fabric.

The results of second lot (after two hour of extension) showed more clearly the decreasing tendency in fragrance intensity with higher elongation of the knitted fabric band when they sustained extension in two hours. The knitted band with the lowest extension of 21.25% obtained the maximum average fragrance intensity of 43.1 points, and the sample with the maximum extension of 83.75% had got the minimum average odor intensity of 17.5 points (Fig. 6). These results demonstrated that after two hours sustaining the pressure caused by knitted fabric extension, the force had transmitted though the fabric layer to the microcapsules and had forced the evaporation of the cinnamon essential oil through the porous membrane. The more extension applied, the more force imposed on the microcapsules and the more essential oil had evaporated from the knitted fabric band. In the consequence, the fragrance intensity of the fabric band had decreased when their applied extension was increased. The experimental results showed that liberation of active substance may be controlled from the microcapsule coated on the fabric by the extension applied on the fabric.

4. Conclusion

The problem of long-term retention of essential oil on the fabric surface for the purpose of preserving fragrance or promoting the necessary properties of the essentiel oil for a long time was one goal of the works. Cinnamon essential oil contains many healthful compounds but it is quickly evaporatetes and coumarin compounds easily cause skin irritation when exposed to large amounts of skin. Therefore, using microencapsulation in this study showed the good effectiveness of microcapsules contained the cinnamon essential oil for long-lasting fragrance on the fabric. Moreover, the fragrance intensity of microcapsules contained the cinnamon essential oil was showed decreasing with the higher compressive force corresponding to the larger extension applied on the fabric band. So, the liberation of the active agent such as essential oil from the microcapsules coated on the knitted fabric band could be controlled by fabric extension. The results could be applied on the therapy textile field and medical textile as compression garment.

ACKNOWLEDGEMENT: This research is funded by Hanoi University of Science and Technology (HUST) under project number T2021-PC-044. The authors are thankful to Principal of the University, Direction of the School of Textile Garment and Fashion Design, Department of Textile Technology, for providing necessary facilities to carry out this work.

5. REFERENCES

[1] NEMATOLLAHI Z. Antibacterial Effects of Cinnamon Plant against Foodborne Pathogens. Journal of Human Environment and Health Promotion. 2020; 6(3): 101-105.

[2] PRASAD K N, YANG B, DONG X, JIANG G, ZHANG H, XIE H. Flavonoid Contents and Antioxidant Activities from Cinnamomum Species. InnovFood Sci Emerg . 2009; 10(4): 627-32.

[3] VAN N H. Flavor and application. Hanoi publisher of science and engineering. 2003.

[4] LE V T, TRAN T T. Study on anatomical features of roots, stems, leaves, chemical composition and antifungal, antibacterial activities of cinnamon oil (Cinnamomum cassia (L.) J. PRESL) PLANTED IN THANH HOA. Hnue Journal of Science Natural Sciences. 2019, 64 (10): 131-140.

[5] NUR N K, SYARIFAH N A S I, MASDAR N D, FATIMAH AB H, NAWAWI W I. Extraction and Potential of Cinnamon

Essential Oil towards Repellency and Insecticidal Activity. International Journal of Scientific and Research Publications, 2014, 4(7): 1-6.[6] ULBRICHT C, SEAMON E, WINDSOR R C, ARMBRUESTER N, BRYAN. An Evidence-Based Systematic Review of Cinnamon (Cinnamomum spp) by the Natural Standard Research Collaboration, J. Diet.Suppl. 2011, 8:378–454.

[7] LEWIS M P, KAIPING D. Encapsulated Fragrance Chemicals, United States Patent. 2007. Patent N0: US 7,294,612 B2.

[8] BHATT L, SINGH S S J, ROSE N M. Durable aroma finish on cotton using microencapsulation technology. J. Cotton Res. Dev. 2016, 30 (1): 156-160.

[9] THILAGAVATHI G, KRISHNA BALA S, KANNAIAN T. Microencapsulation of herbal extracts for microbial resistance in healthcare textile. Indian Journal of Fibre & Textile Research 2007. 32: 351-354.

[10] SENEM K, GÜLDEMET B, FIGEN Ö, ATAÇ U. Preparation of Thyme Oil Loaded Microcapsules for Textile Applications. International Journal of New Technology and Research (IJNTR). 2018. 4(3): 01-08.

[11] RUMEYSA T, NURCAN B, HUSEYIN E. Microencapsulation of Fragrance and Natural Volatile Oils for Application in Cosmetics, and Household Cleaning Products. Macromol. Symp. 2013, 333: 35–40.

[12] ANJU T., ELA D. An overview of microencapsulation technology in the application of aroma and antibacterial finishes. International Journal of Home Science. 2021, 7(1): 34-39.

[13] MATEJA K., PETRA F. T., ALEŠ H., KOSTA S., NEVENA P., ZORAN LJ. P., MARIJA G. Application of Fragrance Microcapsules onto Cotton Fabric after Treatment with Oxygen and Nitrogen Plasma. Coatings. 2021, 11(1181): 1-16.

[14] Odor Measurement Review. Office of Odor, Noise and Vibration Environmental Management Bureau Ministry of the Environment, Government of Japan. 2009.

[15] Chu D. H., Dao T. C. T. and Nguyen T. T. T.. The Influence of Core – Shell Ratio on Characteristics of Microcapsules Containing Cinnamon Essential Oil Applied to Aromatherapeutic Textiles. Fibres and Textiles. 29(2), 2022. DOI: 10.15240/tul/008/2022-2-007.

[16] Standard test method for odor in water. ASTM D 1292-10.

[17] CHARLES M, MCGINLEY P E, MICHAEL A, MCGINLEY, MHS, DONNA L. MCGINLEY. Odor Basics. Understanding and Using Odor Testing. The 22nd Annual Hawaii Water Environment Association Conference. Honolulu, Hawaii. 6-7 June 2000.

[18] Chu D. H., Nguyen T. T. T.. Quantitative Fragrance Durability Evaluation Depending on Keeping Condition of Knitted Fabric Treated by Microcapsules Containing Star Anise Essential Oil. Engineering and Technology for Sustainable Development Volume 32, Issue 3, July 2022, 025-033. doi.org/10.51316/jst.159.etsd.2022.32.3.4

[19] CARMEN B., SELENA S., LAURA C. How Can Odors Be Measured? An Overview of Methods and Their Applications. Atmosphere 2020, 11(92): 1-27.[20] VALENTIN A. SCHRIEVER, LIESA Z., JANINE G., THOMAS H.. Odor identification performance in children aged 3–6 years. Spring Nature. Pediatric Research. 2021. 89:1304 – 1309.

https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003.02

ПОЛИМЕРИ В ТЕКСТИЛНОТО, КОЖАРСКОТО И ОБУВНОТО ПРОИЗВОДСТВО ВИДОВЕ ПОЛИМЕРИ С ПРИЛОЖЕНИЕ В ТЕКСТИЛНОТО, КОЖАРСКОТО И ОБУВНОТО ПРОИЗВОДСТВО - СИНТЕТИЧНИ ХЕТЕРОВЕРИЖНИ ПОЛИМЕРИ. ПОЛИУРЕТАНИ (PU). ПОЛИАМИДИ (PA). ПОЛИЕСТЕРИ (PES)

Дарина ЖЕЛЕВА
Химикотехнологичен и Металургичен Университет, катедра Текстил и кожи
бул. "Климент Охридски" 8, 1756 София, България
e-mail: jelevad@uctm.edu

РЕЗЮМЕ

За използването на полимери като материали в текстилното, кожарското и обувното производство е от изключително значение познаването на тяхната структура, строежа и свойствата; основните процеси на синтез на полимери. Влакна и други изделия от полимери се различават по своите механични свойства, които зависят от размерите, гъвкавостта, формата, строежа и характера на взаимното разположение на макромолекулите, така също и от температурата.

Полимерите са изградени от огромни по размери макромолекули, състоящи се от голям брой атоми, свързани по между си с химични връзки и подредени в една структура, състояща се от многократно повтарящи се основни звена, наречени мономерни звена. Полимерите се делят на две основни групи: естествени (целулоза, белтъци, естествен каучук и др.) и синтетични (каучуци, пластмаси и синтетични влакна: полиестерни, полиамидни, полиуретанови и др.). Синтезирането на всеки полимер преминава през 2 етапа: получаване на мономера и превръщането му в полимер. За протичане на реакциите е необходимо молекулата на мономера да съдържа сложни връзки, неустойчиви пръстени или реакционноспособни групи. Описани са основните методи на синтез на полимери: полимеризация: радикалова и йонна, поликондензация, полиприсъединяване, йонно-координационна полимеризаци, полимеризация с отваряне на пръстена.

POLYMERS IN TEXTILE, LEATHER AND FOOTWEAR PRODUCTION TYPES OF POLYMERS WITH APPLICATION IN TEXTILE, LEATHER AND FOOTWEAR PRODUCTION - SYNTHETIC HETEROCHAIN POLYMERS. POLYURETHANES (PU). POLYAMIDES (PA). POLYESTERS (PES)

Darina ZHELEVA
University of Chemical Technology and Metallurgy, Department of Textiles and Leather,
8 Kl. Ohridski Blvd., 1756 Sofia, Bulgaria
e-mail: jelevad@uctm.edu

ABSTRACT

The application of polymers as materials in textile, leather and footwear industry it is extremely important to know their structure and properties; the main processes of polymer synthesis. Fibres and other polymer products differ in their mechanical properties, which depend on the size, flexibility, shape, structure and conformation of macromolecules, as well as temperature.

Polymers are made up of huge macromolecules, consisting of a large number of atoms connected by chemical bonds and arranged in a structure consisting of repeating basic units called monomer units. Polymers are divided into two main groups: natural (cellulose, proteins, natural rubber, etc.) and synthetic (rubbers, plastics and synthetic fibres: polyester, polyamide, polyurethane, etc.). The synthesis of each polymer goes through 2 stages: preparation of the monomer and its conversion into a polymer. For the reactions to take place, the monomer molecule must contain complex bonds, unstable rings or reactive groups. The main methods of polymer synthesis are described: polymerization: radical and ionic; polycondensation; polyaddition, ion-coordination polymerization; polymerization with ring opening.

Част III
Видове полимери с приложение в текстилното, кожарското и обувното производство

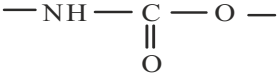
В зависимост от произхода, начина на производство и химичния състав полимерите се разделят на две големи групи – ***естествени (природни)*** и ***химични. Естествените*** се делят на: *растителни* (целулоза, естествен каучук и др.) и *животински* (колаген, кератин и др.), а ***химичните*** на: *изкуствени* (вискоза и др.) и *синтетични* (полиетилен, полиестери, ПАН, синтетични каучуци и др.).

Синтетични хетероверижни полимери
Полиуретани (PU)

I. Полиуретани (PU, UR) - характеристика

Полиуретани се наричат полимери, съдържащи значително количество ***уретанови групи***, независимо от останалата част на макромолекулата. Тази група полимери се получава посредством реакция на полиприсъединяване.

Уретановите полимери се получават при взаимодействие на **полиизоцианати** (предимно диизоцианати) с вещества, които съдържат няколко **хидроксилни групи** в молекулата си (напр. гликоли, полиестери с крайни хидроксилни групи и др.).

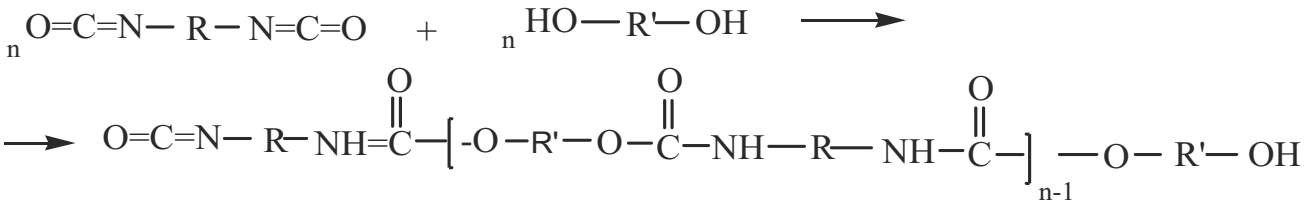


Всъщност уретановата група се получава при взаимодействие на изоцианати и хидроксилни групи.

Хидроксилсъдържащите вещества, участващи в реакцията, обикновено съдържат и други реакционноспособни групи, поради

което в синтезираните уретанови еластомери са налице още амидни, карбамидни, естерни, етерни групи, също ароматни и алифатни радикали и др.

При взаимодействие на ***диизоцианати*** с ***диоли*** се получават линейни полимери:



Главната верига съдържа азотни и кислородни атоми, следователно полиуретаните се отнасят към групата на хетероверижните еластомери. При увеличаване броя на функционалните групи в молекулата на единия или в двата компонента до три и повече, могат да се получат разклонени или омрежени полимери.

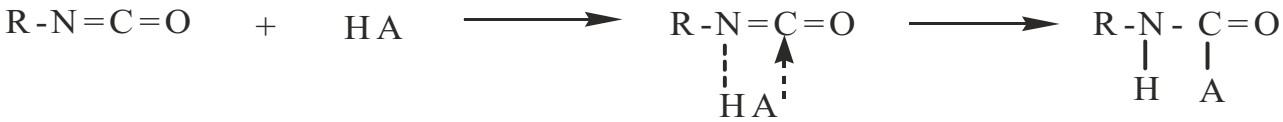
Полиуретаните са полимери, при които е възможно целенасочено да се регулира броя на напречните връзки, гъвкавостта на полимерните макромолекули и характера на междумолекулните взаимодействия. Това именно дава възможност полиуретаните да се използват като разнообразни материали – твърди и меки еластомери, твърди и еластични пеноматериали, влакна, пластмаси, различни термореактивни покрития.

II. Основни изходни компоненти за синтез на полиуретани

1.1. Изоцианати

Повечето от химичните отнасяния на полиуретаните се определят от свойствата на изоцианатната група. Тя е силно ненаситена, на което се дължи нейната реактивоспособност с други съединения, както и между самите изоцианатни групи.

При реакции със съединения, съдържащи активен водород, той се присъединява към азота на изоцианатната група, а останалия радикал **A** – към въглерода на карбонилната група:



Изоцианатите реагират със съединения, които съдържат ***OH***-група (алкохоли, феноли, H_2O, карбоксилни киселини, неорганични киселини); със съединения, които съдържат ***NH***-група (първични, вторични алифатни амини, NH_3, хидразин, аминокиселини, амиди, карбамиди, уретани); със съединения, които съдържат ***SH***-група (меркаптани, тиофеноли). Те реагират по между си чрез димеризация и тримеризация, при което се получават хетеропръстени.

Основните взаимодействия на изоцианатната група със съединения, съдържащи активен водород, са следните:

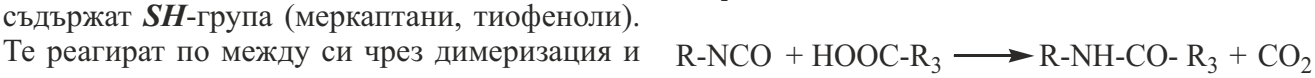
▪ с алкохоли до уретани:



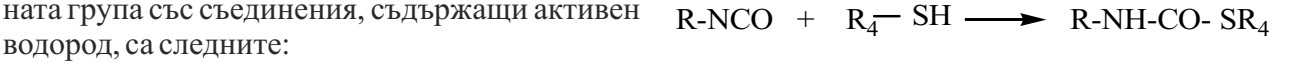
▪ с амини до субституирани карбамиди:



▪ с органични киселини до амиди на карбоксилни киселини, съпроводени с отделяне на CO_2:



▪ с меркаптани до тиоуретан:



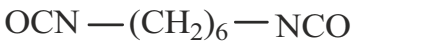
▪ при получаване **на пенополиуретани (PPU)** е важна реакцията с **водата**, при която 2

молекули изоцианат реагират с 1 молекула вода. При нея най-напред възниква един амин и се отделя CO_2, след което аминът взаимодейства с изоцианата до получаване на карбамид:

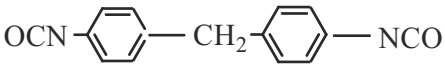
$$R\text{-}NCO + H_2O \longrightarrow R\text{-}NH_2 + CO_2 \xrightarrow{+\ R\text{-}NCO} R\text{-}NH\text{-}CO\text{-}NH\text{-}R$$

Когато при взаимодействието единият от реакционните компоненти е в излишък се получава предполимер, съдържащ в излишък крайни функционални групи, съответно изоцианатни или хидроксилни.

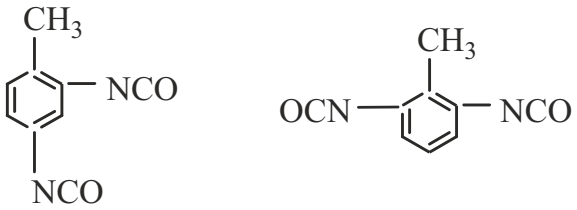
Използват се голям брой изоцианати за производството на полиуретани, по-важни от които са:



1,6-хексаметилен диизоцианат (Десмодур H); HDI



4,4'-дифенилметандиизоцианат; MDI



2,4- и 2,6-толуилендиизоцианат (Десмодур T); TDI

Изоцианатите, използвани в полиуретановата химия имат едно общо название – десмодури.

1.2. Хидроксилсъдържащи компоненти

При производството на PU се използват хидроксилсъдържащи компоненти, които в повечето случаи са полимерни съединения с крайни ***OH***-групи. Често се наричат **десмофени** или **десмоколи**.

Могат да се използват различни диоли (гликоли), попадащи в две основни групи: 1) полиестералкохоли (полиестерполиоли) и 2) полиетералкохоли (полиетери) с крайни OH-групи.

а) ***полиестерполиоли***

Полиестерполиолите се получават на база поликондензационни реакции между дикарбоксилни киселини (адипинова; фталов анхидрид) с излишък на диоли (етилен-, пропилен-, диетиленгликол) или смес от диоли и триоли (глицерин, хексантриол) по следната схема:

$$_nHOOC\text{-}R\text{-}COOH + {}_{(n+1)}HO\text{-}R_1\text{-}OH \longrightarrow HO\text{-}R_1\text{-}[O\text{-}CO\text{-}O\text{-}R]_n\text{-}OH + {}_{2n}H_2O$$

Свойствата на получавания PU зависят от структурата и молекулната маса на полиестерполиолите. Например, PU на база естери на адипиновата киселина са по-еластични и по-меки от тези на фталовата.

б*)* ***полиетерполиоли***

Полиетералкохолите съдържат етерна група (C-O-C) и се получават от етиленов и пропиленов оксид и алкохоли.

Многофункционалните полиетералкохоли имат 4 и повече ОН-групи. Може да се естерифицират с органични киселини. Те са вискозни течности и при реагиране с диизоцианати и ако са взети в излишък се получават предполимери, способни за по-нанатъшно реагиране с изоцианати.

1.3. Спомагателни вещества и добавки

а) ***катализатор***

Познати са 3 групи действащи катализатори: терциерни амини; алкални вещества; металорганични съединения. Те регулират процеса на взаимодействие между изоцианата и полиола.

б) ***удължители (омрежители) на полимерната верига***

Удължителите (омрежителите) на полимерната верига представляват нискомолекулни бифункционални съединения, които поради голямата си подвижност лесно свързват отделни полимерни вериги и ги удължават или омрежват. Това се прави най-често при получаване на меки и еластични PU. За тази цел се използват следните удължители на веригата: нискомолекулни диоли или при еластомерите– диамини.

в) ***пенители (порообразуватели)***

При пенополиуретаните (PPU) най-често се използва реакцията между изоцианата и водата. Недостатък на този метод е получаването на открити пори и дифундирането на CO_2, поради което изделието се свива. Затворени и устойчиви пори се получават с използване на вещества като: $CFCl_3$, CF_2Cl_2.

г) ***стабилизатори на пяната (пеностабилизатори)***

При получаването на PPU е необходимо да се синхронизира образуването и втвърдяването на пяната. Използват се йоногенни и нейоногенни ПАВ.

д) ***други добавки***

Такива могат да бъдат: ПАВ; пълнители; пигменти; омекчители и пластификатори; противостарители и др.

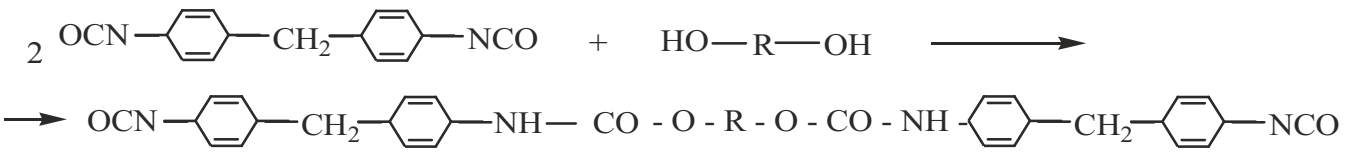
2. Синтез на полиуретани (PU)

Полиуретаните могат да бъдат синтезирани по различни методи, но за целите на обувната промишленост се получават най-често при взаимодействие на 4,4'-дифенилметандиизоцианат и полиестерполиол, а за получаването на високоеластични синтетични влакна се използват мономерите: хексаметилендиизоцианат и бутандиол. В системата се добавят още и вода (за получаване на PPU), катализатори (амини или оловни съединения) и нискомолекулен диол. За да се увеличи разпенването се добавят пенители, които са леснокипящи течности, например $CFCl_3$. Понякога се добавя и силиконово масло като диспергатор.

Фази на процеса на получаване на пенополиуретани (PPU):

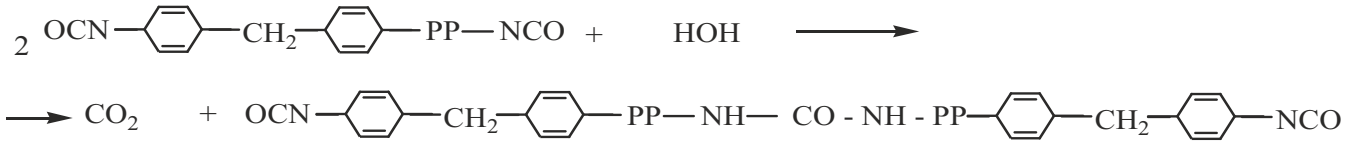
2.1. Взаимодействие на диизоцианата с полиестерполиола:

Това взаимодействие трябва да се провежда при излишък на изоцианатни групи спрямо хидроксилните в системата. Като краен резултат се получава предполимер (**PP**), който притежава крайни изоцианатни групи:



2.2. Реакции на предполимера (ПП) с водата:

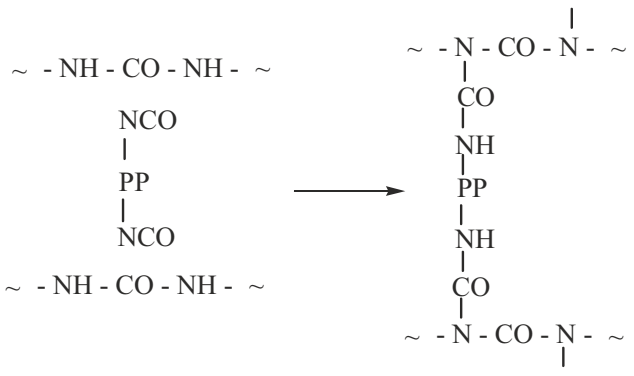
В резултат на това взаимодействие се свързват различни количества предполимер и се получава уретанов каучук (UR), който е разпенен от отделящия се CO_2. Включват се и нискомолекулни диоли, които също свързват линейно предполимера, като броят на свободните изоцианатни групи трябва да бъде поголям от хидроксилните:



Показаните взаимодействия целят получаване на отделни дълговерижни продукти, гарантиращи еластомерния характер на продуктите. За същата цел могат да се използват и други удължители на веригата – диамини.

2.3. Пространствено омрежване

В пространственото омрежване участват наличните в полимерните вериги карбамидни и уретанови групи и предполимерни вериги с крайни изоцианатни групи. Всъщност става омрежване на полимерните вериги с образуване на биуретови или алофанатни групи. При участие на карбамидните групи възникват биуретови групи:



В крайна сметка, след протичане на описаните три фази, се получава готов PPU материал, в чиято структура са налице уретанови, карбамидни, алофанатни, биуретови, естерни, етерни и други групи. В зависимост от подбора на изходните продукти и добавките е възможно значително да се изменя структурата на омрежващия полимер, а заедно с това и физикомеханичните характеристики на готовия продукт.

Ако въпреки всички взаимодействия в материала останат свободни NCO-групи, те реагират с влагата от въздуха, така че в готовите материали липсват свободни такива, а това му осигурява устойчивост.

В промишлени условия PPU могат да се получават по 2 основни метода: едностадиен и двустадиен, които се различават па начина на подаване на сместа и смесването на основните компоненти:

1)Едностадиен метод

Изходните компоненти са поставени в различни резервоари, като към полиола са включени всички добавки. Двата компонента се темперират и подават в дозатори, където автоматично се отмерва необходимото количество. Оттам количествата попадат в общ смесител, където се извършва много интензивно разбъркване. В смесителят се разбъркват диизоцианата, смолата (полиола), H_2O, катализаторите, стабилизаторите, емулгаторите и разпенващото вещество се смесват едновременно. Преди да започне процесът на пенообразуване сместа се влива в пресформите. Образуването на пяна започва ~10 s след смесването

и завършва след 1-2 min. Сместа запълва половината от обема на формите и тук започва пенообразуването в резултат на отделения CO_2 и увеличения обем запълва цялата форма. Предимството на този метод е бързото втвърдяване на PPU и лесното съхраняването на изходните компоненти. Недостатъци на метода са необходимостта от много точно дозиране на изходните компоненти и трудното регулиране на сложния химичен процес. Този метод се използва за директно отливане на обувни ходила и едновременно закрепването им към саята.

2) Двустадиен метод

Двустадийният метод се провежда в 2 разновидности – с предполимер и с псевдопредполимер. Този метод за получаване на ППУ се използва за производство на отделни обувни ходила, които чрез залепване се включват в готовите обувни изделия.

Получаването на влакна се извършва от стопилка, като особено важно е високомолекулният полимер да не се окислява.

Овлакняването може да протече и по метода на мокрото предене, чрез коагулация в утаителна баня или по метода на сухото предене чрез изпаряване на разтворителя.

3. Свойства на полиуретаните

Между леенето на полиуретани (PU) и леенето на PVC, PE, термоеластопласти, каучукови смеси и др. има принципна разлика. В процеса на отливане на готовите изделия от PU се извършва и самото синтезиране на PU в резултат на протичане на сложни химични взаимодействия. При леенето на останалите полимери такива процеси не протичат. Единствено при леенето на каучукови смеси протича процес на вулканизация, т.е. омрежване на готовия полимер.

Уретановите каучуци (UR) се преработват по обикновените начини на каучуковата технология и вулканизират при 100-150ºC, с допълнително количество изоцианат (например, 1,5-нафтилендиизоцианат; 2,4-толуилендиизоцианат и др.). Структурирането се извършва в резултат на взаимодействието на изоцианатните групи на вулканизиращия агент с амидните, уретановите и хидроксилните групи в молекулните вериги на еластомера. Уретановите каучуци вулканизират и с органични пероксиди и с полихалогенни съединения.

Благодарение на ниската температура на топене полиуретаните лесно се преработват под формата на влакна и текстилните изделия се получават по метода на сухото предене, леене под налягане и пресоване. Полиуретановите влакна (*перлон*) се характеризират с по-добра термична и термоокислителна стабилност, отколкото полиамидните влакна (*найлон*), притежават по-висока хидрофобност и по-ниска температура на размекване. Влакната тип *„спандекс*“ (*ликра)* се характеризират с напълно обратима деформация над 600%. Изходни компоненти за влакната *ликра* са: полибутандиол с молекулна маса 5000, толуендиизоцианат и хидразин.

Химичните свойства на PU зависят в значителна степен от тяхната структура. При обикновени условия те са устойчиви на действието на основи, разредени киселини. Те се разтварят във фенол, крезол и концентрирана сярна киселина.

PU имат **висока устойчивост** на действието на кислорода от въздуха, имат **висока адхезия** към редица материали.

Вулканизатите от UR имат **висока якост** и **изключителна износоустойчивост.**

PU като материал се е наложил в обувното производство за ходила благодарение на следните предимства:

-- лек материал с ниска плътност и пореста структура;

-- висока износоустойчивост;

-- възможност за отливане в различни форми;

-- възможност за отливане на ходила с голяма дебелина, но с малка маса;

-- високи топлоизолационни свойства;

-- добри фрикционни свойства;

-- добра мекота и гъвкавост;

-- добра устойчивост на масла и химикали.

Недостатъци:

- висока цена;

- трудно обслужване на машините, строг контрол на процеса;

- поява на напуквания на ходилата при ходене.

4. Употреба на PU

4.1. За производство на влакна

„*Спандекс*“ влакната (т.нар. *ликра* и *вирен*) намират широко приложение в смеси с почти всички видове природни и химични влакна за: чорапни изделия, бельо и бански артикули, медицински приложения (наколенки), спортни облекла и др. PU влакна се използват и за технически изделия: филтри, електроизолационни тъкани и др.

4.2. Като покритие при производството на синтетични лицеви кожи

Синтетичните кожи с покритие от PU наподобяват естествените кожи по санитарно-хигиенни свойства, притежават подходящи физико-механични показатели и най-важното голяма мекота, което свойство има значение при употребата им в галантерийната промишленост. Синтетични кожи от този вид са: *корфам, кларино, патора* и др.

4.3. Като база за полиуретанови лепила (ПУЛ)

Това са вторите по важност лепила за основно залепване в обувната промишленост. Те се прилагат в случаите, когато полихлоропреновите лепила-разтвори не са в състояние да осигурят здрав лепилен шев, например при лепене на материали на база PVC, при лепене на кожени материали с повишено съдържание на намасляващи вещества, при лепене на PU материали. ПУЛ се отличават с висока адхезия към много материали (дърво, кожа, каучук, пластмаси, метали, стъкло и др.) благодарение на полярните си изоцианатни групи –N=C=O. Основният им недостатък е свързан с тяхната токсичност.

Полиуретановите лепила в обувната промишленост се използват под формата на лепила-разтвори. В повечето случаи те са двукомпонентни. Като алтернатива на лепилата-разтвори са създадени лепилата-дисперсии с оглед на токсичността им.

4.3.1. Като материал за изготвяне на ходила

За тази цел се използват изключително пенополиуретанови еластомери (PPU), които притежават изброените по-горе свойства.

PPU се използват за изготвяне на отделни формовани ходила по двустадийния метод. Готовите ходила се закрепват към саята чрез ПУЛ. На второ място PPU се използват за получаване на ходила по едностадийния метод (леене без налягане). При този метод синтезирането на полимера, формоването на ходилото и закрепването му към саята се извършва едновременно.

4.3.2. За дообработващи покрития на обувни изделия

Въвеждането на полиуретановите лакове в обувната промишленост създава възможност да се произвеждат изделия с добра устойчивост на вода и органични разтворители, спрямо механични повреди, замърсявания и възможност за по-дълга експлоатация без специално поддържане.

4.3.3. Други области на употреба

▪ като топлоизолационен материал (материали за обувната промишленост, изолатор за хладилници, като подплата на дрехи и др.);

▪ като звукоизолационен материал (в строителството и промишлеността).

Синтетични хетероверижни полимери
Полиамиди (PA). Полиестери (PEs)

I. Полиамиди (PA)

1. Синтез на полиамиди

Полиамидите /**PA**/ са полимери, съдържащи във веригата си амидна група (-**NHCO)**. Те представляват хетероверижни полимери, съдържащи азот във веригата си. Макромолекулите на синтетичните **PA** имат следния химичен строеж:

...-NH-R-CO-NH-R-CO-NH-R-CO-...

или

...-CO-R-CO-NH-R-NH-CO-R-CO-...

където R е въглеродна верига с определен брой (-CH_2) групи.

Всъщност макромолекулите се състоят от повтарящи се амидни групи разположени между дълги въглеводородни остатъци.

Полиамидите (**PA**) могат да се получат по 3 начина:

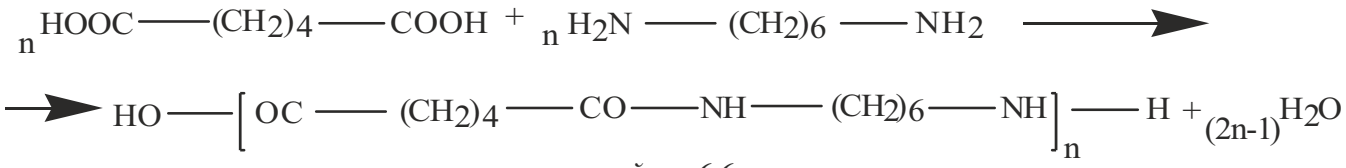
-- посредством поликондензация на дикарбоксилни киселини и диамини;

-- поликондензация на ω-аминокиселини;

-- полимеризация на лактами на аминокиселини.

1.1. Полихексаметиленадипинамид */найлон-6,6/*

Получава при поликондензация на адипинова киселина и хексаметилендиамин по следната схема:

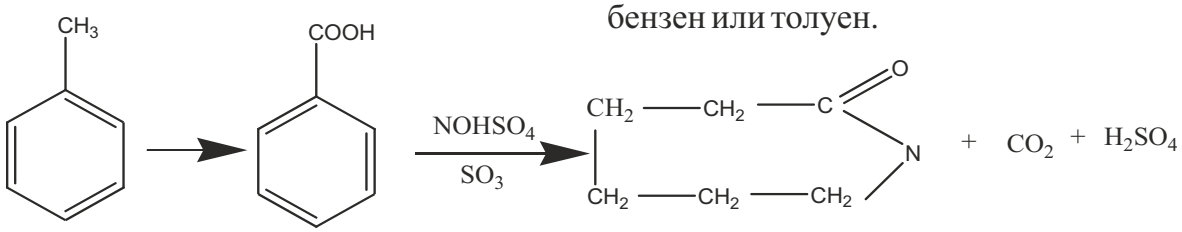


найлон-6,6

Полихексаметиленадипинамидът е полимер, намиращ основно приложение за синтетичното полиамидно влакно (*найлон 6,6*).

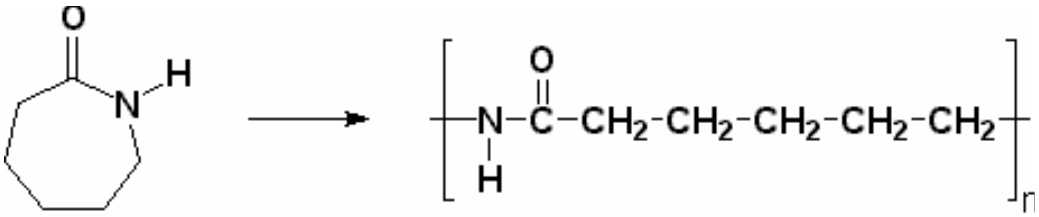
1.2. Поликапроамид */найлон-6* или *капрон/*

Получава при полимеризация на ε-капролактам, който от своя страна може да се получи по различни начини – от фенол, бензен или толуен.



толуен *бензоена киселина* *лактам на ξ-аминокапроновата к-на*

Характерна особеност на полимеризацията на цикличните съединения за разлика от верижната полимеризация и поликондензация е, че превръщането на мономерите в линейни полимери протича без възникване на нови химични връзки. Например, амидната връзка ***–NH–CO–*** при ε-капролактама (амид на капроновата киселина) не се разпада при отваряне на пръстена и същата тази връзка се разполага между отделните мономерни остатъци в макромолекулата:



Поликапроамидът се използва за получаването на синтетичните поликапроамидни влакна, носещи търговското наименование *найлон-6.* Тези влакна се характеризират с висока еластичност, устойчивост на многократна деформация и на изтриване. Имат ниска термоустойчивост, светлоустойчивост и гладка стъклообразна повърхност.

2. Свойства на PA

Независимо от природата на изходните мономери и метода на синтез всички полиамиди съдържат полярната амидна група. Благодарение на силните междумолекулни взаимодействия, обусловени от полярните свойства, полиамидите представляват трудноразтворими високотопими полимери с T_m ~180-250°C.

PA са твърди, роговидни вещества с бял до светложълт цвят. Те са нетоксични. Устойчиви са на действието на бактерии, плесени, ензими, растителни и минерални масла, но са неустойчиви на действието на светлината - стават крехки и пожълтяват. Механичните свойства на PA зависят от степента на кристалност. Синтетичните PA са в състояние да поглъщат вода. Характеризират се с **висока степен на кристалност**. Тези полимери в ориентирано състояние се отличават с **висока здравина и еластичност,** свързани с големите междумолекулни взаимодействия. Полиамидите се използват преди всичко за производство на синтетични влакна.

Адхезионните свойства, както и голямата здравина и химическа устойчивост на PA се дължат главно на амидните групи, които имат свойството да образуват водородни връзки. Ето защо едно от направленията за употреба на **PA** е под формата на лепила и лакове. Като лепила–стопилки се използват само нискомолекулни PA, поради което се наричат полиамидни смоли. Използват се основно PA на база малеинова киселина и метилендиамин.

Лепилата-стопилки представляват термопластични композиции, които не съдържат разтворители или вода. Те преминават във вискозно-течно състояние при нагряване и бързо се връщат в твърдо състояние при охлаждане при стайна температура. Това им свойство е важно и е база за идентифициране на процесите на залепване в редица промишлености – мебелна, обувна и др. Те са изградени главно на база полиестери /PEs/, полиамиди /PA/, съполимери на етилена с винилацетата, съполимери на фталовата и терефталовата киселина и етиленгликол и др. Свойствата на тези лепила–стопилки могат да се изменят чрез подбор и смесване на изходните компоненти, чрез съвместяване на различни полимери или чрез добавка на пластификатори и други вещества. Лепилата–стопилки се произвеждат

под форма на гранули, след като е подбран съответния състав на лепилото. В полиамидните лепила за повишаване на адхезионните свойства се добавят бутилфенол-формалдехидни смоли и колофон, както и стабилизатор.

Химичният строеж на РА влакна наподобява този на природните влакна, но се различава от тях по страничните разклонения на макромолекулата. Освен това част от крайните групи се блокират при процеса на получаването им и количеството на крайните аминогрупи е много по-малко отколкото при вълнените и на фиброиновите влакна. Макромолекулното взаимодействие е в реизултат на водородни връзки и вандерваалсови взаимодействия. Това води до стабилизиране на структурата и до по-голяма склонност към кристализация. Подобно на другите синтетични влакна и РА има двуфазов строеж (кристална и аморфна фаза).

Хетероверижните полимери (включително полиамидните влакна) са основния дял от произвеждането синтетични влакна. Всички РА влакна се формуват от стопилка. Технологичният процес включва: 1) синтез на полимера; 2) формуване на влакната; 3) изтегляне и облагородяване на влакната. В повечето случаи се багрят в етапа на стопилка.

Основни характерни свойства на полиамидните влакна са висока здравина при скъсване, висока елестичност, висока устойчивост на изтриване и многократна деформация. Ниското съдържание на хидрофилни групи обуславя ниската степен на набъбване на влакната във вода. Характеризират се с ниска термо- и светлоустойчивост, неприятен опип, гладка и блестяща повърхност, наелектизират се. Влакната пожълтяват в резултат на фотоокислителна деструкция.

Полиамидните влакна са чувствителни на действието на киселини, което е резултат от хидролизата на пептидната връзка в амидната група. Разтварят се в мравчена киселина. Относително са устойчиви на действието на алкални агенти. Твърде чувствителни са към окислители (натриевия хипохлорит и водородния пероксид, които се използват в текстилната практика за избелване на влакна, деструктират РА влакна). В полярни органични разтворители (фенол, крезол) РА влакна се разтварят.

Сравнително съвременна насока в производството на ПА влакна е получаването на влакна от модифицирани полимери. Модификацията използва следните методи: нарушаване регулярността на строежа на макромолекулите; изменение на съотношението и въвеждане на нови функционални групи; въвеждане на ароматни ядра и хетероцикли; синтез на присадени и блоксъполимери.

Арамидни влакна

Арамидните влакна представляват ароматни полиамиди, които са с повишена термоустойчивост. Тези полимери не са гъвкави, а с твърди макромолекули (съдържат фенолни и амидни групи, които са свързани с бензеновото ядро).

Първата разработена търговска марка технологични влакна е Kevlar – за армиране на автомобилни гуми и като заместител на стоманените влакна.

Арамидните влакна се характеризират с много висока специфична здравина до скъсване (3600 MPa). Имат отлични топло- и електроизолационни свойства, трудногорими са. Недастатъците са: ниска устойчивост на многократно огъване и ниска устойчивост на киселини и основи.

2. Приложения на РА

3.1. В текстилното производство

За производство на синтетичните влакна: поликапроамид (*найлон-6*) и полихексаметиле-

надипинамидни влакна (*найлон-6,6*). Тези два основни типа РА влакна намират приложение като:

§ гладки и текстурирани коприни самостоятелно или в смеси с други химични влакна (за чорапни и трикотажни изделия; спортни облекла);

§ кордни и технически коприни (за автогуми, транспортни ленти, за филтърни материали и др.);

§ арамидните влакна се използват за изработване на бронезащитни противокуршумни жилетки, защитни прегради, електрически инсталации, армиращи ленти, термозащитни и облекла за химически производства, за космонавтиката и др.

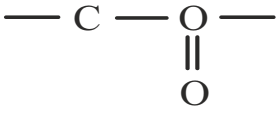
1.2. В обувната промишленост

Лепилата на база РА се използват като лепила–стопилки, които служат за спомагателно залепване при изготвяне на обувни изделия, например при подгъване края на детайлите на саята, закрепване на саята към табана и др.

II. Полиестери (PEs)

1. Получаване и свойства на PEs

Полиестерите са хетероверижни полимери, съдържащи кислород в основата верига под форма на ***естерна група***:

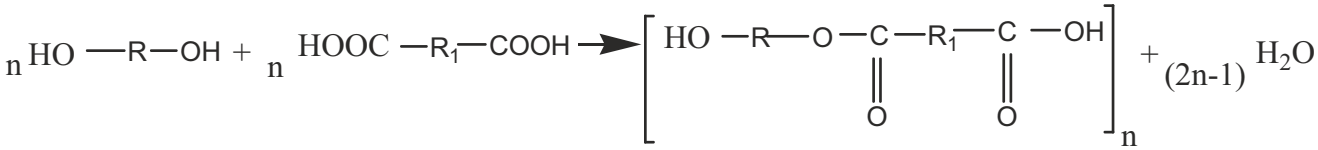


Полиестери с линеен строеж могат да се получават при поликондензация на дикарбоксилни киселини и двувалентни алкохоли.

Тримерни (омрежени) полиестери се получават при взаимодействие на полифункционални киселини и алкохоли.

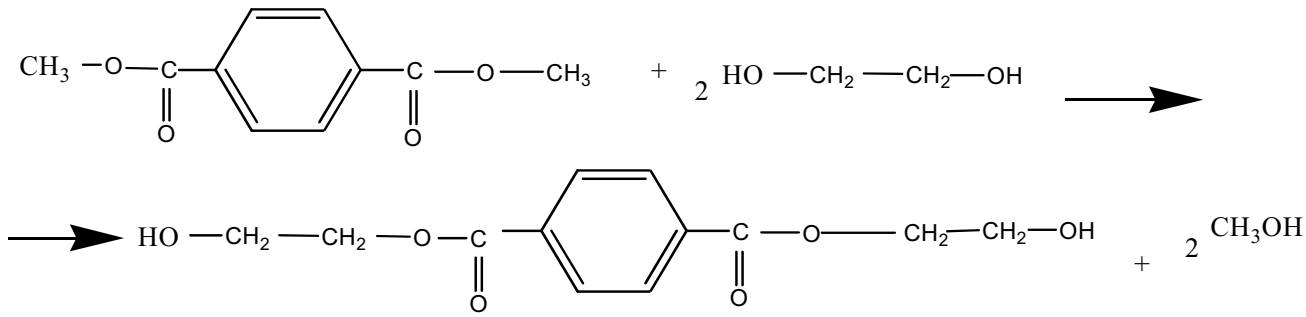
В зависимост от вида на изходните компоненти се получават термопластични или термореактивни продукти.

Получаването на полиестери с линеен строеж, които имат термопластични свойства, може да се изрази със следната реакция:

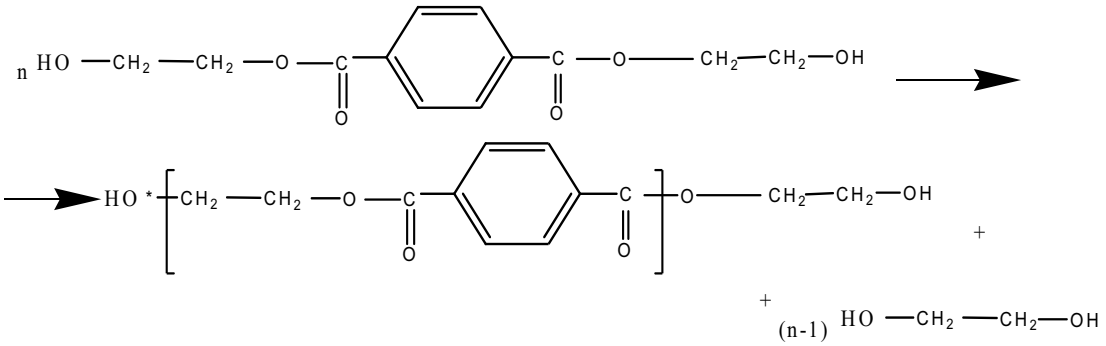


1.1. **Полиетилентерефталат (PET)**

Представлява хетероверижен полиестер на терефталовата киселина и етиленгликола. Получава се при взаимодействието на диметилтерефталат с етиленгликол в стопилка. Синтезът протича в два стадия – взаимодействие на диметилтерефталата с етиленгликола:



Следващият етап е поликондензация на дигликолтерефталата до получаване на полимерния продукт:



Стопилката на полимера представлява много вискозна течност със светложълт цвят, която при охлаждане се превръща в твърдо, прозрачно, аморфно вещество. При повторно нагряване полимерът кристализира като загубва прозрачността си. Притежава много висока температура на топене 250-275 ºС и висока молекулна маса ~ 15000÷30000. Устойчив е на редица киселини, но е неустойчив на действието на солна, сярна и азотна киселина. Устойчив е на действието на редица разтворители.

Полиетилентерефталатът е полимер с много ниско водопоглъщане до 1%. От него се изготвят филми, покрития, влакна, както и термопластични лепила за обувната промишленост, а като влакнообразуващ полимер – се използва за изготвяне на конци също за обувната промишленост.

Влакната на база PET се характеризират с висока механична здравина и значителна термоустойчивост, устойчивост на светлина, УВ-лъчение, съпротивление на изтриване и на окислители, хидрофобни са. Характеризират се с висока немачкаемост в сухо и мокро състояние, устойчивост на действието на микроорганизми, притежават висока топлоизолационна способност. Тези влакна имат висок начален модул на еластичност, поради което са много подходящи за изработване на изделия с повишена формоустойчивост и ниска склонност към мачкане. При горене се топят и се самозапалват при ~510ºС.

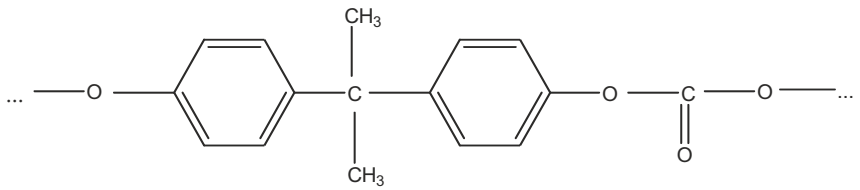
При нормални условия тези влакна имат добра устойчивост спрямо разредени минерални и органични киселини, докато основи при определени условия разяждат повърхността им. На това свойство се основава т.нар. процес алкализация на **PEs** влакна, който има за цел подобряване на някои техни свойства, както опип и багрилна способност. Влакната са с висока устойчивост на окислители и използваните в химическото чистене разтворители.

Недостатъци на **PEs** са: високата им сколонност към наелектрезиране, която е причина за лесното им замърсяване; влошено транспортиране на влага и пот, което създава дискомфорт при носене на изделията; пилингообразуване; повишен афинитет към мазнини; трудности при багрене.

Понастоящем свойствата на влакната могат да бъдат променяни чрез физична и химична модификация. Така се получават високозаздравените полиестерни коприни, влакната с намалена склонност към пилингообразуване, влакна с по-висока свиваемост.

1.2. Поликарбонати

Поликарбонатите са представители на ароматните полиестери с линеен строеж. Представляват полиестери на диоксидифенилалкани и въглена киселина и съдържат карбонатна връзка. Имат обща формула от следния вид:



2. Употреба на полиестерите

2.1. За производство на химични влакна от полиетилентерефталат

Високата здравина, модул на еластичност и термоустойчивост на тези влакна ги прави подходящи за: кордни тъкани, транспортни ленти, филтърни материали и др. Значително и масово е приложението на PET влакната в сравнение с другите видове химични влакна в последните десетилетия.

Полиестерни влакна „памучен тип“ се използват самостоятелно или в смес с памук за изработване на тъкани за ризи, шлифери, летни костюми, блузи, работно облекло, спално бельо. Влакната „вълнен тип“ се използват за смеси с вълна и се изработват платове за горно облекло. Произвеждат се и нетъкани полиестерни изделия с приложение за подови покрития и технически цели.

2.2. Приложение на поликарбонати

От поликарбонати се изготвят също филми, влакна, а освен това машинни детайли и прибори, тъй като те притежават удароустойчивост и топлоустойчивост

2.3. В обувната промишленост под формата на лепила–стопилки

Тези лепила на база полиестери служат за спомагателно залепване при изготвяне на обувни изделия, например при подгъване края на детайлите на сая та, закрепване на сая та към табана и др. В този случай имат значение термопластичните свойства на полиестерите. Употребени самостоятелно или в комбинация с полиамиди и фенолформалдехидни смоли, те осигуряват термопластични лепила с висока адхезионна способност както в стопилка, така и в разтвор.

2.4. В обувната промишленост за производство на междинни детайли и спомагателни материали

Втората насока в употребата на полиестерите в обувната промишленост е за изготвяне на термопластични междинни детайли бомбета и фортове.

Влакнообразуващите полиестери имат значение за изготвяне на различни конци за обувната промишленост – главно за ушиване на сая та.

Полиестерите се използват и като компоненти за изготвянето на полиуретани.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] И. Панайотов, С. Факиров, Химия и физика на полимерите, 2005

[2] Б. Догадкин, Химия на еластомерите, 1978

[3] Р. Евтимова, Химия и физика на синтетичните високомолекулни съединения, използвани в обувната и галантерийна промишленаст, 1981

[4] А. Шур, Высокомолекулярные соединения, 1971

[5] С. Павлов, Н. Чернев, И. Шестакова, А. Касьянова, Химия и физика высокомолекулярных соединений в производстве искуственной кожи, кожи и меха, 1966

[6] Е. Джагарова, Технология на каучука, 2000

[7] Т. Владкова, Анализ и изпитване на еластомери, 1997

[8] Н. Дишовски, Ингредиенти за каучукови смеси, 2004

[9] А. Василев, Е. Джагарова, А. Левенсон, Модификация на полимерите, 1979

[10] Д. А. Кардашов, Синтетические клеи, 1968

[11] К. Мутафчиева, Д. Иванова, Материали за кожарското и обувното производства, 2008

[12] В. Кулезнёв, Смеси полимеров, 1980

[13] Э. Северс, Реология полимеров, 1966 (под редакция А. Малкина)

[14] Д. Кардашов, А. Петрова, Полимерные клеи, 1983

[15] Х. Бечев, Физика на полимерите, 2007

[16] П. Цветков, Технология на обувното и галантерийното производство, 1982

[17] М. Незнакомова, Текстилно материалознание, 2010
[18] М. Пешева, Л. Папазян, Основи на кожарското и кожухарското производство, 1990
[19] Р. Драганова, С. Ненкова, Химия и структура на растителните тъкани, 2002
[20] Р. Дечева, Основи на текстилното облагородяване, 1989
[21] К. Димов, Химия и технология на химичните текстилни влакна, 1960
[22] Б. Вульфхорст, В.Фукин, Б.Бузов, Текстильные материалы производство и строение, 2002
[23] Д. Саундерс, К. Фриш, Химия полиуретанов, 1968
[24] С. Мидлин, Технология производства полимеров и пластических масс на их основе, 1973
[25] В. Воровьев, Технология полимеров, 1971
[26] М. Пешева, Химия и физика на суровата кожа и дъбилните вещества, 1982
[27] Д. Иванова, М. Колева, Технология на кожите - II част, 2013
[28] Р. Бечева, Текстилна химия I част, 2005
[29] С. Енев, Химична технология на текстилните материали, 1979
[30] K. Chawla, Fibrous Materials, 2nd Ed., Cambridge Uni. Press, 2016, ISBN: 9781139342520
[31] K. Sindhy, R. Prasanth, V. Thakur, Medical Applications of Cellulose and its Derivatives: Present and Future; Nanocellulose Polymer Nanocomposites (book), 2014
[32] E. Khor, Biomaterials, 18, 2, p.95-105, 1997
[33] B. D.Rather, A.S. Hoffman, F.J. Shoen, J. Lemons, Biomaterials science – An Introduction to Materials in Medicine, USA ISBN: 0-12-582460-2, 1996
[34] Rahnev Ivelin, Equalized Rheology Reaction of the Twisted Blended Threads, 13th AUTEX World Textile Conference, May 22nd to 24th 2013, Dresden, Germany, ISBN 978-3-86780-343-4, Copyright ITM, TU Dresden, Germany, 2013
[35] E. Jabbari, M. Khakpour, Biomaterials, 21, p. 2073-2079, 2000
[36] S. Krimm, J. Bandekar, Adv. Protein Chem., 38, p.181, 1986
[37] A. Sionkowska, Current research on the blends of natural and synthetic polymers as a new biomaterials, J. Progress in Polymer Science, 36, p. 1254-1276, 2011
[38] J. Rouse, M. Van Dyke, A Review of Keratin-Based Materials for Biomedical Applications, Materials J., 3, p. 999, 2010
[39] Yu Qi, Hui Wang, Kai Wei et al, A Review of Structure Construction of Silk Fibroin Biomaterials from Single Structure to Multi-Level Structures, Int. J. Mol. Sci., 18(3), 237, 2017
[40] Hao Zhang, Lig-Li, et al, Preparation and Characterization of Silk Fibroin as a Biomaterial with Potential for Drug Delivery, J. of Translational Med., 10(1), 117, 2012

ИЗСЛЕДВАНЕ ТЕНДЕНЦИЯТА НА КОЕФИЦИЕНТИТЕ НА ТРИЕНЕ ЗА КОПРИНЕНИ ТЪКАНИ ВЪВ ВРЪЗКА С НОРМАЛНИЯ НАТИСК

Рая Стоянова
Югозападен университет „Н. Рилски", Технически факултет,
Ул. „Ив. Михайлов" № 5656, Благоевград, България
e-mail: raikach@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Въведение

Облекло, аксесоари и домашен текстил, които са изработени от коприна, са актуални от незапомнени времена. Съвети високата цена на копринените тъкани, от изключителна важност е качеството на шева на облеклото и аксесоарите. Известно е, че при дейности в текстилната промишленост с коприна, е необходимо използването на допълнителни приспособления - шипове, клипове, хартия и др. Това е необходимо, за да не се разместват на слоевете копринена тъкан, поради ниските коефициенти на триене.

Експериментална част

Изследването е проведено за 4 тъкани, изработени от 100% коприна с различни сплитки.

На база определени коефициенти на триене при покой с тенденция към плъзгане и коефициенти на триене при плъзгане при различни нива на нормален натиск. Експериментите бяха проведени с помощта на μ-метър MXD-02 на Labthink, Китай.

За всяко тестване се изрязват две проби. Първата се захваща така, че по-дългата страна да е по посока на нишките на основата и се закрепва върху подвижната платформа. Втората проба се поставя върху плъзващата се шейна. Пробата се изрязва, позиционира и закрепва на шейната, така че триенето да се извършива в следните посоки: по основа или посока на вътъка.



Измервания са извършени при нормален натиск от 200 g (собствена маса на шейната), 300 g (+100 g) и 400 g (+200 g).

На база получените средни коефициенти на триене за три нормални натоварвания 200 g, 300 g и 400 g с програма Ексел се прогнозира тенденцията на триене при натиск, който не е изследван и се определя вида на графичното уравнение.

Резултати

Средните стойности на коефициентите на триене при промяна на налягането и посоката на триене са обобщени в табличен вид. Трендът на коефициентите на триене визуализиран графично в 16 графики. За някои тестове, са получени стойности на коефициенти на триене близки до 1 или по-високи от 1.

Дискусия

Проучването показа, че статичните и динамичните коефициенти на триене на копринени тъкани са в границите 0,292 до1,742 и се влияят от налягането и посоката на триене.

Заключение

Трендът на коефициентите на триене отговаря на логаритмично уравнение – близко до линейно или на линейно уравнение.

Ключови думи

Коефициент на триене при покой с тенденция към плъзгане, коефициент на триене при плъзгане, тъкани, изработени от коприна.

INVESTIGATION OF TREND OF FRICTION COEFFICIENTS FOR SILK FABRICS IN RELATION TO PRESSURE

Raya Stoyanova
[1]South- West University "N. Rilski", Faculty of Engineering,
56, Ivan Mihailov Street, Blagoevgrad, Bulgaria
e-mail: raikach@abv.bg

ABSTRACT

Introduction

Silk clothes, accessories and home textiles have been relevant since time immemorial. Due to the high price of silk fabrics, the quality of the seams of clothes and accessories is of utmost importance. It is known that during activities in the textile industry with silk, it is necessary to use additional devices - spikes, clips, paper, etc. This is necessary so that the layers of the silk fabric do not shift due to the low coefficients of friction.

Experimental part

The study was conducted on 4 fabrics made of 100% silk in warp and weft directions.

Based on determined coefficients of friction at rest with sliding tendency and coefficients of sliding friction at various normal pressure levels. Experiments were performed using an MXD-02 μ-meter of Labthink, China.



Two samples are cut for each test. The first is clamped so that the longer side is in the direction of the threads of the base and is fixed on the movable platform. The second sample is placed on a sled. The sample is cut, positioned and fixed on the sled so that the friction occurs in the following directions: warp or weft direction.

Measurements were taken at normal pressures of 200g (own weight of the sled), 300g (+100g) and 400g (+200g).

Based on the obtained average friction coefficients for three normal loads of 200 g, 300 g and 400 g, the tendency of friction without pressure is predicted with the Excel program and the type of the graphical equation is determined.

Results

The average values of the friction coefficients when changing the pressure and direction of friction are summarized in tabular form. The trend of friction coefficients visualized graphically in 16 graphs. For some tests, values of friction coefficients close to 1 or higher than 1 were obtained.

Discussion

The study showed that the static and dynamic friction coefficients of silk fabrics ranged from 0.292 to 1.742 and were affected by the pressure and direction of friction.

Conclusion

The trend of friction coefficients corresponds to a logarithmic equation - close to linear or to a linear equation.

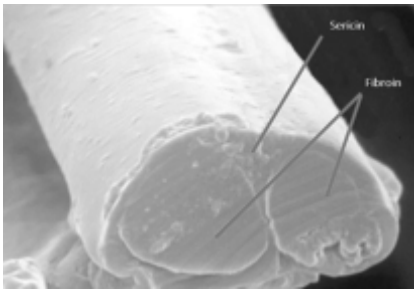
Keywords

Coefficient of friction at rest with sliding tendency, coefficient of sliding friction, silk fabrics.

ВЪВЕДЕНИЕ

При накатаването, кроенето, последващо разделяне след корене, шиене, опаковане и др. дейности в шевното производство, се появяват технологични проблеми, свързани с коефициентите на триене на слоевете тъкани един в друг.

Силата на триене при текстилни материали зависи от много фактори. Коефициентите на триене на триещите се слоеве тъкан един в друг зависи от нормалното натоварване, скоростта на триенето, от естеството на текстилната повърхност, реалната контактна площ, вида на сплитката и посоката на триене - основа по основа, основа по вътък.



Фигура 1. Строеж на копринената нишка [2]

Тъканите, изработени от коприна се характеризират с ниска площна маса. Това се дължи на финеса на естествената копринена нишка (греж), която е съставена от два протеина - фиброин (около 70-80%) и серицин (20-30%). Фиброиновите нишки се отделят от двете копринени жлези на Bombyx mori (копринена буба или копринен молец). В сурово състояние копринената нишка се състои от два основни протеина, серицин и фиброин, Лепилообразният слой от серицин обвива и слепва двете самостоятелни нишки от фиброин (***Фигура 1***) [1].

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

Изследването е извършено с тъкани от 100% естествена коприна. Текстилните материи са с различни характеристики, параметрите им са посочени в ***Таблица 1*** [3]. Предоставени са и са произведени във фирма "Свила" АД - Хасково.

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	N/A*	N/A	1660	350
2	Гергана	80	N/A	N/A	1550	175 / 175
3	Вероника	170	N/A	N/A	2060	200
4	Неда	140	N/A	N/A	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.



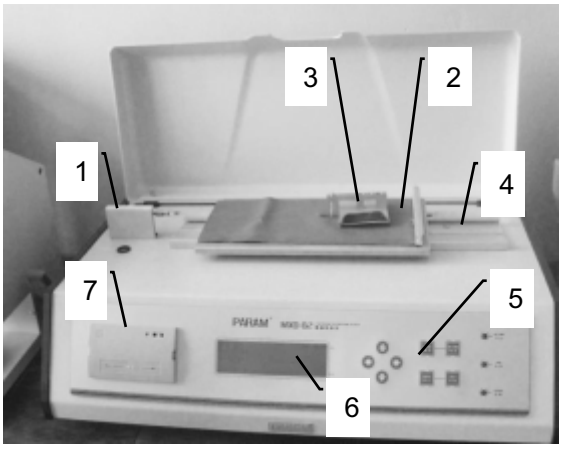
а) Бойка б) Гергана

в) Вероника г) Неда

Фигура 2. Структура на изследваните тъкани

Измервателни устройства

Коефициентите на триене при покой с тенденция към плъзгане (в текста нататък "с тенденция към плъзгане" ще се пропуска) и на триене при плъзгане са получени при изследване с уред MXD-02 на фирма Labthink, Китай (***Фигура 3***), графиката на кривата на триене се визуализира на дисплея на уреда (***Фигура 4***).



Фигура 3. Общ вид на уреда MXD-02 1. Силомер; 2. Подвижна платформа с притискаща клема; 3. Шейна с притискаща клема; 4. Направляваща релса; 5. Контролен панел; 6. LCD дисплей; 7. Мини печатащо устройство.



Фигура 4. Дисплей на уред MXD-02

Коефициент на триене при покой се определя от силата, отчетена в момента, когато металната нишка, която свързва силоизмервателното устройство и шейната, се изправи и опъне и непосредствено преди да започне плъзгането на шейната по платформата.

Коефициентът на триене при плъзгане се определя от средната стойност (***Фигура 4***). Изследванията са проведени по стандартни нормативи БДС EN ISO 8295:2006. Триенето е извършено тъкан в тъкан, шейната е със собствена маса 200 g, а скоростта на плъзгане – 100 mm/min.

С поставяне на допълнителни тежести върху шейната се увеличава и силата на натиск върху триещите се слоеве тъкан. 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 и за двата слоя. Единият слой от тъканта се закрепва на платформата с клипс, така че посоката на основните нишки да е еднаква с посоката й на движение на шейната. Вторият слой се захваща на шейната в избрана посока (по основа или по вътък).

Получените резултати за μ_0 и μ са посочени в ***Таблица 2*** [3, 4, 5, 6].

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	0,737	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	1,151	1,434
	400	1,241	1,567

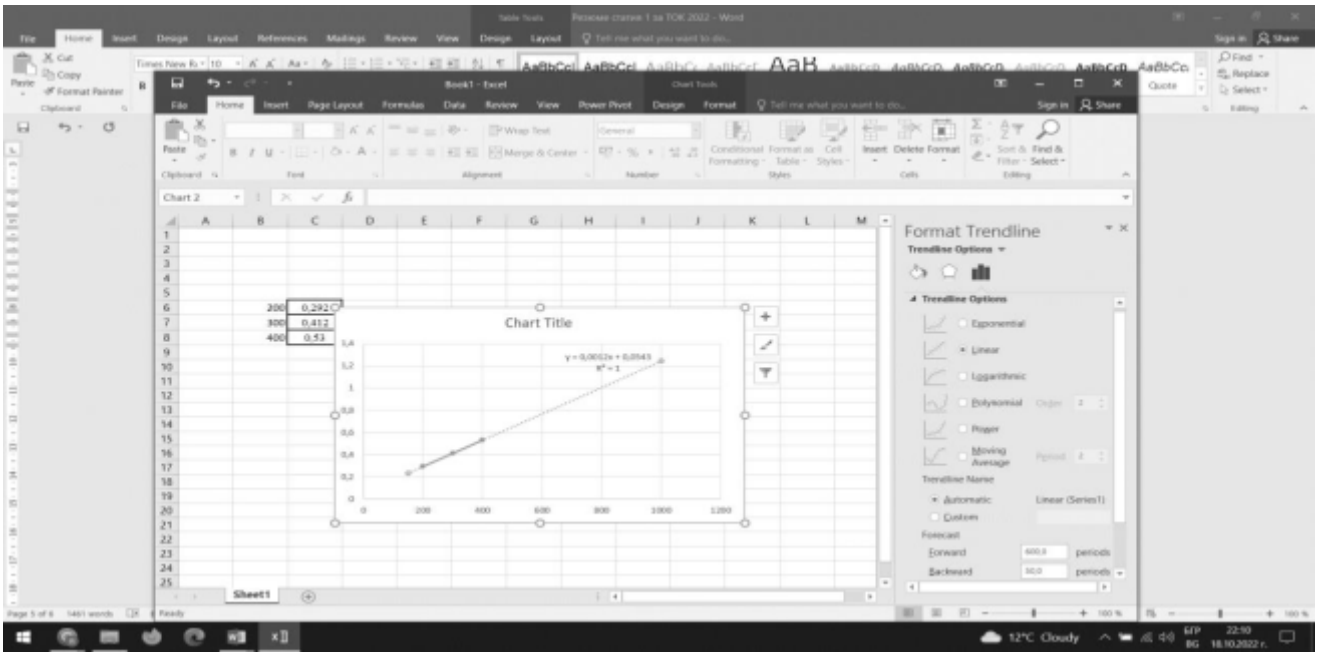
Използваните съкращения в табл. 2 са: ОЛС – основа лицева страна; ВкЛС – вътък лицева страна. Тези съкращения са ползвани в следващи таблици и графики в текста. Масата на изследваното парче текстил, което се монтира на шейната се пренебрегва.

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	0,659	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	1,106	1,284
	400	1,179	1,450

На база на трите опита с различно натоварване на шейната за всеки един от артикулите в различни направления на изпитването чрез графично прогнозиране в Ексел при ползване на функцията TREND, установена линията на тенденцията на зависимостта на коефициентите на триене във връзка с натоварването.

На ***Снимка № 1*** е показан изглед от графичното прогнозиране в Ексел за артикул Вероника при триене в направление основа лицева страна и за двата слоя тъкан.

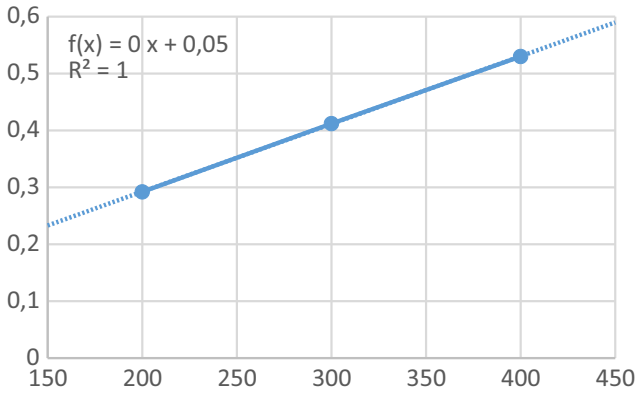


Снимка 1. Графично прогнозиране в Ексел на тренда на коефициентите на триене

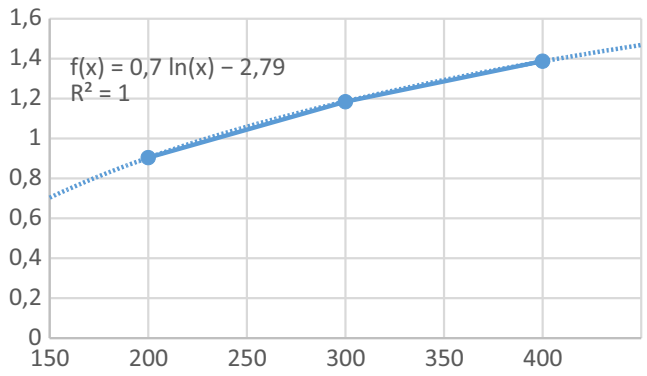
Графичните зависимости на коефициентите на триене за всички артикули в различни направления на триене във връзка с натоварването са показани на ***Графики № 1 ÷ 16***.

КОЕФИЦИЕНТИ НА ТРИЕНЕ ПРИ ПОКОЙ

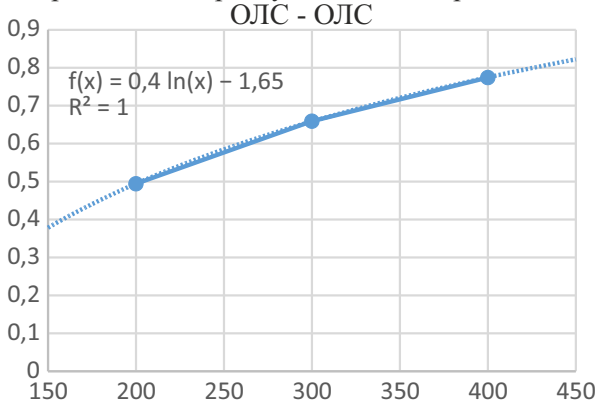
► В направление основа лицева страна – основа лицева страна



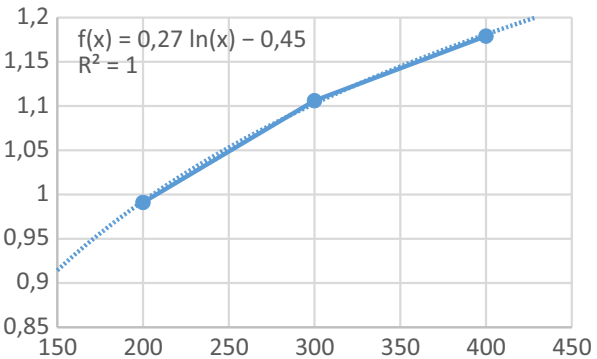
Графика 1. Тренд на коефициента на триене при покой за артикул Бойка в направление ОЛС - ОЛС



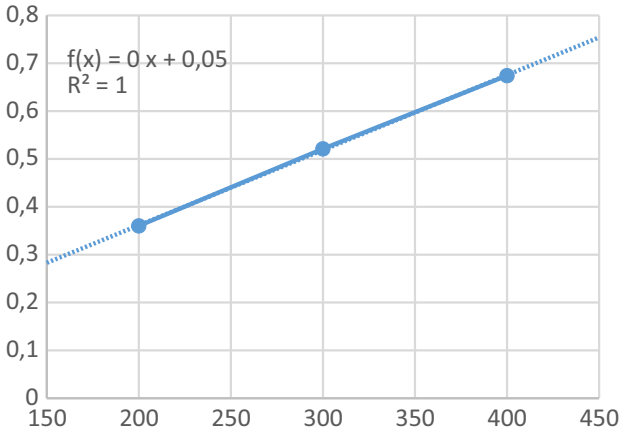
Графика 3. Тренд на коефициента на триене при покой за артикул Вероника в направление ОЛС - ОЛС



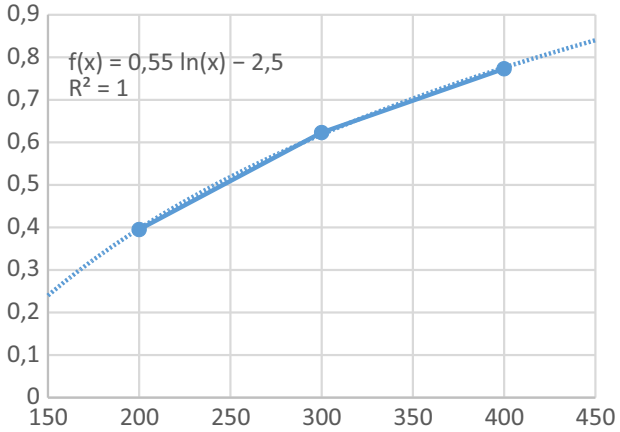
Графика 2. Тренд на коефициента на триене при покой за артикул Гергана в направление ОЛС - ОЛС



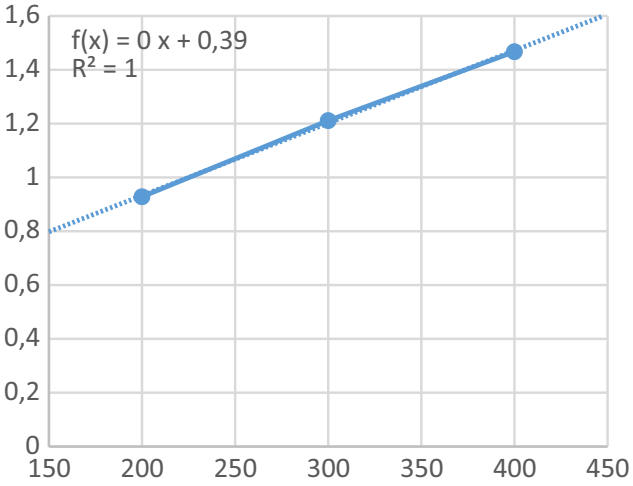
Графика 4. Тренд на коефициента на триене при покой за артикул Неда в направление ОЛС - ОЛС



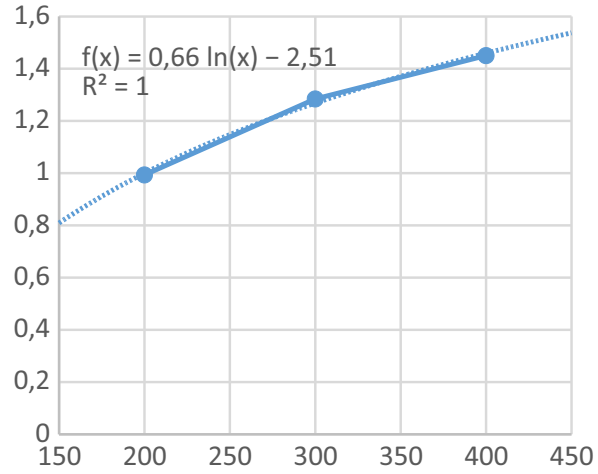
Графика 5. Тренд на коефициента на триене при покой за артикул Бойка в направление ОЛС - ВЛС



Графика 6. Тренд на коефициента на триене при покой за артикул Гергана в направление ОЛС - ВЛС



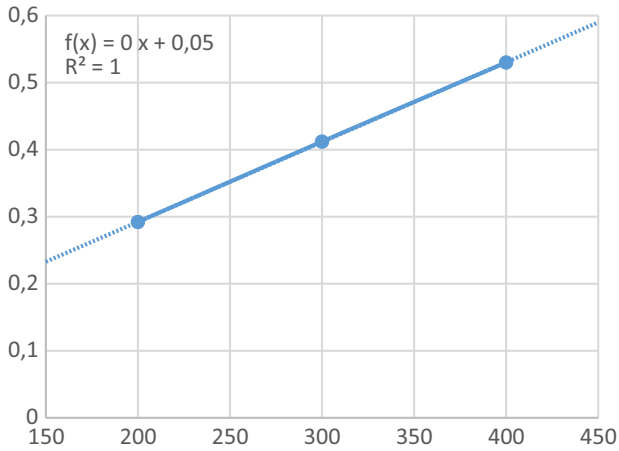
Графика 7. Тренд на коефициента на триене при покой за артикул Вероника в направление ОЛС - ВЛС



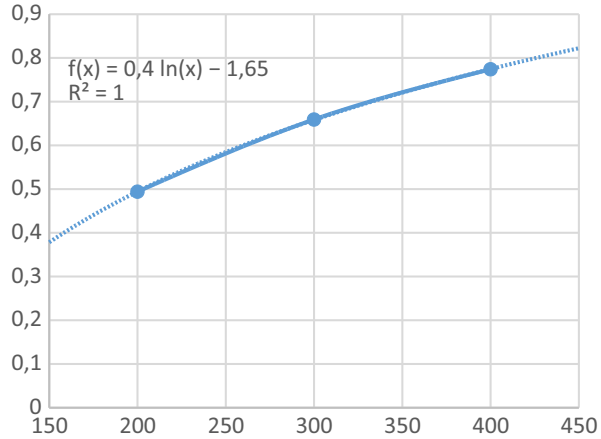
Графика 8. Тренд на коефициента на триене при покой за артикул Неда в направление ОЛС - ВЛС

КОЕФИЦИЕНТИ НА ТРИЕНЕ ПРИ ПЛЪЗГАНЕ

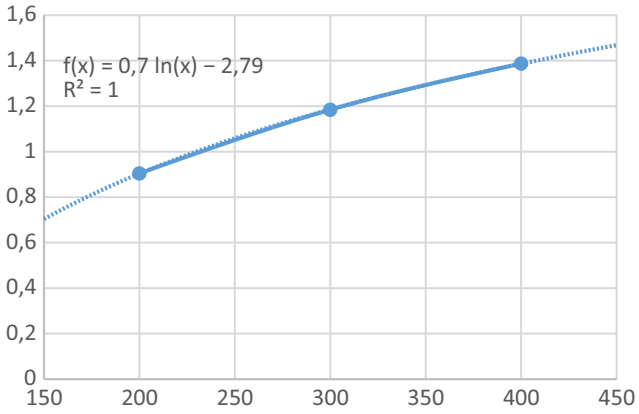
► В направление основа лицева страна – основа лицева страна



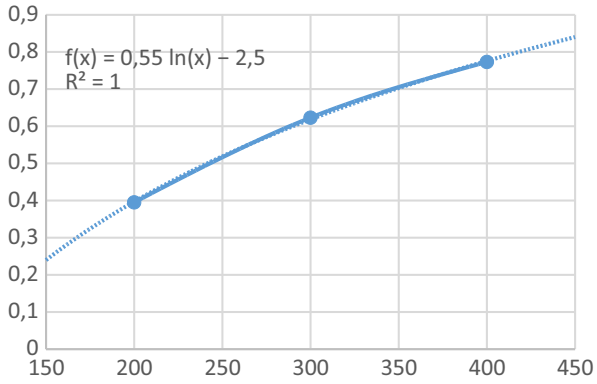
Графика 9. Тренд на коефициента на триене при плъзгане за артикул Бойка в направление ОЛС - ОЛС



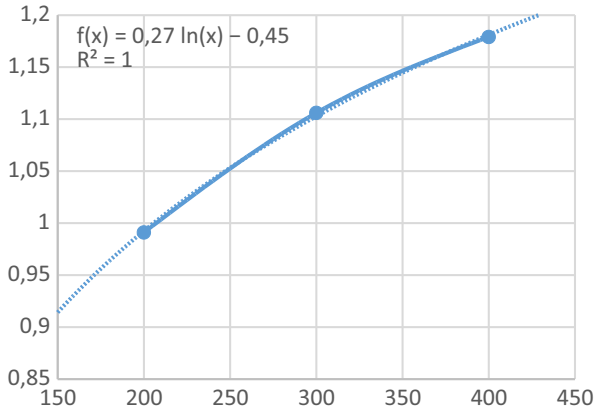
Графика 10. Тренд на коефициента на триене при плъзгане за артикул Гергана в направление ОЛС - ОЛС



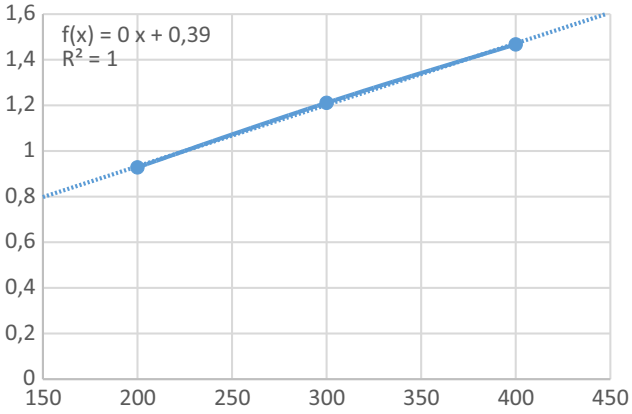
Графика 11. Тренд на коефициента на триене при плъзгане за артикул Вероника в направление ОЛС - ОЛС



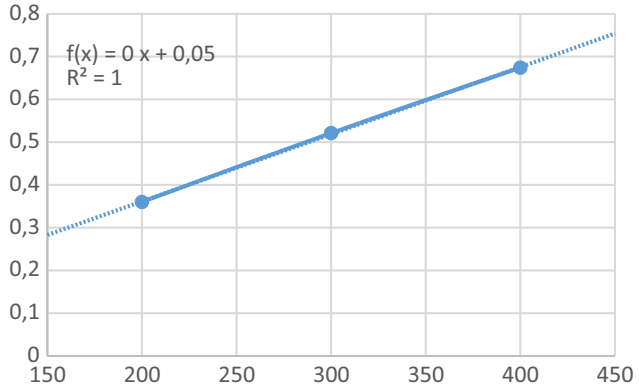
Графика 14. Тренд на коефициента на триене при плъзгане за артикул Гергана в направление ОЛС - ВЛС



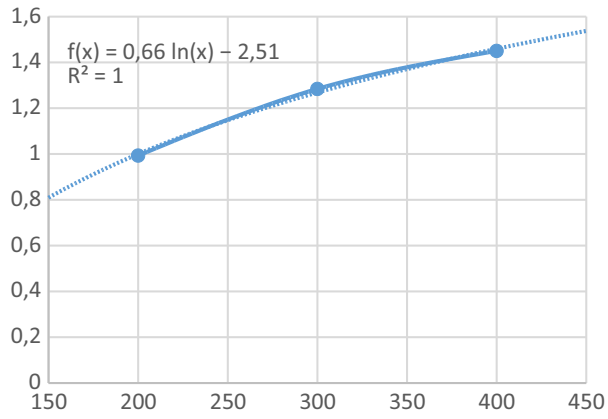
Графика 12. Тренд на коефициента на триене при плъзгане за артикул Неда в направление ОЛС - ОЛС



Графика 15. Тренд на коефициента на триене при плъзгане за артикул Вероника в направление ОЛС - ВЛС



Графика 13. Тренд на коефициента на триене при плъзгане за артикул Бойка в направление ОЛС - ВЛС



Графика 16. Тренд на коефициента на триене при плъзгане за артикул Неда в направление ОЛС - ВЛС

В резултата на проведеното изследване може да се обобщи:

При анализ на ***Графиките № 1 ÷ 16*** се установява, че логаритмична функция – близка до линейната или линейна функция идеално описва триенето на копринени тъкани. От общо 16 графики, 10 идеално се описват с логаритмична функция, а 6 – с линейна.

Шестте линейни графики биха могли да се опишат с логаритмична и то при висок доверителен коефициент $R^2 > 0,99$.

Без изключение за изследваните артикули, стойностите на доверителния коефициент е $R^2 > 0,99$. Стойностите, което се виждат под графичните уравнения в ***Графики № 1 ÷ 16*** за R^2 характеризират сближаването като модел с много добро и идеално качество, при норма за достоверност над 0,85.

В експерименталното изследване са получени резултати за коефициенти на триене (при покой и при плъзгане) близки до 1 и дори по-големи от 1. Коефициентите на триене за повечето материали не превишават 1 и обикновено са в границите между от 0,1 и 0,5. Ако коефициентът на триене $\mu > 1$, това означава, че силата на триене е по-голяма от нормалната сила (силата, която е перпендикулярна на контактната повърхнина) и между триещите се повърхности има и адхезия. Сет Хеершап определя едно просто правило за коефициент на триене по-висок от 1. „Ако нещо е по-трудно да се бута, отколкото да се повдигне – коефициентът му на триене по-висок от 1.“[7].

Заключение

Без изключение при изследваните копринени тъкани се установява че коефициентът на триене при покой с тенденция към плъзгане (статичен коефициент) и по-голям от коефициента на триене при плъзгане.

Налице е анизотропност на коефициентите на триене в различните посоки на изпитване. Без изключение при изследваните текстилни тъкани се установява че коефициентът на триене при покой с тенденция към плъзгане (статичен коефициент) и по-голям от коефициента триене при плъзгане.

Налице е анизотропност на коефициентите на триене в различните посоки на изпитване.

Изменението на силата на триене за изследваните копринени тъкани, с промяна на нормалната сила (натиска), е подчинена на логаритмична зависимост – близка до линейната или линейна.

Изменението на силата на триене за изследваните копринени тъкани, с промяна на нормалната сила (натиска), е подчинена на логаритмична зависимост.

Литература

[1] Neznakomova, M. Uchebnik po textilno materialoznanie. TU – Sofia, 2010.

[2] Bez avtor. <http://wwwchem.uwimona.edu.jm/courses/CHEM2402/Textiles/Animal_Fibres.html> (18.10.2022)

[3] Germanova-Krasteva,D., Chingova, R., Aleksandrov, S., Kapanyk, U. Study of the effect of finishing treatment on the coefficients of friction of fabrics from natural silk. // Textil I obleklo.2019. N 10, p. 318.

[4] Chingova, R., Germanova-Krasteva, D. Experimentalno izsledvane na frikcionnite harakteristiki na pamucni tykani sys splitka kepyr 3/1. // Mehanika na mashinite, 2019, kniga 1, s. 27 – 31.

[5] Chingova, R. Izsledvane na trieneto pri niakoi tykani. UI "N. Rilski" – Blagoevgrad, 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] Heerschap, S. Can there be a friction coefficient higher than 1? How? <https://qr.ae/pvSESx> (13.10.2022)

EDITORIAL BOARD

Assoc. Prof. Ivelin Rahnev, PhD, editor — Assoc. Prof. Maria Spasova, PhD, IP - BAS, Sofia, technical editor

Prof. Hristo Petrov, PhD, TU - Sofia
Prof. Maya Bogdanova, PhD, NAA - Sofia
Prof. Andreas Charalambus, PhD, TU - Sofia
Prof. Snejina Andonova, PhD, SWU - Blagoevgrad
Prof. Radostina A. Angelova, DSc, TU - Sofia
Assoc. Prof. Anna Georgieva, PhD, UCTM - Sofia
Assoc. Prof. Desislava Grabcheva, PhD, UCTM - Sofia
Assoc. Prof. Stela Baltova, PhD, IBS - Botevgrad
Assoc. Prof. Zlatina Kazlatcheva, PhD, FTT - Yambol
Assoc. Prof. Kapka Manasieva, PhD, VFU - Varna
Assoc. Prof. Rumen Russev, PhD, FTT - Yambol
Assoc. Prof. Krasimir Drumev, PhD, TU - Gabrovo
Assoc. Prof. Ivelina Vardeva, PhD, U-t Prof. Dr. A. Zlatarov-Burgas
Dr. Nezabravka Popova-Nedyalkova, NBU - Sofia

FOREIGN SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Jean-Yves Drean, DSc, UHA-ENSISA-LPMT, Mulhouse, France
Prof. Alenka Majcen Le Mareshal, DSc, UMaribor, Slovenia
Prof. Dr. Yordan Kyosev, DSc, TU-Dresden, Germany
Prof. Goran Demboski, PhD, U "Ss. Cyril and Methodius" - Skopje, N Macedonia
Assoc. Prof. VU Thi Hong Khanh, PhD, HUST - STLF, Vietnam
Prof. Saber Ben Abdessalem, PhD, ENI-Monastir, Tunisie

INFORMATION FOR AUTHORS

RULES FOR DEPOSITING AND PUBLISHING ARTICLES

Submission of a manuscript should be addressed to the Editorial Office via e-mail (textilejournal.editor@fnts.bg), the paper should be written in Bulgarian from Bulgarian authors and in English (working language) for foreigners.

Copyright Transfer Agreement must be signed and returned to our Editorial Office by mail, fax or e-mail as soon as possible, after the preliminary acceptance of the manuscript. By signing this Agreement, the authors warrant that the entire work is original and unpublished, it is submitted only to this journal and all the text, data, Figures and Tables included in this work are original and unpublished and have not been previously published or submitted elsewhere in any from. Please note that the reviewing process begins as soon as we receive this document. In the case when the paper has already been presented at a conference, it can be published in our magazine only if it has not been published in generally available conference materials; in such case, it is necessary to give an appropriate statement placed in Editorial notes at the end of the article.

General style and layout

Volume of a manuscript submitted should not exceed 12 standard journal pages in single column (3600 characters page), including tables and figures. Format is MS Office Word (normal layout). The editors reserve the right to shorten the article if necessary as well as to alter the title.

Title of a manuscript should not exceed 120 characters.

Full names and surnames of the authors, as well as full **names of the authors' affiliation** – faculty, department, university, institute, company, town and country should be clearly given. Corresponding author should be indicated, and their e-mail address provided.

Abstract of a manuscript should be in English and no longer than one page.

Key-words should be within 4-6 items.

For papers submitted in English (any other working language), the authors are requested to submit a copy with a title, abstract and key words in Bulgarian.

Figures and illustrations with a title and legend should be numbered consecutively (with Arabic numerals) and must be referred in the text. Figures should be integrated in the text with format **JPG at 300 dpi minimum,** and in **editable form.**

Tables with a title and optional legend should be numbered consecutively and must be referred in the text.

Acknowledgements may be included and should be placed after Conclusions and before References.

Footnotes should be avoided.

References (bibliography) should be cited consecutively in order of appearance in the text, using numbers in square brackets, according to the **Vancouver system.**

ТЕКСТИЛ И ОБЛЕКЛО

НТС по текстил, облекло и кожи

www.tok.fnts.bg

ISSUE 3/2022

CONTENTS

UDC

678 INVESTIGATION OF THE FRAGRANCE DURABILITY OF KNITTED FABRIC BAND COATED BY EUGRARIT RSPO MICROCAPSULES CONTAINED THE CINNAMON OIL ESSENTIAL
NGUYEN Thi Tu Trinh, CHU Dieu Huong 65

https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003.01

678 POLYMERS IN TEXTILE, LEATHER AND FOOTWEAR PRODUCTION. TYPES OF POLYMERS WITH APPLICATION IN TEXTILE, LEATHER AND FOOTWEAR PRODUCTION - SYNTHETIC HETEROCHAIN POLYMERS. POLYURETHANES (PU). POLYAMIDES (PA). POLYESTERS (PES)
Darina ZHELEVA 73

https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003.02

677 INVESTIGATION OF TREND OF FRICTION COEFFICIENTS FOR SILK FABRICS IN RELATION TO PRESSURE
Raya STOYANOVA 88

https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003.03

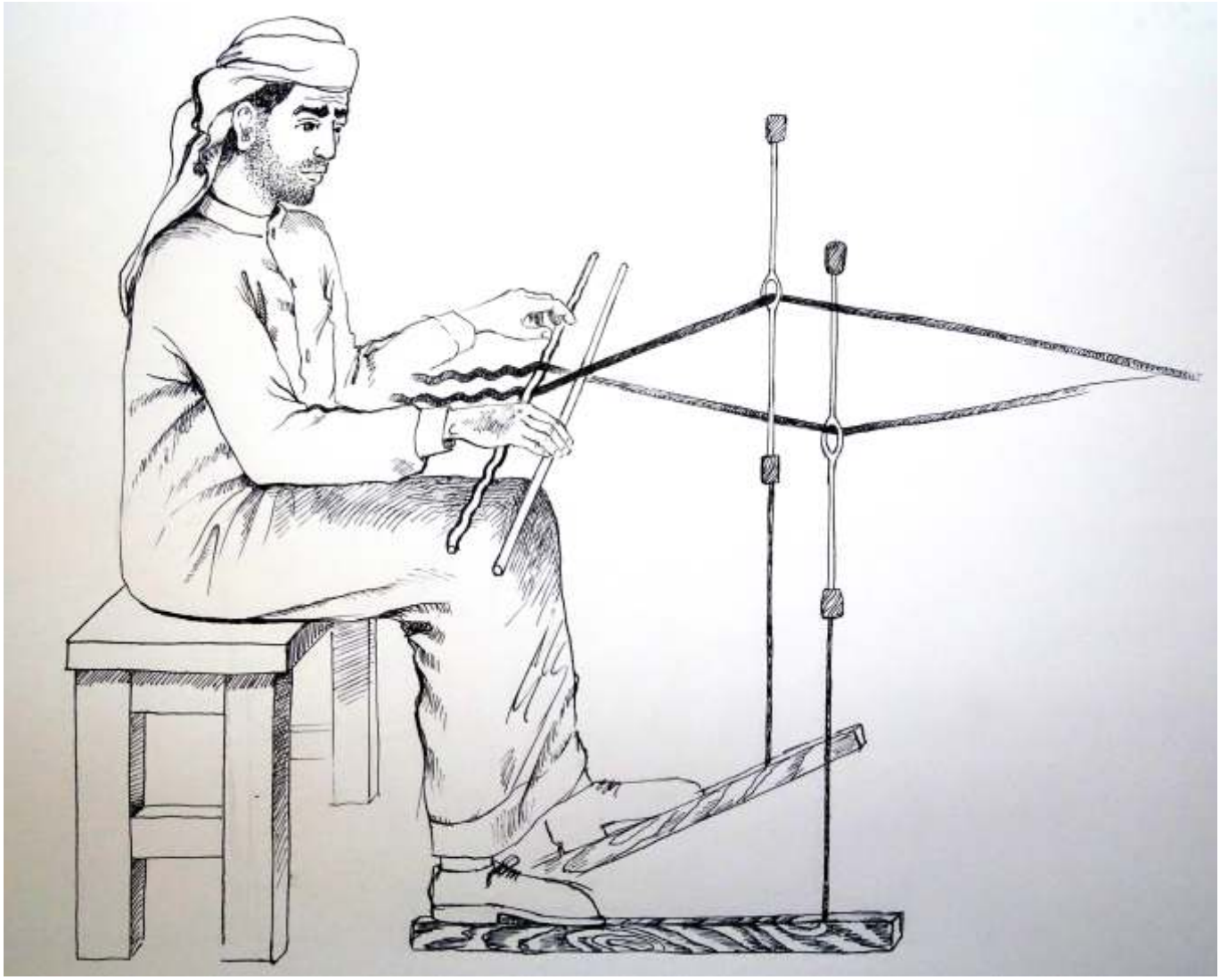
Subject area. The papers reflect developments and solutions in textile science and practice. They refer to one of the UDC topics:
33, Economics. Economic sciences.
377, Special Education. Vocational education. Vocational schools.
378, Higher Education / Higher Education Institutions.
677, Textile Industry. Technology of textile materials.
678, Industry of High Molecular Substances. Rubber industry. Plastic industry.
687, Tailoring (apparel) Industry.
745/749, Applied Art. Art Crafts. Interior. Design.
658.512.23, Artistic design (industrial design).

Address: Bulgaria, 1000 Sofia, 108 G. S. Rakovski str., room 407, tel. +359 2 980 30 45
e-mail: textilejournal.editor@fnts.bg
www.bgtextilepublisher.org

ISSN 1310-912X (Print)
ISSN 2603-302X (Online)
https://doi.org/10.53230/tgm.1310-912X.2022.0003

Bank account:
Scientific Engineering Union of Textile, Garment and Leathers
VAT identification number: BG 121111930
Account IBAN: BG43 UNCR 9660 1010 6722 00

Prepress and Printing:
COMPASS AGENCY Ltd.



Графика на тъкач на ръчен стан с автор Валентин Петров
от ПГТО Добри Желязков – Сливен

PICANOL