

# ТЕКСТИЛ И ОБЛЕКЛО

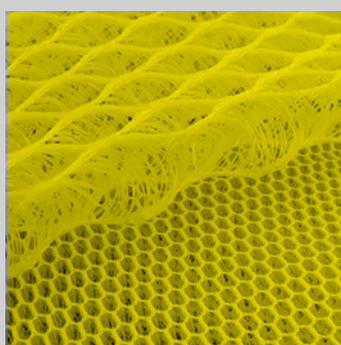
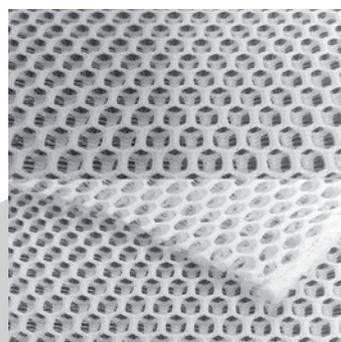
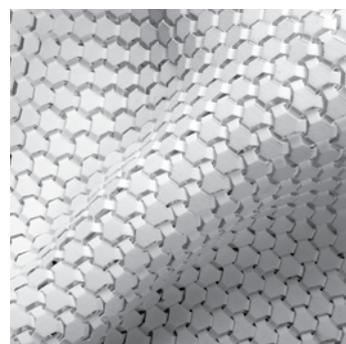
5

2018

година  
LXX  
от 1949 г.

TEXTILE AND GARMENT MAGAZINE

НТС  
ПО ТЕКСТИЛ,  
ОБЛЕКЛО  
И КОЖИ  
[www.tok.fnts.bg](http://www.tok.fnts.bg)



ISSN 1310-912X (Print)  
ISSN 2603-302X (Online)  
[www.bgtextilepublisher.org](http://www.bgtextilepublisher.org)



**Модни графики на Ангелина Косинкова-Стоева,  
Магистърска програма, спец. "Дизайн, технологии и мениджмънт на модната индустрия",  
Факултет "Техника и технологии" - Ямбол, Тракийски университет  
Тема: "Съвременно облекло с елементи от минойския костюм"  
Дисциплина "Проектиране на модни колекции"  
Преподаватели: доц. д-р инж. Златина Казлачева,  
гл. ас. д-р инж. Жулиета Илиева, ас. инж. Петя Динева**

# ТЕКСТИЛ И ОБЛЕКЛО

НТС по текстил,  
облекло и кожи



www.tok.fnts.bg

БРОЙ 5/2018

## Главен редактор:

доц. Ивелин Рахнев, Колеж - Сливен при Технически Университет - София

## Редакционна колегия:

проф. Христо Петров, ТУ - София

проф. Майа Богданова, НХА - София

проф. Росица Бечева, ХТМУ-София

проф. Жан-Ив Дреан, УВЕ - Мюлуза, Франция

проф. Андреас Хараламбус, Колеж - Сливен, ТУ-София

проф. Диана Германова-Кръстева, ТУ - София

доц. Ву Ти Хонг Кхан, ХУНТ, Ханой, Виетнам

доц. Анна Георгиева, ХТМУ - София

доц. Златина Казлачева, ФТТ - Ямбол

доц. Снежина Андонова, ЮЗУ - Благоевград

доц. Румен Русев, ФТТ - Ямбол

доц. Стела Балтова, МВБУ - Ботевград

доц. Мария Спасова, ИП-БАН

д-р Незабравка Попова-Недялкова, НБУ - София

## СЪДЪРЖАНИЕ

УДК

677	МОДЕЛИРАНЕ НА МЕХАНИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ЕДИНИЧНИ И ГРУПИРАНИ ПАМУЧНИ ВЛАКНА С ИЗПОЛЗВАНЕ НА АНАЛОГОВИ МОДЕЛИ Уафа Махжуб, Жан-Ив Дреан, Омар Арзала и Жан-Пол Гурло .....	147
677	ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ГЕОМЕТРИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НИШКИ И ТЪКАНИ ЧРЕЗ МИКРОСКОПИРАНЕ проф. д-р инж. Диана Германова-Кръстева, маг. инж. Росица Стефанова .....	153
678	КОЛАГЕН И КЕРАТИН - ОТПАДНИ ПРОДУКТИ ОТ КОЖАРСКОТО И ТЕКСТИЛНО ПРОИЗВОДСТВО И НАЧИНИ ЗА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕТО ИМ Дарина Желева, Маргарита Колева .....	162
745/749	ТЕКСТИЛ И УСТОЙЧИВИ МОДЕЛИ В ДИЗАЙНА ЗА ДЕТСКА СРЕДА Иванка Добрева-Драгостинова .....	170

## Адрес на редакцията:

1000 София, ул. "Г. С. Раковски" 108, стая 407, тел.: 02 980 30 45

e-mail: [textilejournal.editor@fnts.bg](mailto:textilejournal.editor@fnts.bg)

[www.bgtextilepublisher.org](http://www.bgtextilepublisher.org)

ISSN 1310-912X (Print)

ISSN 2603-302X (Online)

## 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

# ИНФОРМАЦИЯ ЗА АВТОРИТЕ

## ПОДАВАНЕ НА ДОКЛАДИТЕ В СПИСАНИЕ ТЕКСТИЛ И ОБЛЕКЛО

- **Научна област.** Докладите следва да засягат проблеми на текстилната наука и практика според универсалния десетичен класификатор - УДК (UDC):
  - 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, Промисленост 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).
- **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 (A4) в една колона (страница от 3600 знака), вкл. Таблици, Фигури или фотографии. Форматът на изпратения файл е MS Office Word (normal layout). 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.
- За доклади, изпратени на английски (друг работен език), авторите трябва да изпратят копие със заглавие, резюме и ключови думи на български.
- **Международната система от единици (SI)** трябва да се използва навсякъде.
- **Съкращенията** трябва да се правят според стандартите на *IUPAC* и *ISO* и да се дефинират, когато се използват за първи път.
  - **Фигурите** и **илюстрациите** трябва да се номерират последователно (с арабски цифри) и трябва да са споменати в текста. **Фотографиите** трябва да се номерират като фигури. В допълнение, фигурите трябва да се влагат в текста с формат **JPG с 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.
  - **Благодарности** може да бъдат включвани и трябва да се поставят след заключенията и преди препратките.
  - **Бележките под линия** трябва да се избягват. Когато употребата им е абсолютно необходима, те трябва да се номерират последователно като се използват арабски цифри и да се добавят в края на статията.
  - **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.

## РЕЦЕНЗИОННА ПРОЦЕДУРА

Процедурата на рецензия на списание *Текстил и облекло* е в съответствие с насоките на Министерство на образованието и науката и може да бъде представена, както следва:

- Всеки доклад изпратен за публикуване се рецензира от поне двама независими рецензенти работещи в различна институция от тази на авторите. Самоличността на авторите е неизвестна за рецензентите и обратно (рецензия на двойно сляпо). В случай на противоречиви мнения на рецензентите се избира следващи.
- Писмената рецензия включва ясно заключение относно условията, които трябва да бъдат изпълнени за да се публикува разглежданата статия в *Текстил и облекло* или изявление, отхвърлящо публикуването.
- Първият автор получава набора от рецензии и след това, според процедурата за рецензиране, е длъжен да коригира доклада според бележките на рецензентите или писмено да изрази своето мнение.
- Коригираната статия или мнението на авторите се проверяват от редакторите или от същите рецензенти в случай на някакви съмнения. Окончателното решение за публикуване на статията се взема от главния редактор или, в изключителни случаи, от председателя на редакционната колегия. Ако е необходимо, авторите биват информирани по имейл.
- Самоличността на рецензентите на отделните статии не се обявява публично.

## МОДЕЛИРАНЕ НА МЕХАНИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ЕДИНИЧНИ И ГРУПИРАНИ ПАМУЧНИ ВЛАКНА С ИЗПОЛЗВАНЕ НА АНАЛОГОВИ МОДЕЛИ

Уафа МАХЖУБ<sup>1,2</sup>, Жан-Ив ДРЕАН<sup>1,2</sup>, Омар АРЗАЛА<sup>1,2</sup> и Жан-Пол ГУРЛО<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Университет на Южен Елзас, Лаборатория по физика и механика на текстилите  
Ул. Алфред Вернер 11, Ф-38093 Мюлуза, Франция

<sup>2</sup>Университет на Страсбург, Франция

CIRAD (Център за международно сътрудничество за земеделско изследователско развитие),  
авеню Агрополис, 34398 Монпелие, Франция  
e-mail: Jean-yves.drean@uha.fr

## SINGLE AND BUNDLE COTTON FIBRES MECHANICAL PROPERTIES MODELLING USING ANALOGICAL MODELS

W. MAHJOUB<sup>1,2</sup>, J.-Y. DREAN<sup>1,2</sup>, O. HARZALLAH<sup>1,2</sup> and J.-P. GOURLOT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université de Haute Alsace, Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles LPMT EA 4365,  
68100 Mulhouse - France.

<sup>2</sup>Université de Strasbourg, France

<sup>3</sup>Cirad (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement),  
Avenue Agropolis, 34398 Montpellier, France

### ABSTRACT

Among the many properties of cotton fibers, mechanical ones are the most important indicators to select the proper fibers for specified textile end use applications. Either the single cotton fibers properties or the spun yarn ones are related not only to their tensile properties, but also to the time dependent ones such as the creep and the stress relaxation. In addition, the frictional behavior of cotton fibers greatly influences their processing, their performance and the performance of the final product.

In this paper, two methods of cotton fibers testing are presented: single fibers and bundles. Three different types of cotton fibers were studied, having different physical properties (maturity, fineness, micronaire, length, tenacity etc.). We show that the creep behavior of cotton fibers can be assimilated to a Voigt model in series with a spring and that the difference in the behavior between the single fibers and bundles is related to the inter-fiber friction.

**Keywords:** Bundles, cotton, inter-fiber friction, modelling, single fibers.

## I. INTRODUCTION

Studying the behavior and the relationships between single and bundle cotton fibers mechanical properties is very crucial. In fact, single fibers are the fundamental units of a span yarn [1]. Any study of a yarn model must include the parameters of the fibers and their relationships. In general, fibers physical properties (fineness, diameter, shape factor and length) contribute to yarn strength through two factors: fiber strength and inter-fiber friction. For this purpose, we aim to analogically model the cotton fibers relationships and to study the inter-fiber friction in the bundle of cotton fibers.

## II. METHODS AND PROCEDURES

### A. Rheological modelling

Cotton fibers contain natural polymers (90% of cellulose), and therefore they exhibit a viscoelastic behavior [2]. This mechanical behavior can be adjusted using analogical models consisting of elements such as Hook springs, Newton dashpots, as shown in **table 1**, which could simulate the mechanical behavior of the material under mechanical stress when correctly combined.

These models are very useful to clarify how fiber behaves. They can be assembled both in series or in parallel or in mixed groups [3]. Thus, more complex mechanical responses can be simulated to illustrate the behavior of the material submitted to static test (tensile test) or a time dependent one (creep or stress relaxation tests).

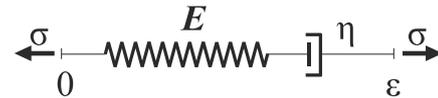
**Table 1**  
General analogical models

Analogical model	Equation	Mechanical element
	$\sigma = E \varepsilon$ Where: $\sigma$ is the stress, $\varepsilon$ is the strain and $E$ is Young's modulus	Spring
	$\sigma = \eta \dot{\varepsilon}$ Where: $\sigma$ is the stress, $\dot{\varepsilon}$ is the strain rate, and $\eta$ is the viscous coefficient	Dashpot
	$\sigma = \lambda \dot{\varepsilon}^{1/N}$ Where: $\lambda$ is a constant related to the material used, and $N$ is a constant characterizing the flow	

Creep and stress relaxation tests demonstrate the viscoelastic characteristics. In creep test, a constant stress is maintained on a specimen while

its deformation is monitored as a function of time and deformation increases with the time. In stress relaxation test, a constant deformation is maintained while the stress on the specimen is monitored as a function of time, and stress decreases with time. The classical viscoelastic constitutive models are represented by Maxwell and Voigt models [4] using springs and dashpots to simulate elasticity and viscosity respectively.

- Maxwell model:



Equation:

$$\dot{\varepsilon} = \dot{\varepsilon}_{elastic} + \dot{\varepsilon}_{elastic} = \frac{\dot{\sigma}}{E} + \frac{\sigma}{\eta} \quad (1)$$

Response for creep test:

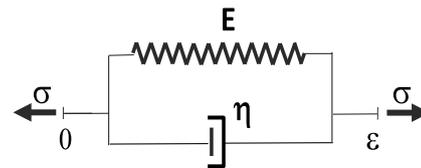
$$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} + \frac{\sigma_0}{\eta} t \quad (2)$$

**Table 2**

Cottons different properties determined with afis

Cotton	L(n) [mm]	L(w) [mm]	SFC(n) [%]	SFC(w) [%]	Fineness [mTex]	Maturity
C07	24	28,3	14,4	4	148	0,9
C42	19,2	23,9	24,9	9,1	152	0,83
C55	24,5	28,7	13,5	3,9	166	0,92

- Voigt model:



Equation:

$$\dot{\varepsilon} = \dot{\varepsilon}_{elastic} + \dot{\varepsilon}_{elastic} = \frac{\dot{\sigma}}{E} + \frac{\sigma}{\eta} \quad (3)$$

Response for creep test:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_0}{E} (1 - e^{-(E \cdot \frac{t}{\eta})}) \quad (4)$$

### B. Experimental details

In our study, we worked on the tensile and the creep behavior of the single and bundle cotton fibers. Three different types of cotton fibers were studied. These cottons were chosen from a list of twelve cottons covering a large panel of varieties and physical properties.

Prior to testing, all cotton samples were conditioned for at least 48 hours at  $65 \pm 2\%$  of relative humidity ( $RH\%$ ) and  $21 \pm 1^\circ\text{C}$  of temperature ( $T$ ) of the surrounding air. In fact, these factors are very important because any change can have a significant effect on the values of strength.

For measuring single fibers properties, Favimat (Textechno Herbert Stein GmbH and Co. KG, Möchengladbach, Germany) was used. The typical testing methods of the Favimat are the static tensile test, linear-density (fineness) measurement, and measurement of crimp extension, crimp stability as well as number of crimps. Tests were carried out using the following parameters:

Test speed: 5mm/min  
 Gauge length: 15mm  
 Sensor: 210 cN  
 Pretension: 0.06 cN/Tex  
 Nominal linear density: 10 dTex

For bundle testing, Pressley clamps were used with a special spacer of 15 mm for realizing test in a MTS dynamometer (*Figure 1*).

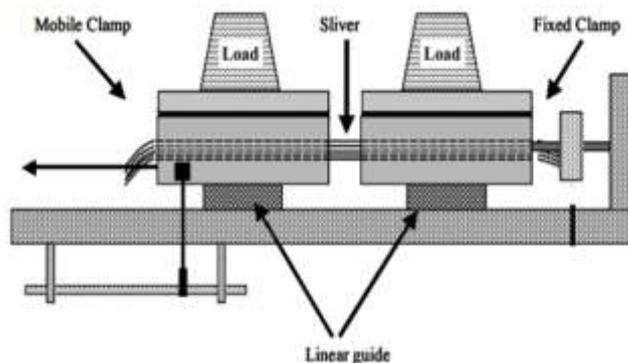
Tests were carried out using the following parameters:

Test speed: 5mm/min  
 Gauge length: 15mm  
 Sensor: 2 kN  
 Test duration: 20min



*Figure 1* Specific attachments for the MTS device and the Pressley jaws; bundle tests.

Tensile fracture of cotton fiber was examined by a scanning electron microscope (SEM). Samples were gold sputtered in vacuum condition to obtain a better electrical conductivity. The magnification is set at 2500.



*Figure 2* Static Friction Tester (SFT)

The Static Friction Tester is used to determine the friction coefficient, this device is composed of two identical carriages; one of them is fixed, whereas the second is moving through a linear guide. A piece of sliver is put down in the channel of the two carriages, which are initially in zero gage position. The sliver is compressed with the upper carriage sides where two identical weights are loaded. The tests carried out are a series of five loads varying from 1 to 5 kN

The friction measuring device is based on the principle of measuring the force required to break a sliver.

According to the studies related to the friction, it is necessary to control the normal force during relative movement of bodies in contact.

Therefore the fibers in the sliver are tightened using a uniform normal load, So the fibers in the sliver moves by simply pulling the sliver axially with two identical and opposite forces, The force that the fibers develop to oppose their relative sliding force is the inter-fiber friction.

The data obtained from SFT gives rise to the following equation to get the inter-fiber friction results:

$$\frac{F}{N_f} = k \left( \frac{W}{N_f} \right)^a \quad (5)$$

Where:  $F$  - the frictional resistance force,  
 $N_f$  - the number of fibers in sliver cross-section,  
 $W$  - the perpendicular compression force on fiber,  
 $k, a$  - the coefficients that characterize friction.

### III. RESULTS AND DISCUSSIONS

#### A. Physical and mechanical properties

The figures 3 and 4 show the summary of the results obtained by the Favimat apparatus on the

single cotton fibers for the three varieties. We can conduct that there is a negative relation between the length of fibers and their linear densities and a positive relation between length and the tenacity.

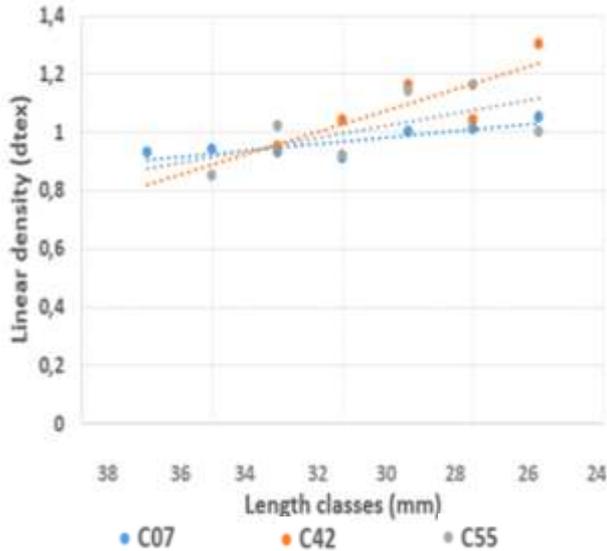


Figure 3 The linear density vs. length of the single fibers.

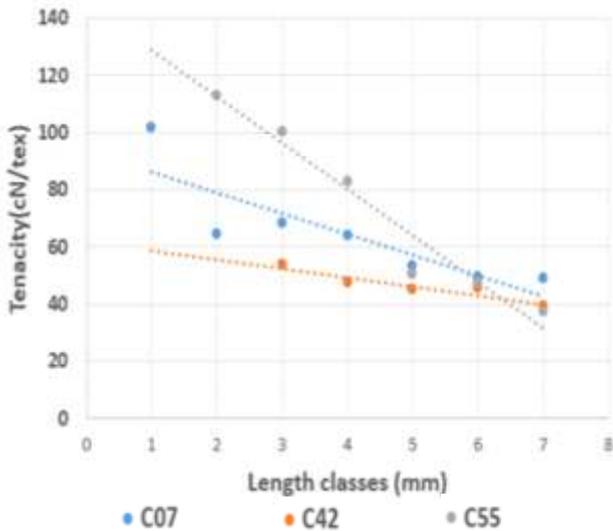


Figure 4 The Tenacity vs. length of the single fibers.

### B. Models elaboration

Tensile test allowed us to determine parameters such as Young modulus ( $E$ ), work of rupture and tenacity. In fact, during the tensile test, the cotton fibers obey equation 6 and can physically be represented by an ideal Hookean spring, with stress proportional to strain.

$$\sigma = E \varepsilon \quad (6)$$

The SEM image in **Figure 5**, illustrates the rupture behavior of the cotton fiber. We can observe that the break occurred adjacent to a reversal, and the splitting was due to the untwisting effects. Eventually a tear developed along the fiber to join up the split, follows the helical path of the fibrils around the fiber [5].

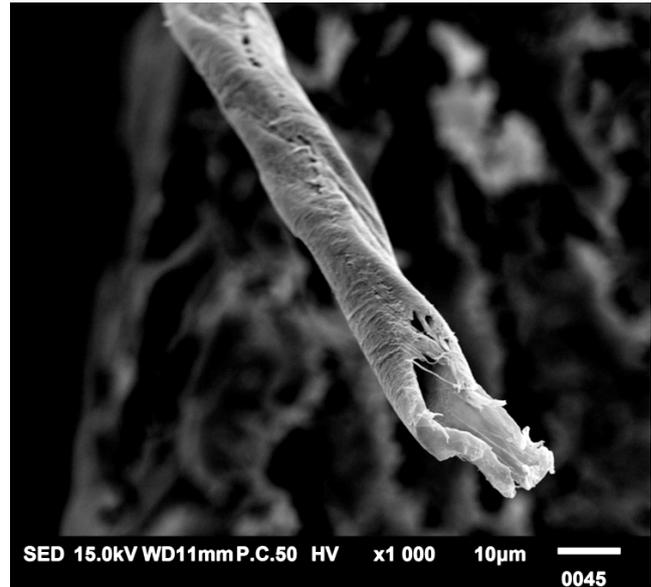


Figure 5 SEM image of a cotton fiber tensile fracture.

Creep is a time-dependent deformation under a certain applied load. Several hypotheses were studied in order to understand the cotton fiber behavior to the creep test and to model it into an analogical way. One of them is to divide the experimental creep behavior result into two parts; the first one is assimilated to a dashpot and the second one to a Voigt model.

The following equations represent respectively their response to the creep test.

$$\varepsilon_{dashpot}(t) = \frac{\sigma_0}{\eta_1} t \quad (7)$$

$$\varepsilon_{voigt}(t) = \frac{\sigma_0}{E} (1 - e^{(-E \cdot \frac{t}{\eta})}) \quad (8)$$

**Figure 6** shows the response of the total model to an applied stress  $\sigma_0$  for a single fiber creep test. The fiber length group was 30 to 32 mm. We can observe a fast-increase part (part 1) explained by the fact that the stress was at first carried entirely by the viscous element of the dashpot ( $\eta_1$ ). The second

part (part 2), characterized by a very slight increase explains the elastic element ( $E$ ) in the continuous elongation of the viscous element ( $\eta_2$ ). The transition time between the two parts represents the creep time.

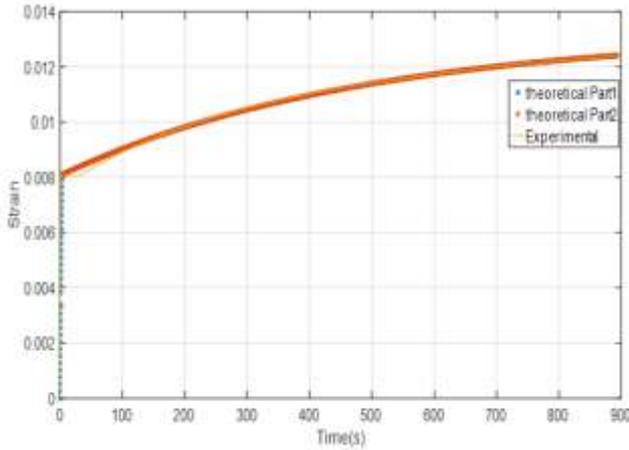


Figure 6 Single fiber creep test result and the model one based on real experimental data.

For the bundle tests, about 5mg of parallel cotton fibers of each length class were tested several times and the results were found to be repeatable. For instance, Figure 7 shows both the practical and the theoretical results. We can notice that with the same cotton variety and the same length class, the second part of the model fit to creep test one.

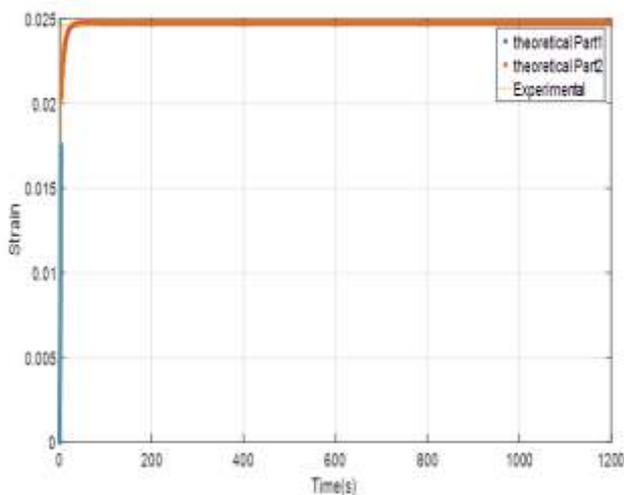


Figure 7 Bundles creep test result and the model one based on real experimental data.

C. Inter-fiber friction

The experimental results have been evaluated with a program that we develop via Matlab. Theoretical parameters have been then determined in order to fit the best with the experimental results.

In this aim, for the first part, the viscosity  $\eta_1$  have been determined. Moreover, for the second part, the viscosity  $\eta_2$  and the modulus  $E$  have been determined.

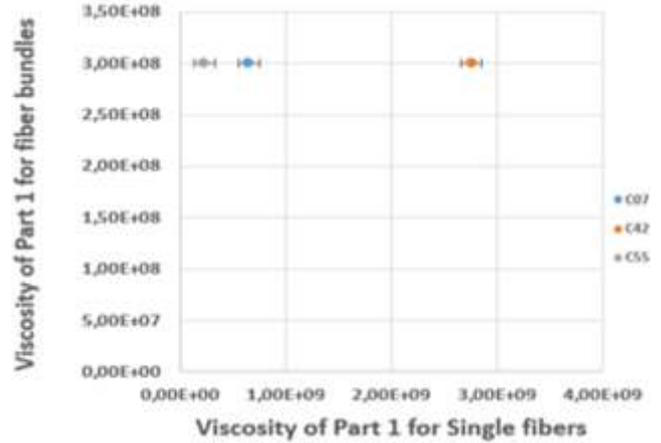


Figure 8 Bundle vs. Single cotton viscosity for the first part of the model.

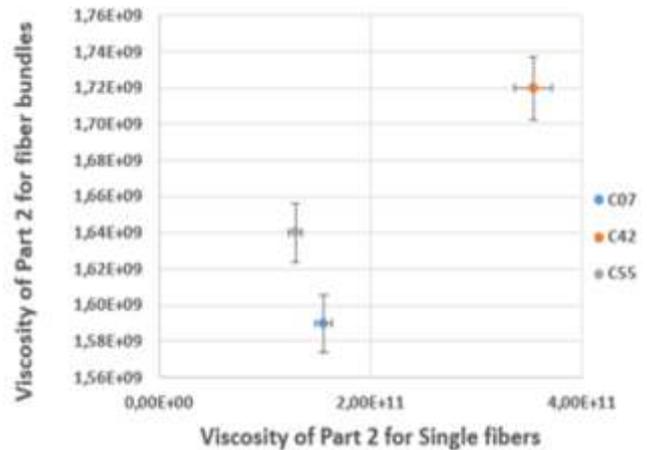


Figure 9 Bundle vs. Single cotton viscosity for the second part of the model.

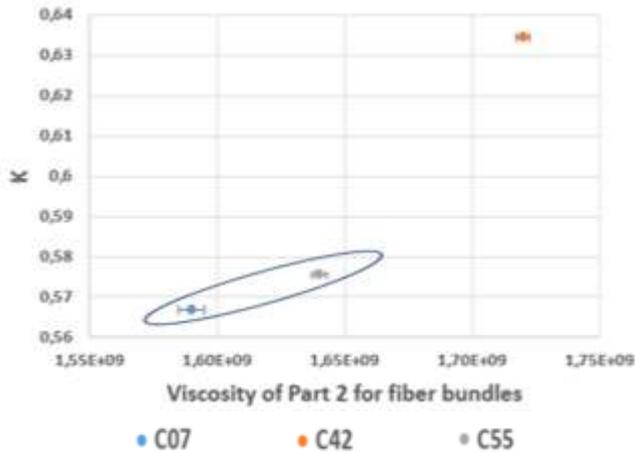
Table 3

Friction coefficient K for the three cotton varieties

	K
C07	0,5668
C42	0,6345
C55	0,5755

The results determined with the SFT device show that both cottons C07 and C55 have approximatively the same friction coefficient compared with cotton C42

In fact, C42 is more immature than C42 and C55. There is more contact points in his surface, this issue explains the higher value of K.



**Figure 10** Friction coefficient K vs. the bundle cotton viscosity for the second part of the model.

**Figure 10** confirms our hypothesis. In fact, C42 have remarkable differences with the other cottons, taking in account the variation of k compared with the viscosity values.

#### IV. CONCLUSIONS

In this research, we study the single and bundle cotton fiber mechanical properties by modelling their creep behavior. We determine and demonstrate the influence of inter-fiber friction. We show that this latter influences the creep behavior of bundles.

#### ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank the team of CETELOR France for their kind help in carrying out the tensile tests for single fibers on the Favimat device.

#### REFERENCES

- [1] C.M. Kelly, F.H. Eric and K.D. Jane, "Breeding for improved yarn quality: Modifying fiber length distribution", *Industrial Crops and Products.*, vol 42, pp 386-396, 2012.
- [2] W.E. Morton and J.W.S. Hearle. "Physical Properties of Textile Fibers" 4th ed. *CRC Press Woodhead Publishing Limited*, ISBN 978-1-84569-220-9, 2008.
- [3] W. Mahjoub, O. Harzallah and J.Y. Drean. "Cotton fiber tensile properties". In: "Cotton Fibres: Characteristics, Uses and Performance" 1st ed. *Nova Science Publisher*, ISBN 978-1-53610-930-6, 2017.
- [4] J. Lemaitre and J.L. Chaboche, "Mécanique des matériaux solides" 2nd ed. *Dunod*, ISBN 2-10-005662-X, 2001.
- [5] O. Harzallah, H. Benzina and J.Y. Drean, "Physical and mechanical properties of cotton fibers: Single-fiber failure" *Textile Research Journal.*, vol 80, pp 1093-1102, 2010.
- [6] S. Sun, Y. Li, C. Fu, J. Qiu, J. Hui and X. Du, "Influence of He/O<sub>2</sub> atmospheric pressure plasma pretreatment on sizing adhesion strength and breaking elongation of sized cotton rovings" *Textile Research Journal.*, vol 87, pp 682-693, 2016.

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ГЕОМЕТРИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НИШКИ И ТЪКАНИ ЧРЕЗ МИКРОСКОПИРАНЕ

**проф. д-р инж. Диана Германова-Кръстева, маг. инж. Росица Стефанова**  
катедра „Текстилна техника“, Технически университет - София  
e-mail: dianakra@tu-sofia.bg, rstv@mail.com

### РЕЗЮМЕ

*С помощта система на фирма Motic (Германия), включваща стереомикроскоп, цифрова камера и софтуер за заснемане и измерване на геометричните размери на изображенията са направени дигитални снимки на 4 групи тъкани - от 100% П, от П/ПЕ 50/50, от 100% ХВ (химични влакна) и от 100% В. За всяка група тъкани са избрани по 3 представителя.*

*Измерени са диаметрите на основните и на вътъчните нишки, както и разстоянията между тях. От разстоянията между нишките са изчислени гъстините. По гравиметричен метод са определени линейните плътности на нишките, а по емпиричен път са изчислени разчетните диаметри.*

*Определени са относителните отклонения между резултатите, получени по стандартизираните методи и чрез микроскопиране. Направен е анализ на причините за установените разлики.*

*Извършен е статистически анализ и са изведени зависимости, даващи възможност за преизчисляване на резултатите, получени по различните методи.*

**Ключови думи:** *неразрушителен анализ, микроскопиране, диаметър на нишки, гъстини на нишки в тъканта*

## DETERMINATION OF THE GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF THREADS AND FABRICS THROUGH MICROSCOPIC MEASURING

**Prof. Diana Germanova-Krasteva, PhD, Eng. Rositsa Stefanova, MSc.**

Technical University of Sofia, Department of Textile Engineering

e-mail: dianakra@tu-sofia.bg, rstv@mail.com

### ABSTRACT

*With a system of Motic (Germany) including a stereomicroscope, a digital camera, and software for capturing and measuring geometric dimensions, digital images of four groups of fabrics were made – from 100% Cotton, from blend Cotton/Polyester 50/50, from chemical fibers (100% PES and 100% Rayon) and 100% Wool. For each group, 3 representatives were selected.*

*The diameters of the warp and weft threads, as well as the distances between them, were measured. From the distances, the threads' densities were calculated. By the gravimetric method the counts of the threads are determined and the diameters were calculated empirically.*

*The relative deviations between the results obtained by the standardized methods and by microscopy were determined. An analysis of the reasons for the differences was made.*

*A statistical analysis has been carried out and dependencies have been derived that allow a recalculation of results obtained by different methods.*

**Keywords:** *non-destructive analysis, microscopy, diameter of threads, threads' densities in the weave*

## ВЪВЕДЕНИЕ

Геометричните характеристики на тъканите и на изграждащите ги нишки са основни параметри на текстилните материали, определящи тяхната структура, якостни и физични свойства. Те са обект както на проектиране, така и на последващо изследване и контрол. Често тяхното определяне е част от т. нар. анализ на мостри и за измерването им са създадени стандартизирани методи, заложи в БДС EN 1049-2:2002 [1], ISO 7211-5:1984 [2] и др.

В последните години, с масовото навлизане на компютърната техника, все по-широко приложение, вкл. и в областта на текстилните изпитвания, намират софтуерните продукти за заснемане на обекти и обработка на видео-изображенията им.

Този метод на измерване не е стандартизиран, но поради неразрушителния си характер, се използва все по-често, още повече, че дава възможност да се измерят и геометрични характеристики, които по класическите методи на изпитване не могат да бъдат определени или се определят трудно, например площ на порите [3], параметри на нагъване на нишките при вработване, размери и наклон на примките на хавлиените тъкани [4-6], големината и форма на напречното сечение на нишките [7], геометрични и структурни промени при деформация [8] и т.н.

Измерването на геометричните характеристики на нишките във втъкано състояние неизбежно води до получаването на различни резултати от измерването в свободно състояние, главно поради деформацията на нишките при прекръстосването им, но също така и поради завласеността на нишките, резултат от триенето помежду им и с частите на тъкачната машина (нишководачи, бърдо и т.н.).

**Целта на настоящето изследване** е да се установи големината на отклоненията, които се получават при микроскопско измерване на диаметрите на нишките и гъстините във втъкано състояние спрямо измерването им по класически методи като изнищване (за определяне на гъстината на нишките) и гравиметрично определяне на линейната плътност на

нишките и последващо преизчисляване на диаметра им.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

Изследванията са проведени с 4 групи тъкани:

- от естествени растителни материали - 100% П;
- от смес на естествени с химични влакна - П/ПЕ 50/50;
- от химични влакна и коприни - 100% ПЕ и 100% ВИ;
- от естествени животински влакна - 100% В.

За всяка група са подбрани по три представителя - общо 12 вида тъкани.

Площните маси са определени от 3 проби с размери 10x10 cm, съгласно БДС EN 12127:2000 Материали текстилни. Платове. Определяне масата на единица площ, чрез използване на малки проби [11].

Гъстините на нишките са определени чрез изнищване на 5 cm от тъканта, съгласно БДС EN 1049-2:2002 Текстил. Тъкани платове. Конструкция. Методи за анализ. Част 2: Определяне броя на нишките на единица дължина (ISO 7211-2:1984). За определяне на гъстината на нишките в основно направление са направени по 3 измервания, а за вътъчно направление - 5.

Линейната плътност на нишките е определена чрез измерване на дължината и масата на 10 нишки, съгласно ISO 7211-5:1984 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 5: Determination of linear density of yarn removed from fabric.

В **Таблица 1** са обобщени данните от измерванията, като получените средни стойности са закръглени до цяло число.

В последните две колони са дадени изчислените разчетни диаметри  $d$  на нишките. Калкулацията е направена по следната формула:

$$d = \delta \sqrt{\frac{T_l}{1000}} \quad (1)$$

където:

$T_l$  е линейната плътност на нишката, tex;

$\delta$  - обемната плътност на нишките, приета за 1,26 g/m<sup>3</sup>.

**Таблица 1**  
Характеристика на изследваните тъкани

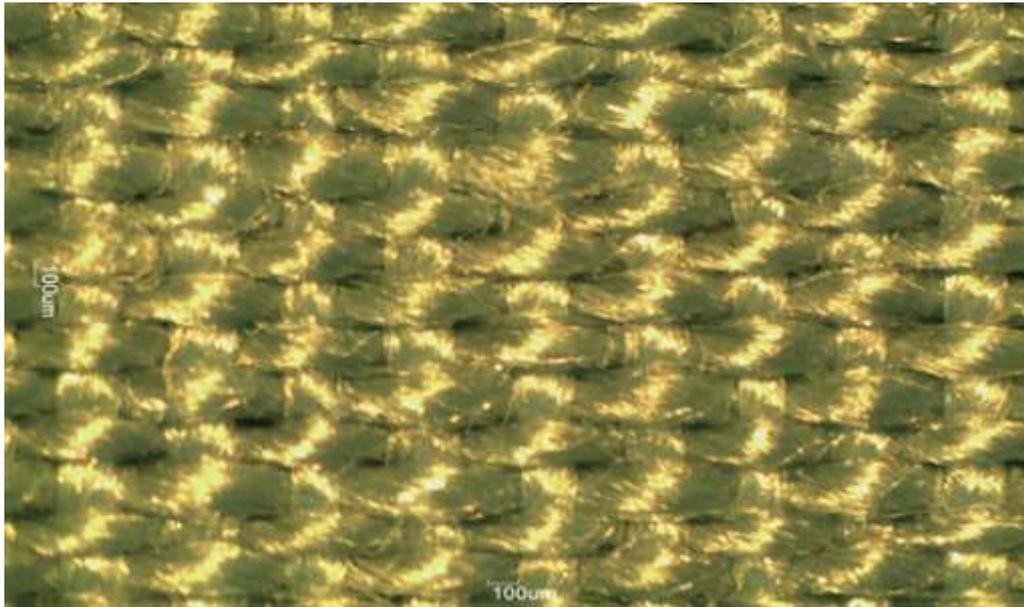
Тъкан №	Състав	Площна маса, g/m <sup>2</sup>	Гъстина на основните нишки, n./dm	Гъстина на вътъчните нишки, n./dm	Линейна плътност на основните нишки, tex	Линейна плътност на вътъчните нишки, tex	Разчетен диаметър на основните нишки, mm	Разчетен диаметър на вътъчните нишки, mm
1.1	100% П	115	225	195	25	32	0,20	0,23
1.2		225	330	140	36	55	0,24	0,30
1.3		200	500	280	15	30	0,15	0,22
2.1	П/ПЕ 50/50	115	300	280	13	13	0,14	0,14
2.2		164	400	330	20	20	0,18	0,18
2.3		175	320	300	18	32	0,17	0,23
3.1	100% ВИ	90	380	180	13	13	0,14	0,14
3.2	100% ПЕ	240	360	280	20	50	0,18	0,28
3.3	100% ВИ	240	600	180	20	55	0,18	0,30
4.1	100% В	200	280	260	40	40	0,25	0,25
4.2		250	180	160	60	60	0,31	0,31
4.3		170	320	280	26	28	0,20	0,21

За извършване на микроскопските измервания е използван бинокулярен микроскоп Moticom 2300 на фирма Motic (Германия), комплектуван с 3,2 Мрiх камера и софтуер Motic Images Plus 2.0 за заснемане и измерване на геометрични размери на изображенията.

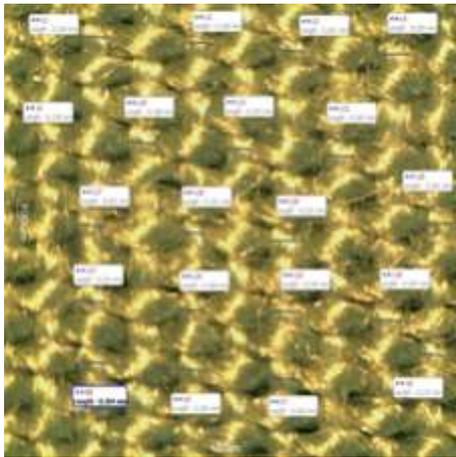
Микроскопът работи със степени на увеличение: 0,75x, 1x, 2x, 3x, 4x и 5x. Камерата има вградено увеличение 3,6x, което осигурява общо увеличение в границите на 2,7x до 18x.

За заснемане на тъканите структури са използвани различни увеличения, най-често в границите на 7,2x до 14x, в зависимост от гъстината на нишките и диаметрите.

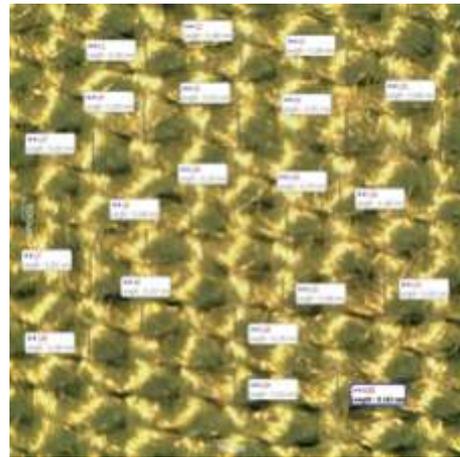
Извършени са по 20 измервания за всяка една от изследваните характеристики, като общият вид на едно микроскопско измерване е представен на *Фигура 1*.



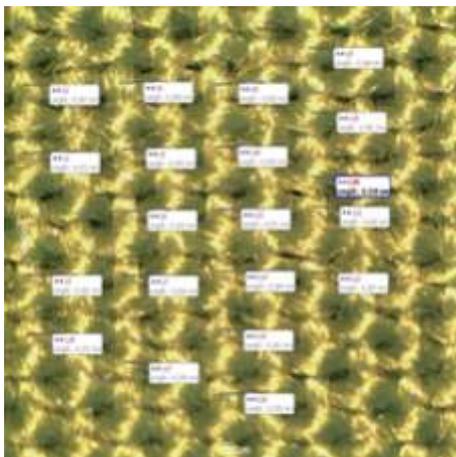
а) общ вид на тъканта



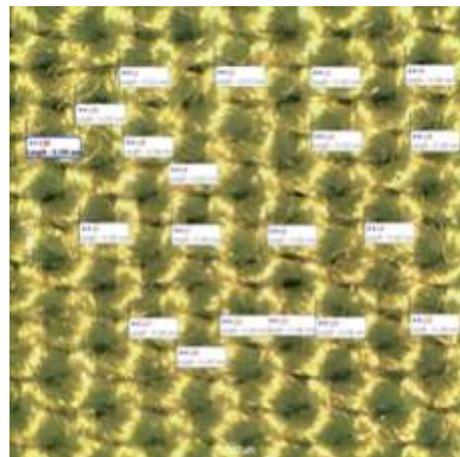
б) измерване диаметъра на основните нишки



в) измерване диаметъра на вътъчните нишки



г) измерване на междуосевите разстояния между основните нишки



д) измерване на междуосевите разстояния между вътъчните нишки

**Фигура 1** Общ вид на микроскопското измерване (Тъкан 2.1)

Получените стойности са експортирани към файлове в Excel, където са определени статистическите оценки на показателите.

От измерените междуосеви разстояния  $l$  в mm са преизчислени гъстините на нишките  $P$  в бр.н./dm:

$$P = \frac{100}{l} \quad (2)$$

Резултатите за средните стойности са обобщени в **Таблица 2**.

**Таблица 2**  
Резултати от микроскопските изследвания

Характеристика	Диаметър на основните нишки, mm	Диаметър на вътъчните нишки, mm	Междуосево разстояние основни нишки, mm	Междуосево разстояние вътъчни нишки, mm	Гъстина на основните нишки, н./dm	Гъстина на вътъчните нишки, н./dm
Тъкан 1.1	0,24	0,25	0,482	0,496	207	202
Тъкан 1.2	0,28	0,33	0,287	0,522	348	192
Тъкан 1.3	0,17	0,24	0,245	0,381	408	262
Тъкан 2.1	0,14	0,15	0,326	0,366	307	273
Тъкан 2.2	0,19	0,20	0,204	0,264	490	379
Тъкан 2.3	0,16	0,26	0,294	0,354	340	282
Тъкан 3.1	0,135	0,17	0,253	0,565	395	177
Тъкан 3.2	0,24	0,33	0,312	0,361	321	277
Тъкан 3.3	0,20	0,32	0,175	0,526	571	190
Тъкан 4.1	0,28	0,3	0,325	0,411	308	243
Тъкан 4.2	0,32	0,38	0,529	0,619	189	162
Тъкан 4.3	0,21	0,22	0,299	0,325	334	308

На **Фигури 2 до 5** е направена графична съпоставка на резултатите, получени от микроскопското изследване и от измерените чрез стандартизираните методи характеристики - диаметри и гъстини на нишки.

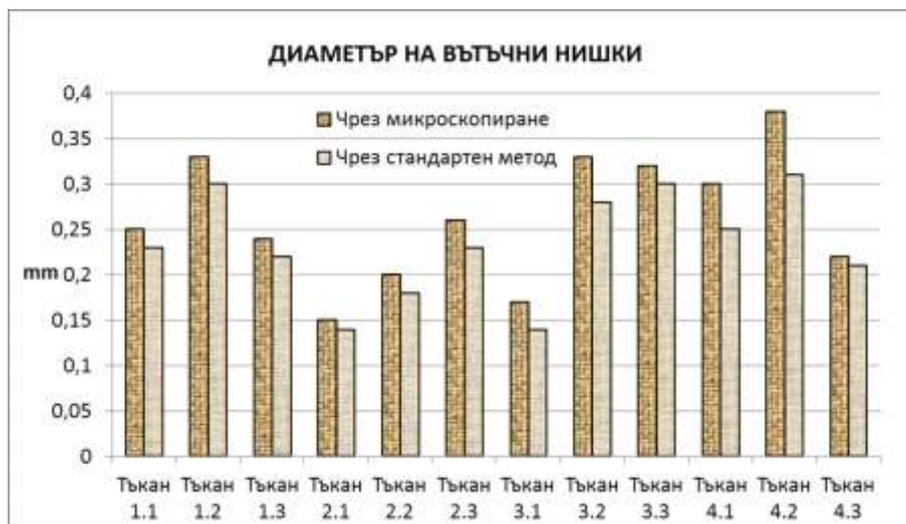
Числено разликите са оценени чрез изчислените относителни отклонения, които са представени в **Таблица 3**.

Резултатите от изследването показват, че средното отклонение в измерените по двата методи диаметри на основните нишки е 9,2%, а

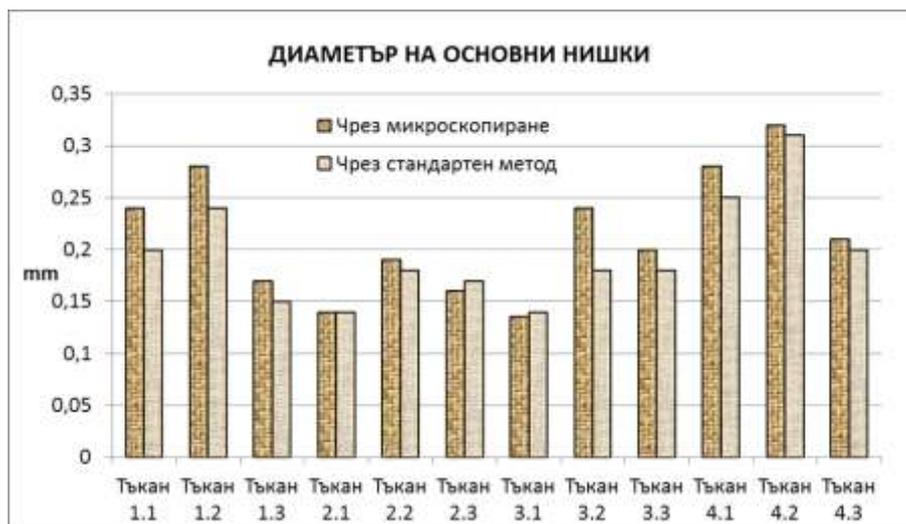
отклоненията са в границите от -3,6 до 33,3%. За вътъчните нишки средното отклонение е 12,7%, а отделните стойности са между 4,8 и 22,6%. Очаквано, измерените чрез микроскопиране диаметри са по-големи от определените чрез измерване на дължината и масата на нишките линейни плътности, преизчислени в диаметри. Причината е деформацията на нишките при огъване, съпроводено с увеличаване на напречните им размери в равнината на тъканта.

По-малките отклонения в диаметрите на основните нишки (9,2%), спрямо тези при вътъчните (12,5%), са следствие от по-плътната

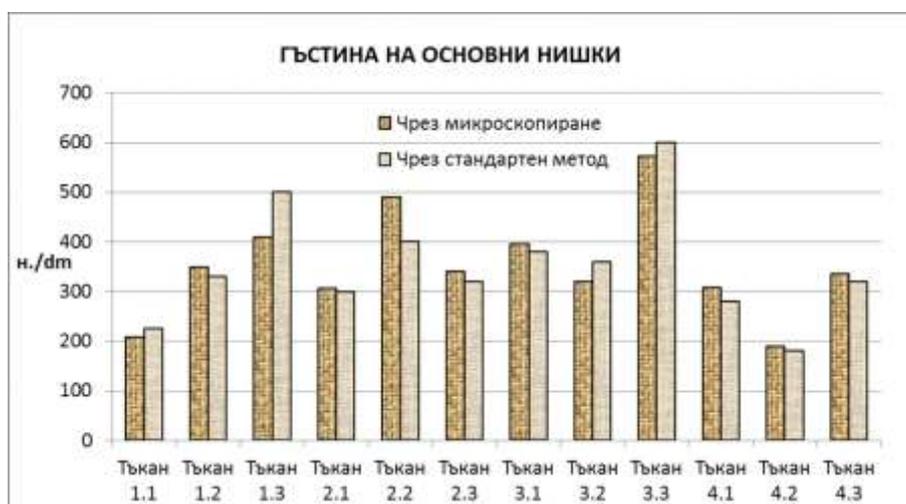
структура на основните нишки, резултат от по-високата интензивност на усукване и по-малката им завласеност.



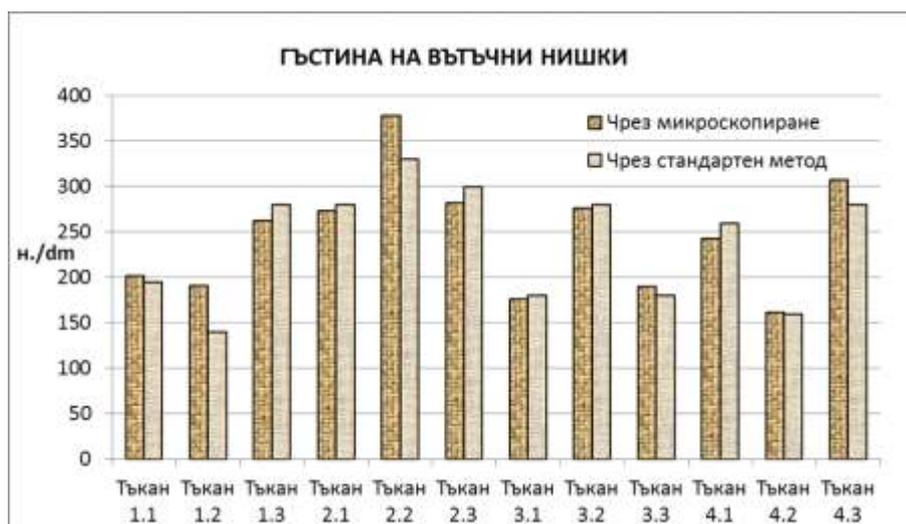
Фигура 2 Съпоставка на диаметрите на основните нишки, определени по двата метода



Фигура 3 Съпоставка на диаметрите на вътъчните нишки, определени по двата метода



Фигура 4 Съпоставка на гъстините на основните нишки, определени по двата метода



Фигура 5 Съпоставка на гъстините на вътъчните нишки, определени по двата метода

По отношение на гъстината на нишките, разликите, които се получават при прилагането на двата метода, са значително по-малки, тъй като са породени единствено от субективното определяне на осите на нишките. Тук отклоненията са разнородни и са значително по-малки

(средно 1,5%) при определяне на гъстината на основните нишки, спрямо тази на вътъчните нишки (средно 4%). Причината е по принцип по-голямата равномерност на разполагане на основните нишки при сноване спрямо вътъкополагането при тъкане.

Таблица 2  
Резултати от микроскопските изследвания

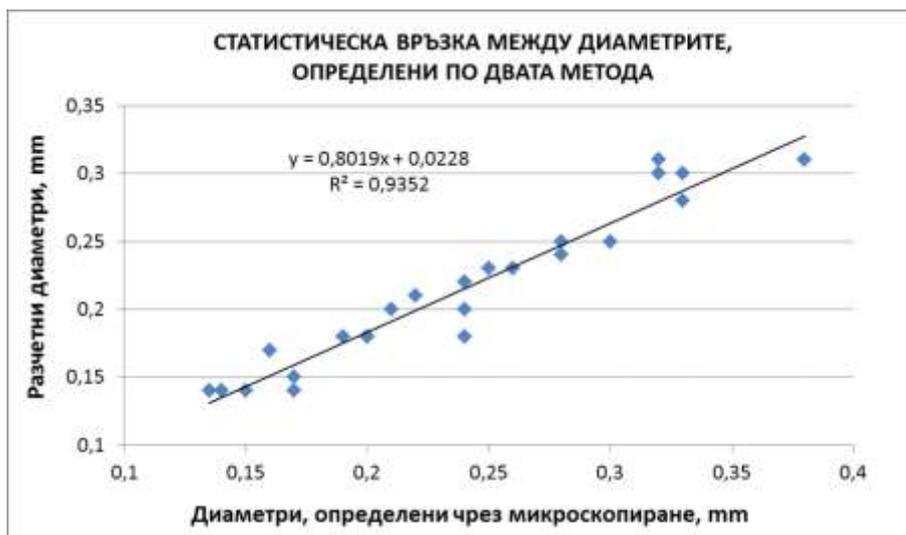
Характеристика	Относително отклонение на диаметъра на основните нишки, %	Относително отклонение на диаметъра на вътъчните нишки, %	Относително отклонение в гъстината на основните нишки, %	Относително отклонение в гъстината на вътъчните нишки, %
Тъкан 1.1	20,0	8,7	-8,0	3,6
Тъкан 1.2	16,7	10,0	5,5	37,1
Тъкан 1.3	13,3	9,1	-18,4	-6,4
Тъкан 2.1	0,0	7,1	2,3	-2,5
Тъкан 2.2	5,6	11,1	22,5	14,8
Тъкан 2.3	-5,9	13,0	6,3	-6,0
Тъкан 3.1	-3,6	21,4	3,9	-1,7
Тъкан 3.2	33,3	17,9	-11,0	-1,1
Тъкан 3.3	11,1	6,7	-4,8	5,6
Тъкан 4.1	12,0	20,0	10,0	-6,5
Тъкан 4.2	3,2	22,6	5,0	1,3
Тъкан 4.3	5,0	4,8	4,4	10,0
Средно	9,2	12,7	1,5	4,0

Потърсени са корелационни и регресионни зависимости между измерените по двата метода показателя - диаметър на нишката (*Фигура 6*) и гъстина на нишките (*Фигура 7*).

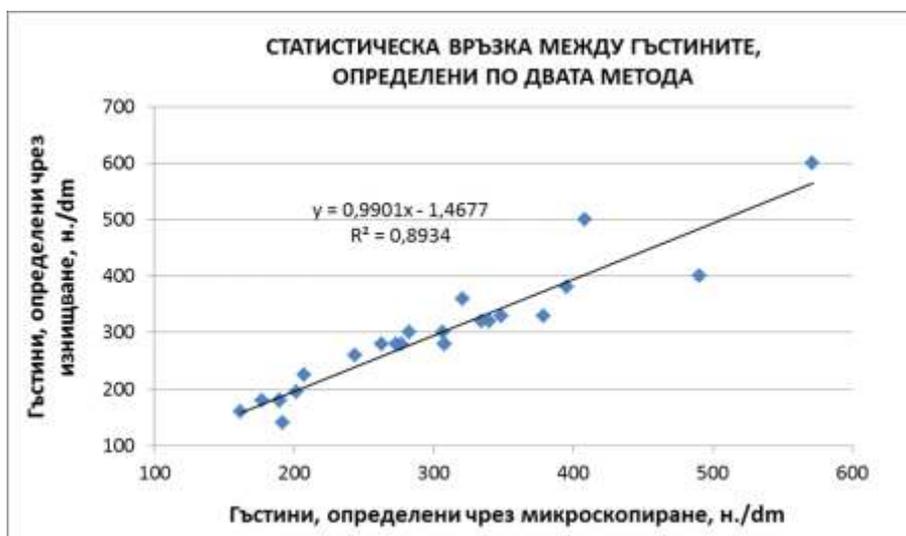
Резултатите показват наличието на много силна линейна зависимост между показателите, определени по двата метода. Линейният корелационен коефициент, даващ връзката по отношение на диаметрите на нишките, е  $R =$

0,97, а по отношение на гъстините -  $R = 0,95$ .

Тези стойности позволяват да се изведат линейни уравнения от вида  $y = a.x + b$  за преизчисляване на диаметрите и гъстините, определени чрез микроскопиране в диаметри и гъстини, определени по класическите методи. Зависимостите са показани на *Фигура 6* и *Фигура 7*.



*Фигура 6* Корелационна и регресионна зависимост между резултатите за диаметри на нишките, получени по двата метода



*Фигура 7* Корелационна и регресионна зависимост между резултатите за гъстини на нишките, получени по двата метода

Проверката по отношение влиянието на вида на материала върху големината на разликите в средните стойности на показателите, получени по двата метода, не показва наличие на зависимост. Видът на материала

оказва доказано влияние върху разсейването на резултатите и респ. върху големината на извадката, която трябва да бъде направена за получаване на желана точност, което е показано в друго изследване на авторите [12].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извършено е сравнително изследване, което прави анализ на разликите, които се получават при определяне на диаметрите и гъстините на нишките чрез разрушителен и неразрушителен анализ.

По отношение на диаметрите е установено, че при неразрушителен анализ чрез микроскопиране се получават по-високи стойности на диаметрите средно с 11%. Поради по-високата интензивност на усукване и по-голямата компактност, отклоненията са по-ниски при основните нишки (9,2%) и по-високи - при вътъчните (12,7%). Налице е силна статистическа зависимост между диаметрите, определени по двата метода ( $R = 0,97$ ), поради което е изведено и регресионно уравнение за преизчисляване на резултатите.

За определяне на гъстините на нишките чрез микроскопиране са измерени разстоянията между осите, които се преизчислени в гъстини - брой нишки на 10 cm. При това измерване отклоненията спрямо стандартния метод с изнищване са значително по-малки, съотв. 1,5% при гъстините на основните и 4% при гъстините на вътъчните нишки. Отново е установена силна статистическа връзка ( $R = 0,95$ ) и съотв. е изведено регресионно уравнение за преизчисляване на резултатите.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] БДС EN 1049-2:2002 Текстил. Тъкани платове. Конструкция. Методи за анализ. Част 2: Определяне броя на нишките на единица дължина (ISO 7211-2:1984).
- [2] ISO 7211-5:1984 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 5: Determination of linear density of yarn removed from fabric.
- [3] Angelova, R.A., Determination of the pore size of woven structures through image analysis, Central European Journal of Engineering, Vol. 2 (2012), Iss. 1, pp. 129-135.
- [4] Nikolov N., D. Germanova-Krasteva, G. Kandzhikova. Development of a 3D Model of Terry Fabric, International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 24 (2012), Iss. 4, pp. 237-250.
- [5] Николов Н., Д. Германова-Кръстева. Метод за компютърно моделиране на поведението на хавлиени тъкани при компресия, Общотекстилна конференция 2014 "Иновации в текстила и облеклото", Сборник доклади, том I, стр. 142-157.
- [6] Nikolov N., D. Germanova-Krasteva, Some Problems in Simulation Modeling of Terry Fabrics, Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology, Vol. 1 (2014), Iss. 5, pp. 348-363.
- [7] Afrashteh S. et al., Geometrical parameters of yarn cross-section in plain woven fabric, Indian Journal of Fibre & Textile Research, Vol. 38, June 2013, pp. 126-131.
- [8] Chang S.H. et al., Microscopic investigation of tow geometry of a dry satin weave fabric during deformation, Composites Science and Technology, Vol. 63 (2003), Iss. 1, pp. 99-111.
- [9] Митова Б., Д. Германова-Кръстева. Ръководство за лабораторни упражнения по текстилни изпитвания, Печатна база на ТУ-София, 1995.
- [10] Германова-Кръстева Д., Учебник по Текстилни изпитвания и анализ, Издателство на Технически университет-София, С., 2012.
- [11] БДС EN 12127:2000 Материали текстилни. Платове. Определяне масата на единица площ, чрез използване на малки проби.
- [12] Германова-Кръстева Д., Р. Стефанова. Определяне на обема на извадката при измерване на геометричните характеристики на нишки и тъкани чрез микроскопиране, XXIII Научна конференция с международно участие ЕМФ 2018, Созопол, 17.09-21.09.2018, Сборник доклади, том II, стр. 357-365.

# КОЛАГЕН И КЕРАТИН - ОТПАДНИ ПРОДУКТИ ОТ КОЖАРСКОТО И ТЕКСТИЛНО ПРОИЗВОДСТВО И НАЧИНИ ЗА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕТО ИМ

**Дарина ЖЕЛЕВА, Маргарита КОЛЕВА**  
ХТМУ, Технологичен дизайн на текстила и кожите,  
e-mail: darinajeleva@abv.bg

## COLLAGEN AND KERATIN - WASTE PRODUCTS FROM LEATHER AND TEXTILE PRODUCTION AND METHODS FOR THEIR UTILIZATION

**Darina ZHELEVA, Margarita KOLEVA**  
UCTM, Technological Design of the Textile and the Leathers  
e-mail: darinajeleva@abv.bg

### ABSTRACT

*The production of leather and leather goods is the world's largest industrial sector, which uses by-products. It processes the potential meat waste into high quality consumer goods. But at the same time, the leather industry is one of the most intense pollutants of the environment, releasing: carrion (decomposing subcutaneous tissue), leather, hair, soluble proteins, fats, chemicals. The textile industry also generates a significant amount of hair waste during the production and processing of wool. The leather and hair waste contains valuable raw materials: collagen and keratin.*

*Every year, biomass over 50 billion t collagen is accumulated in the world, and only ~ 4 million t are used. Also, keratin waste exists in abundance, i.e. these are waste from the leather and textile industries, from slaughterhouses, poultry farms, etc., estimated at 5 million t globally.*

*Collagen and keratin isolated from leather and textile waste are applied in the following areas:*

- 1) obtaining new materials for the leather industry;*
- 2) in food processing and other industries (paper, furniture);*
- 3) in agriculture as organic fertilizer components and feed mixtures;*
- 4) application in cosmetics, pharmacy;*
- 5) in medicine such as collagen and keratin biomaterials.*

*The main methods for processing of collagen- or keratin-containing waste include various types of hydrolysis: alkaline, acidic and enzymatic, but enzymatic processing of collagen containing raw materials is the most environmentally friendly.*

*The keratin hydrolysis is accompanied by a number of difficulties due to the nonreactivity and resistance of keratin. Nevertheless there is a progress in the extraction of keratin products and their use as biomaterials. Experimental we also have obtained keratin hydrolyzates from goat hair and sheep wool using various reducing agents and various reaction conditions. Optimizing hydrolysis procedure is of great importance to environmental protection and to receive energy-saving technologies in this field.*

**Keywords:** collagen, keratin, hydrolyzates, biocomposites

## УВОД

Кожата, като продукт на бита, е сред основните суровини в ранното човешко развитие. През вековете човечеството постепенно усвоява подбора, консервирането, обработката и конфекциониранието на естествените кожи. В процеса на усъвършенстване на технологиите за постигане на високо качество и ефективност се нарушава екологичното равновесие в природата. Кожарската промишленост е един от най-интензивните замърсители на околната среда.



Говеждите, овчите, козите и свински кожи съставляват почти 100% от световното кожарско производство. През 2012 г. е произведено следното количество кожа от различните суровини [1]:

**Таблица 1**

Обработени сурови кожарски кожи през 2012 г.

Видове кожи	Тона сурови кожи на година, осолено тегло
Говежди кожи	6 262 800
Овчи и кози кожи	1 177 200
Свински кожи - приблизителна оценка	900 000
Общо	8 340 000

Известно е, че само 20-25% от суровата кожа преминават през всички процеси на преработка включващи различни химични реагенти и се превръща в обработена кожа, продукт на кожарската промишленост. От използваните през 2012 г. в кожарското производство 8,5 Mt (мегатона) осолени кожи и приблизително 4,5 Mt химикали, значителна част попадат в отпадъчните води. При обработването на 1 t сурови кожи се отделят 50 m<sup>3</sup> течни и 800 kg твърди отпадъци. Подходът за управление е търсене на новаторски методи и начини за създаване на нови материали за промишлеността и бита от отпадъчните продукти.

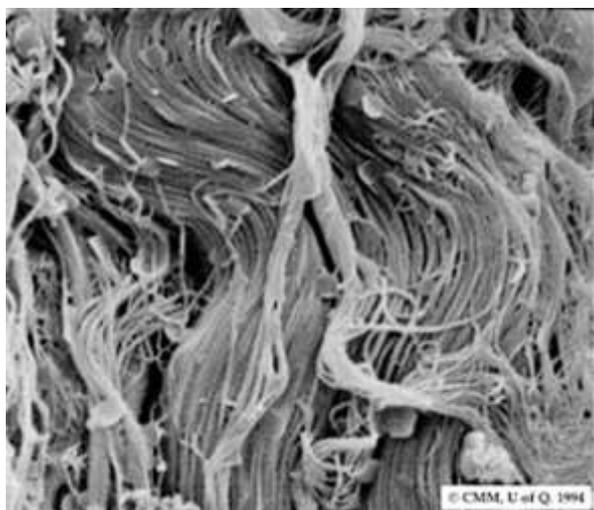
В групата на органичните вещества, които участват в състава на суровата кожа, се включват различни видове белтъци, липиди и въглехидрати. От основните класове белтъци (колаген, кератин, еластин, ретикулин, гликопротеини, албумини и глобулини), колагенът съставлява около 98% от състава на органичната материя и се намира в кожната тъкан. В кожарските отпадъци колагенът присъства в най-голямо количество и те могат да бъдат използвани като източник на тази ценна суровина. Получаването и използването също и на кератинови хидролизати от отпадни продукти от различни промишлености е актуален проблем и много изследователи имат разработки в областта.

Целта на настоящото изследване е да се анализират възможности за преработване на колаген- и кератинсъдържащи отпадъци от кожарското и текстилно производство и възможности за приложението им в различни области: медицина, фармация, козметика, селско стопанство, повторна употреба в кожарската индустрия и др.

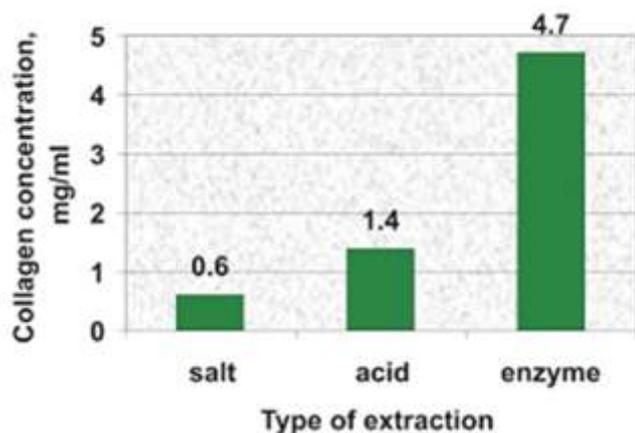
### 1. Колагенови отпадъци

Колагеновите отпадъци включват месните отпадъци (~60%), сурови обрезки, варови обрезки и остатъци от цепенето, хромсъдържащи кожарски отпадъци, получени след процеса дъбене (фалцови стружки, изрезки, парченца, кожен прах и т.н.). Дори изолиран от колагенсъдържащи материали, колагенът запазва химичните си свойства и структура, близки до тези на нативния. Поради тази причина се правят опити негови деривати, композити и модифицирани форми да бъдат приспособени за различни цели. Колагенът може да бъде

изолиран чрез различни видове екстракция: с неутрални соли; киселини; основи; с ензимни разтвори; и комбинирани методи. Количеството на получения разтворим колаген е най-високо при ензимната екстракция (*Фигура 2*).



*Фигура 1* SEM на колагенова структура



*Фигура 2* Количество екстрахиран разтворим колаген получен чрез различни методи на екстракция

### **1.1. Приложение като нови материали в кожарската промишленост**

В кожарската промишленост една от възможностите за употреба на колагена е като дъбещ агент [2]. Резултатите показват, че кожи обработени с модифициран протеинсъдържащ материал са по-пластични от тези, при които е използван чист формалдехид. Изследван е модифициран дъбилен материал на колагенова основа и хром и алуминий. Готовите кожи са с добри физикомеханични свойства, меки и с устойчиво багрене. Това води и до намаляване на хромовите соли в отпадъчните води.

Модифицирани колагенови отпадъци се използват и за получаване на додъбващи, пълнещи материали, също и като продукти за апретура на кожарски кожи. Най-често модификациите са с полиуретани, акрилова киселина и етилортосиликат, силоксан и акрилов естер.

### **1.2. Приложение в хранителната промишленост**

Използването на колагеновите хидролизати в хранителната промишленост е под формата на желатин и като добавки в храни за животни. Високото съдържание на аминокиселини е най-важната предпоставка за това. Сред колагеновите отпадъци се открояват основно варосаните кожарски отпадъци, както и тези от суровите кожи, защото при тях свързването на химикали е по-слабо в сравнение с това на отпадъците, получени след дъбене и финиширане. От отпадъците, които не са подлагани на дъбене, се използват за получаването на желатин или лепило [3]. В някои държави-членки на ЕС тези отпадъци се преработват и прилагат като обвивки за колбаси.

### **1.3. Използване в селското стопанство**

Използването на колагеновите отпадъци като компост и висококачествен органичен тор също е една от възможностите за употребата им [3].

### **1.4. Употреба в други промишлености (хартиена, мебелна, каучукова и др.)**

Лепилата (туткал) от колагенови хидролизати създават лепилни шевове с висока якост, гъвкавост и здравина при материали като хартия и дърво. Поради добрите функционални характеристики колагеновите хидролизати се използват и като пълнещи агенти в хартиената промишленост [4].

В изследване са представени кондензационни лепила на база карбамид-формалдехид и фенолформалдехид, модифицирани с протеинови хидролизати. Изследванията потвърждават значително намаляване на формалдехидните емисии от дървените панели, увеличаване на водоустойчивостта на залепените материали [5].

Нова генерация от еластомери, съдържащи като пълнители нови биополимери, е друг подход за използване на колагеновите отпадъци.

### **1.5. Приложение в козметиката, фармацевцията и в медицината като биоматериали**

Биоматериалите като заместители на човешката кожа са сред първите примери в тъканното инженерство (например временни превръзки при хронични рани). Колагенът широко се използва под формата на хидрогел при третиране на рани, като заместител на кръвната плазма в разтвори, за подготовка на клетъчни култури, в козметични продукти, лекарства, тъй като има висока биологична съвместимост с човешката кожа. Добрите възможности на тези колагенови материали е да подпомагат възстановяването на кожата чрез създаване на подходяща среда. Високото съдържание на хидрофилни групи и аминокиселини в неговата структура ускорява метаболизма на кожната тъкан и се постига много добро хидратиране, също проявява и ефект на запълване на кожата при елиминиране на бръчки. Това го прави изключително търсен компонент в козметичната индустрия [6]. Основен недостатък на колагена са лошите му физико-механични показатели, поради това се подлага на различни модификации.

До 70<sup>-те</sup> години на ХХ в. допълнителната обработка на хромсъдържащите кожарски отпадъци не е била задължителна. В резултат на това тези отпадъци са складирани и депонирани, а само малка част от тях е била използвана след обработване за получаване на материали за строителството, за ходила и влакнеста хартия. Между 70<sup>-те</sup> и 90<sup>-те</sup> година на ХХ в. се разработват различни методи за допълнителна обработка на тези отпадъци и извличането на ценните съставки от тях. Целта е използването им като суровини в други производства - хранително-вкусова, фотография, торове, козметика. В този период алкалната хидролиза е извършвана с използването на  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  или  $\text{NaOH}$ . Киселинната и ензимната хидролиза са използвани за извличане и изолиране на свободен хром от белтъчните фракции. При пероксидното окисление на кожарски отпадъци могат да се извличат колагенови влакна и  $\text{Cr}(\text{VI})$ . За съжаление при всички изброени процеси като страничен продукт се образува канцерогенния  $\text{Cr}(\text{VI})$  в различни количества. Това от своя страна изисква използването на допълнителни процеси за неговото неутрализиране. Те оскъпяват в значителна степен основния

продукт на производството - обработената кожа. Знае се, че извличането на хрома, колкото и да е пълно, никога не е цялостно. Също така честите хидролизи повишават разграждането на колагена до все по-нисши структури. Те от своя страна преминават в разтвора и образуват съединения с  $\text{Cr}(\text{VI})$  [7].

През последните години особено внимание се обръща на възможно по-пълното усвояване или разграждане на хромсъдържащите кожарски отпадъци. Обработването на тези отпадъци с ензими има своите предимства и недостатъци. Комбинирането на различни видове хидролитични ензими - протеази, карбохидрази, липази е дори препоръчително за по-пълното почистване и усвояване на отпадъците. Съществен недостатък на ензимното третиране е неговата цена и въпреки доста високите добиви все пак остава минимално количество отпадък под формата на утайка или разтвор.

Получаване на хромов хидролизат от хромови стружки, отделяне на хрома чрез хидролиза (алкална, киселинна, ензимна), пречистването му и използване след това за органичен тор, добавки в храни за животни, биокомпозити и наноматериали изследват индийски учени [8].

През 80<sup>-те</sup> години на ХХ в. колагенът става основно използваната биомолекула в много медицински направления [9]. Поради своите ценни биологични качества: биосъвместимост, биоразградимост, които са добре изучени, през последните десетилетия към него се проявява нарастващ научен интерес и по-специално в областта на костно имплантната хирургия.

Непосредственото използване на колагенови материали за медицински цели, например: биопротези, импланти, хемостатични гъби, носители на лекарствени вещества водят до тяхното бързо разпадане [10]. За да може да се използва колагена като клиничен материал, трябва да се намалят до минимум антигенните му свойства. Методите за постигане на тази цел са насочени към създаване на нови, допълнителни връзки между колагеновите молекули, т.е. към модификация, чрез която да се получи здрава и гъвкава структура с определени физико-механични свойства.

Разтворимостта на колагена в оцетна киселина осигурява възможност за смесването му с други водоразтворими полимери. Има многобройни изследвания относно

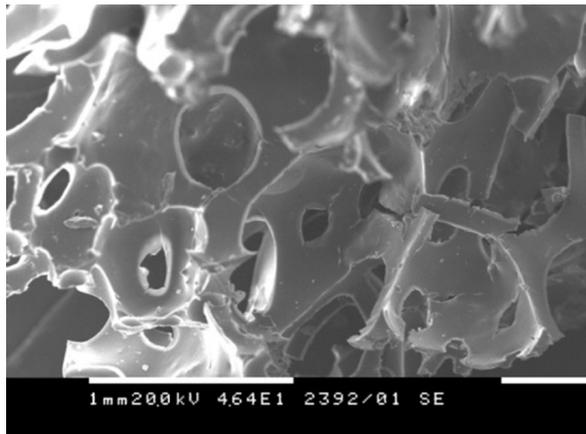
съвместимостта на колагена със синтетични полимери и с други естествени полимери, както и за самостоятелното му приложение като биомедицински материали [11,12]. Детайлно са изследвани в медицинската практика биокомпозити на база колаген и водоразтворими синтетични полимери, а именно: поливинилпиролон (PVP); поливинилалкохол (PVA); полиетиленгликол (PEG); полиетиленоксид (PEO). Други използвани синтетични полимери са: полиуретани (PU); полигликолова-(PGA), полимлечна киселина (PLA), поли(DL-лактид-съгликолид)- PLGA. Композитните материали могат да бъдат изготвени във вид на тънки филми, хидрогелове или гъби.

Композити на база колаген и полиуретан, съчетаващи предимствата на природния и синтетичния материал, се използват като биоматериали за тъканното инженерство, медицината: доставка на лекарствени препарати и др. Разработена е гъвкава, биоразградима порьозна структура за трансплантация на клетки под формата на композитен материал на база биорагадим поли (естеруретан) карбамид и колаген тип I [13].

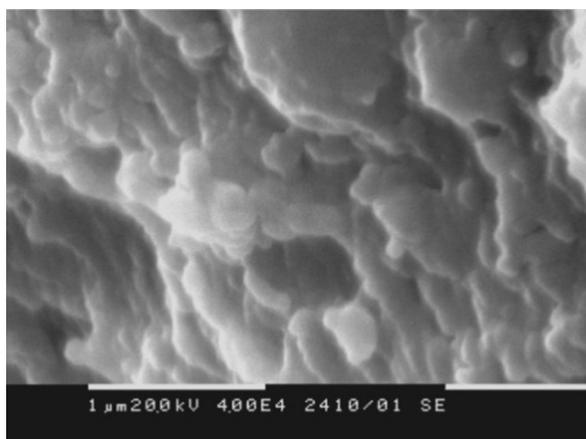
Изследван е синтезът и свойствата на микропорест композит на база полиуретан и колаген (0-15 wt.%) [12]. Получените двуфазни структури се характеризират с изключителни механични свойства, пори с необходимите размери и биосъвместимост, които са важни показатели за биомедицинско приложение.

Успешно са получени нановлакна на база колаген и функционализиран термопластичен полиуретан (TPU/колаген) чрез техника на електроовлажняване [14].

Проведеното от нас изследване е на биокомпозити на база полиуретан и колаген в количество (5 и 10 wt. %). Появата на водородни връзки между колагена и полиуретановите макромолекули е показател за заздравяване или омрежване на структурата на композита. Порите са взаимосвързани в скелетната структура (Фигура 3). SEM изображението на Фигура 4 показва отлагане на агломерати от хидроксилапатит със сферични размери при *in vitro* изследванията [15,16].



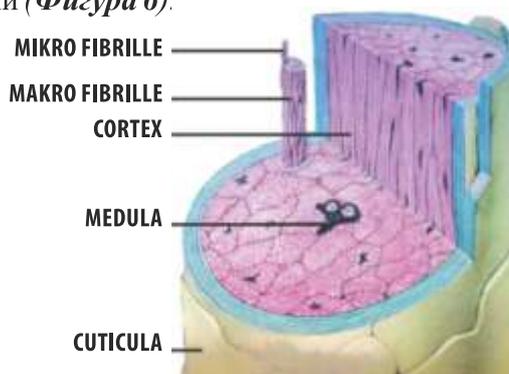
Фигура 3 SEM на композити PU/Coll



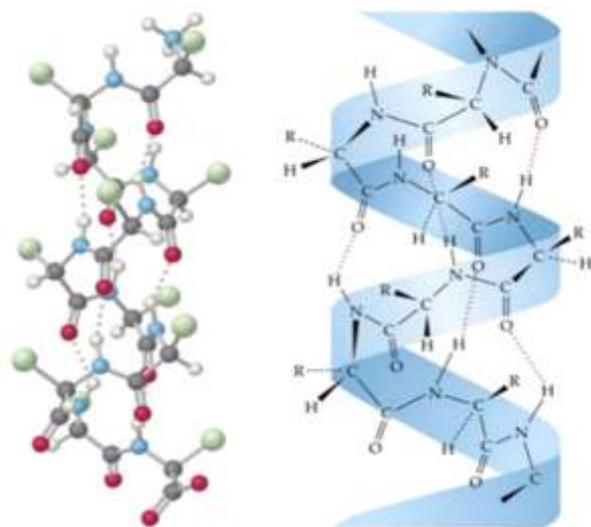
Фигура 4 SEM на PU/Coll след 7 дни в 1.5SBF

### 1. Кератинови отпадъци

Роговото вещество в животинските организми е изградено почти изцяло от белтъка кератин. Той участва в състава на космите, вълната, рогата, ноктите, перата, копитата и роговия слой на епидермиса. Косменият кератин съдържа по-голямо количество цистиинови остатъци в неспираловидните си участъци, което води до стабилни структури чрез образуване на междумолекулни дисулфидни връзки (Фигура 6).



Фигура 5 Строеж на косъма



Фигура 6 Строеж на веригите на  $\beta$ -кератина

Кератиновите отпадъци съществуват в изобилие, т.е. това са отпадъците от птицеферми, кланици, кожухарската и текстилната промишленост, изчислени на 5 млн. тона годишно в световен мащаб. Вълната, например съдържа до 95% чист кератин, който може да бъде използван. Но за съжаление малка част от тези отпадъци биват оползотворени, а останалата част представляват опасност за околната среда [17].

Новите технологии със запазване целостта на отделената косъмна покривка генерират нов твърд отпадък. В процеса на обезкосмяване със запазване на косъма е възможно да се възстанови косъмната покривка до 10% (с влагосъдържание до 70-75%) от теглото на солените говежди кожи. Отчитайки например, че Аржентинската кожарска промишленост средно обработва 30 000 тона кожи на ден, около 100 тона е отпадъка от мократа косъмна покривка, което ни позволява да оценим колко голям е проблема. От друга страна отпадъкът е протеин, който заслужава специално внимание с възможност да бъде използван за различни цели [18].

Съществуват две основни различни алтернативи, групирани в такива със запазени фибрилярни свойства на косъмната покривка и такива използващи хидролизни продукти, където кератиновите отпадъци се подлагат на химична, термична или биологична хидролиза [19]. Изборът на метод за хидролиза зависи от приложението на крайния продукт.

### 2.1. Приложение на кератина в селското стопанство

Едно от приложенията на кератиновите отпадъци (с или без хидролиза), което е много атрактивно като опит за повишаване на стойността на отпадъка, е използването им като компост.

Продукти за торене са използвани с търговска цел за органично производство, произведени от различни фирми. Те са получени чрез частична хидролиза на косъма [20]. Тореният продукт съдържа: 10% органичен азот, 38% органичен въглерод, 13% хумусна киселина, 11% друг вид киселина, 59% аминокиселини и 8% влага. Друго приложение на обработени в реактори при висока температура и налягане кератинови отпадъци е приложението им като добавка в храни за животни. Кератиновите хидролизати са изследвани като белтъчна суровина за балансиране на пилешка храна и е установено, че имат висока метаболитна енергия и са полезни като добавка.

### 2.2. Приложение на кератина в козметиката, фармацевтиката и в медицината

Най-ранната употреба на кератини за медицински цели от китайския билкар *Li Shi Zhen* датира от 16 век [17]. В неговите книги е описано вещество направено от пепел от изгорена коса, което е използвано за ускоряване зарастването на рани и съсирването на кръвта, наречено *Xue Yu Tan*, известно също като *Crinis Carbonisatus*.

През годините 1905-1935 г. са разработени много методи за хидролиза на кератини, използващи окислително-редукционни методи. Тези технологии за първи път са били прилагани при животински рога и копита, а също и за екстрахиране на кератин от вълна и човешка коса. Редица трудности съществуват по пътя на получаването на кератинови хидролизати, дължащи се на нереактивоспособността и устойчивостта на кератина. Хидролизата на пептидните връзки протича сравнително бавно в присъствие на киселини. Въпреки това през последния век се наблюдава напредък в екстрахирането, пречистването и охарактеризирането на кератинови протеини и приложението им като биоматериали.

Прилагат се методи на киселинна хидролиза за отделянето на меланин от косъма, който след това намира приложение в UV филтри, кремове, бои, шампоани.

При нашето изследване са използвани три метода на хидролиза: 1) с NaOH, 2) тиогликолова киселина и 3) в разтвор на натриев пиросулфат и карбамид. Използваните суровини са: нативен и ензимно третиран косъм от кози кожи. Разтварящата способност на трите реагента е сравнена и е показано, че NaOH има най-добро хидролизиращо действие върху дисулфидните връзки и съответно върху пептидните връзки, като предварителната ензимна обработка е улеснила тези процеси [21].

Биоматериалите на база кератин се оказват обещаващи поради характерната им биосъвместимост, биоразградимост, химична устойчивост и естествено изобилие. Кератинът от вълна е намерил подходящо приложение в козметиката и тъканното инженерство за изготвяне на скелетни структури за култивиране на клетки благодарение на химическото си подобие с човешката кожа и коса или посредством електроовлажняване с други полимери за получаване на нановлакна с приложение в различни области: от технически текстил до биомедицински артикули.

През 1982 г. японски учен публикува първото изследване за използване на кератиново покритие за съдово присаждане като начин за елиминиране съсирването на кръвта и изследва биосъвместимостта на кератина [17].

### **2.3. Кератинови биокомпозити**

Екстрахираният кератин може да бъде преработен в различни форми: порьозни пени, гъби, подложки, филми, листове, гелове, микровлакна и масивни материали. Ограничено е използването на много биоматериали от естествен произход, особено на продуктите на база кератин, поради техните лоши механични характеристики. Фокусът на изследванията се измества към оптимизирането на физико-механичните показатели и запазването на отличната им биологична активност [9]. Разгледани са няколко подхода за контролиране на физичните и биологичните свойства, включително добавянето на естествени и синтетични полимери към кератиновите смеси и прилагането на нови препаративни техники за получаването на чисти кератинови филми.

Проведени са изследвания с цел повишаване на механичните свойства на глицерол-съдържащите кератинови филми чрез добавяне на хитозан или кератин. Тези композитни филми

показват, че имат засилване на анти тромбогеницитните свойства и увеличаване на биосъвместимостта в сравнение с фиброина или самия кератин.

Прилагат се различни методи за обработка на кератина със синтетични или естествени полимери с цел повишаване на преработваемостта му във влакнообразуващи материали. Синтезирани са материали на база кератин/РЕО (полиетилен оксид) чрез смесване на воден разтвор на кератин и прахообразен РЕО и полученият материал показва добри механични свойства.

Изследвани са междумолекулните взаимодействия между кератин и полиамид 6 (РА6) с цел създаване на кератинови материали с широк спектър на приложение: от биомедицински устройства до активни филтри за вода и като текстилни влакна.

Като природен протеин кератинът от вълна е използван за подобряване на афинитета на клетките като композит с поли(L-млечната киселина) (PLLA). Установено е, че кератинът подпомага взаимодействията между остеобластните клетки и полимерната порьозна структура.

Разработени са мокро-предачни техники за произвеждане на нови влакнести кератинови материали, които имат потенциално приложение като хигиенни изделия [22]. Синтезирани са композити на база кератин, екстрахиран от птичи пера и био-модифицирана целулоза. Получени са биовлакна с по-добри сорбционни свойства, с по-висока хигроскопичност и по-малък ъгъл на омокряне, отколкото целулозните влакна.

Изследвана е възможността за приложение на порьозна мембрана на база пенополиуретан/кератин за отстраняване на шествалентен хром [23]. Кератинът създава активните места за биоабсорбцията на Cr(VI) и полиуретана играе важна роля в подпомагането на протеина.

Получени са влакна от водни разтвори на кератин в съчетание с поливинилалкохол (PVA). PVA увеличава вискозитета, което позволява предене на влакната с вариране съдържанието на кератина от 13-46%. Тази комбинация от кератин и PVA се оказва добра от гледна точка на механичната якост, водоустойчивостта, както и адсорбцията на токсичните вещества и може да намери приложение като абсорбент на токсични вещества, йони на

тежки метали и на токсичния газ от формалдехида.

#### 2.4. Други приложения на кератина

Кератиновият хидролизат се използва като додъбващ агент при различни кожи.

В развитите страни има индустриални предприятия за производство на биогаз от анаеробна ферментация на смес от отпадъчна косъмна покривка, животински кости и екстреманти в биореактори. Биогазът, който се произвежда генерира електричество, докато твърдият материал се използва за тор. Основният недостатък е, че са нужни големи обеми от други органични отпадъци, които не са лесно достъпни [24].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направено детайлно литературно проучване изпъква един много важен проблем, а именно натрупването на огромната отпадъчна биомаса от кожарското и текстилно производство на фона и на останалите замърсители на околната среда. От тук следва да се търсят начини за решаването на възникналите екологични проблеми. Едни от начините са максималното оползотворяване на суровата кожа, рециклирането на твърдите отпадъци, получени в процеса на обработката ѝ, използването на тези отпадъци като източници на енергия. Друга алтернатива е получаването на нови колагенови или кератинови материали от твърдите кожарски и вълнените и космени отпадъци с приложение в: медицината под формата на самостоятелни колагенови и кератинови биоматериали или като композитни материали на базата на колаген или кератин в съчетание с други естествени или синтетични полимери; във фармацията (колагенови и кератинови лекарствени препарати, добавки, носители на лекарства); в козметиката (кремове, филтри, шампоани); селското стопанство (торове и добавки за животински храни); хранително-вкусовата (желатин) и в други промишлености.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] FAO. World Statistical Compendium for Raw Hides and Skins, Leather and Leather Footwear 1993-2012, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2013, 98-146
- [2] Kunyu Wang, Zh. Pan, Preparation and application of protein tanning agent, *Leather science and Engineering*, 2001, 11(3), 12-17, 22
- [3] Khalid, A., Arshad, M., Anjum, M. et. al., *Waste manage*, 2011, 31, 1737-1744
- [4] Jan Matyasovsky, Jan Sedliacik, Igor Novak et.al., *JALCA*, 2016, 111(6), 365
- [5] Rubina Chaudhary and Anupana Pati, *JALCA*, 2016, 111(1)10
- [6] Dongying Chen, *Collagen and Cosmetics, J. Flavour, Fragrance, Cosmetics*, 2016, 18-19
- [7] Wei Ding, Xuepin Liao, Wenhua Zhang, *JSLTC*, 2015, 3, 129
- [8] Venkatasubramania Sivakumar, T. R. Swathi, et.al., *JALCA*, 2015, 110(12)
- [9] B.D.Rather, A.S.Hoffman, F.J. Shoen, J.Lemons, *Biomaterials science – An Introduction to Materials in Medicine*, 1996, USA ISBN: 0-12-582460-2
- [10] M.Popescu, C.Vasile, D.Macocineschi, *Inter. J. of Biological Macromolecules*, 2010, 47, 646-653
- [11] E.Jabbari, M. Khakpour, *Biomaterials* 21(2000), 2073-2079
- [12] S. Oprea, J., *Composite Materials*, 44, 18, 2010
- [13] Jianjun G., John Stnakus, W.Wagner, *Cell Transplant.*, 2006 (15), S17-S27
- [14] Sarawathy G., S. Pal, C.Rose, T.Sastry, *Bull. Mater. Sci.*, 24, 4, 2001, 415-420
- [15] L. Radev, D. Zheleva, I. Mihailova, *In vitro Bioactivity of Polyurethane/ 85S Bioglass Composite Scaffolds*, *Central European Journal of Chemistry*, 11(9), 2013, 1439-1446
- [16] D.Zheleva, *Comparative analyses of keratin biocomposites with composites based on collagen*, *Bulgarian Chemical Communication*, 2015, Vol.47, p.10-15
- [17] Rouse J., Van Dyke M., *Meterial J.*, 2010, 3, A *Review of Keratin-Based Materials for Biomedical Applications*, 999-1014
- [18] M. I. Lorenzo, M. Turco, C. Parra, (CEPROCOR, Cordoba, Argentina/Units, *AQEIC*, 2015, 66(4), 79
- [19] Morera, J.M., Bacardit, A., *Minimization of the environment impact in the unhairing*, *Chemosphere*, 2008, 72(11), 1681-1686
- [20] Valeika, V., Beleska K., et.al., *J.Clener Production*, 2009, 17 (2), 214-221
- [21] D. Zheleva, M. Koleva, S. Stoeva, *Получаване и анализ на кератинови хидролизати от косъмната покривка на кози кожи*, *Текстил и облекло*, 4, 2018, 133-140
- [22] Wrzesniewska-Tosik K., Wawro D., *Novel composites with feather keratin*, *Fibres Text. Eur.J.*, 2007, 15, 157
- [23] Saucedo-Rivalcoba V., Martinez A., *Removal of hexavalent chromium from water by Polyurethane-keratin hybrid membranes*, *Water Air Soil Pollut. J.*, 2011, 218:557-571
- [24] G. P. S. Priebe and M. Gutterres, *JALCA*, 2017, 112 (2), 59

## ТЕКСТИЛ И УСТОЙЧИВИ МОДЕЛИ В ДИЗАЙНА ЗА ДЕТСКА СРЕДА

**Иванка ДОБРЕВА-ДРАГОСТИНОВА**

Нов български университет, Департамент "Дизайн"

e-mail: iva\_d\_d@abv.bg

### РЕЗЮМЕ

*От векове насам текстилът е един от най-предпочитаните материали при изграждането на среда за деца. С разнообразието от технологични възможности за производство на текстилни материали и тяхното багрение, с богатството на методи за конструиране и изработка на текстилните изделия, със средствата за осъществяване на разнообразни като формоизграждане и пластика обемнопространствени структури, текстилът се е наложил като един от най-приложимите и разпространени материали във веществената среда за деца от всички възрастови групи. Многообразието от възможности за въздействие посредством структура, форма, цвят, десен, тактилни усещания е извънредно обширно като обхват. Освен това текстилните материали дават предпоставки за пълноценно отразяване на нуждите на децата от изграждане на среда безопасна и щадяща тяхното здраве, възприятия и психика.*

*След период на масово навлизане в индустриалното текстилно производство на синтетичните материали и изкуствените багрила, сега тенденциите са насочени към възраждане на материалите с естествен произход. Все по-категорични стават и търсенията в областта на суровини и технологии, обвързани с устойчиви модели на добив, проектиране, производство, потребление и оползотворяване на отпадъци.*

*Проектирането за деца е една от сферите в дизайна, в която смисълът от подчертана към устойчивост ориентация, е особено оправдан. Едва ли има друга целева група, която да може да извлече по-голяма и непосредствена полза от устойчивия дизайн както в краткосрочен, така и в дългосрочен план. Устойчивото приложение на текстила допринася не само за изграждането на благоприятна за развитието и израстването на децата среда, но и създава предпоставки за оформяне на тяхното емоционално, естетическо и поведенческо възпитание в посока на установяване на екологични и устойчиви модели.*

**Ключови думи:** текстилен дизайн, дизайн на детската среда, устойчив дизайн

## TEXTILE AND SUSTAINABLE MODELS IN THE DESIGN OF CHILDREN'S ENVIRONMENT

**Ivanka DOBREVA-DRAGOSTINOVA**

New Bulgarian University, Department of Design

e-mail: iva\_d\_d@abv.bg

### ABSTRACT

*For centuries, textile is one of the most preferred materials when it comes to the making of children's environment. There is a variety of technological possibilities for manufacturing of textile materials and their coloring. Textile has become one of the most applicable and distributed materials in the physical environment for children of all ages with its various methods of construction and fabrication of textile products as well as with the means for realization of multiple shaping and plastic volumetric structures. The variety of possibilities which affect through structure, shape, color, pattern and tactile sensations is with an extremely wide range. In addition, textiles provide prerequisites for complete satisfaction of children's needs by building a safe environment that is conducive to their health, perceptions and psyche.*

*After a period of mass penetration into the industrial textiles production made of synthetic fabrics and artificial dyes, now the tendencies are directed to the revival of natural origin materials. The demand for raw materials and technologies, linked to sustainable models of extraction, design, production, consumption and waste utilization, is becoming more and more explicit.*

*Designing for children is one of the areas where the aim of achieving sustainability is particularly justified. There is hardly any other target group that can derive greater and immediate benefit from sustainable design, both in the short and long term. The sustainable use of textiles contributes not only to the development of a child-friendly environment but also creates prerequisites for shaping their emotional, aesthetic and behavioral upbringing in the direction of ecologically and sustainable models establishment.*

**Key words:** *textile design, design of children's environment, sustainable design*

Текстилът отдавна се е наложил като един от най-предпочитаните материали при изграждането на среда за деца. Както в българския бит, така и в бита на различни народи и култури по света, за децата са се използвали различни текстилни изделия - от пелените, дрешките, завивките, през различните видове цедилки за носене и люлки за спане, до парцалените кукли, играчките от кърпа и топки за игра. Що се отнася до възможностите му за приложение в дизайна за облекла на децата, може да се каже, че той е вечен и незаменим. Именно заради това в тази област е подлаган и тепърва ще бъде обект на редица сериозни изследвания и разработки. Разбира се веществената среда на децата едно време е била далеч по-оскъдна от тази на днешните, но тя освен функционална и високо естетична, е била носител на сакрална символика и защитни функции.

В днешно време разнообразието от технологични възможности за производство на текстилни материи и тяхното багрение е много голямо. Това дава възможност за развиване и приложение на различни методи за конструиране и изработка на текстилните изделия. Възползвайки се от богатството на тези средства, съвременните дизайнери осъществяват разнообразни като формоизграждане и пластика обемнопространствени структури. Проектират се и се предлагат разнообразни изделия, много от моделите дават възможност, както за единично изработване и производство в лимитирани серии, така и за внедряване в по-мощно индустриално производство. Благодарение на всички тези качества, днес текстилът се е наложил като един от материалите с най-голяма популярност и разнообразни приложения във веществената среда за деца от всички възрастови групи.

Ясно се открояват предпочитанията и на дизайнерите и на потребителите към **материали с натурален произход и състав** като памук, лен, коноп, вълна, коприна, които са благоприятни за контакт с кожата на децата, имат добра естетическа стойност, спомагат за създаването на по-добър микроклимат в помещенията. След период на масово навлизане в индустриалното текстилно производство на синтетичните материи и изкуствени багрила, в последните две десетилетия тенденциите са насочени към възраждане на използването на материали с естествен произход.

Тези търсения в известен смисъл кореспондират и със стемежите за установяване на **устойчиви модели** на добив, проектиране, производство, потребление както и оползотворяване на отпадъци във всички сфери на производството. За да се гарантира устойчивост на дадена технология или материал, е необходимо да се приложи многоаспектен анализ на целия жизнен цикъл на продукта.

Използването на всички текстилни материали - естествени и изкуствени, оказва непряко въздействие върху промяната на климата вследствие на енергията, която се употребява по време на целия жизнен цикъл. Това е **вложената енергия**, която включва енергията, употребена за придобиването, обработката, производството, транспорта, разпространението, поддръжката, унищожаването и изхвърлянето на даден материал. Във всеки един от тези процеси горивото е съществена част и следователно по този начин текстилът дава своя принос за изчерпването на запасите от петрол, увеличаването на въглеродните емисии и климатичните промени. Текстилните материи с естествен произход се нуждаят от по-малко интензивна обработка и поради това имат по-ниска вложена енергия от изкуствените алтернативни продукти.

Аналогично с вложената енергия, материалите имат в себе си **вложена вода**, тъй като тя се използва в повечето етапи от техния жизнен цикъл. Количеството вода, необходимо за производството, зависи до голяма степен от конкретния материал. Като цяло естествените суровини изискват по-малко преработка и обикновено се нуждаят от по-малко вода. Изключение от това правило е памукът, тъй като за неговото производство се влага почти 3% от използваната вода в света. Водата е нужна за напояване на памуковата култура, за преработка на суровината в тъкан, за избелване, шамповане и оформяне в завършен вид на текстила. В допълнение на това торовете, пестицидите и химикалите, прилагани по време на производството, замърсяват водните течения, като попадат дори в почвените води. А известно е, че памукът се отглежда и обработва най-често за износ в страни, в които достъпът до чиста вода вече е проблематичен [3].

Друг важен момент в определянето на устойчивостта на даден материал или продукт е

възможността за **пълноценното му рециклиране**. Това е изключително важно, тъй като в съвременния свят изхвърлянето на промишлени продукти като боклук се е превърнало в норма. Така много ценни материали, вложени в тях, се изгубват или разрушават дори при рециклиране, ако тези продукти не са проектирани с идеята за оптимално или ефективно преработване. Ефективното рециклиране би могло да стане реалност, само ако предмети, продукти, опаковки, системи - всичко от самото начало се проектира с идеята, че не трябва да се превръща в боклук [1].

Основен принцип на базата, на който това е възможно да се реализира е отделянето на суровините в две основни групи. В специализираната литература те често биват определяни като биологични и технологични. За да бъде осъществено оползотворяването на **биологичните суровини**, продуктите в различните сфери на човешката дейност, включително и в текстилния дизайн, трябва да бъдат съставени от материали, които са биологично разградими и в края на живота си могат да се превръщат в храна за биологичните цикли. Използваните суровини изключват мутагени, карценогени, устойчиви токсини и други вещества, които се натрупват в природата и причиняват увреждания и мутации. Като биологичен хранителен продукт се определя материал или изделие, проектирано за връщане в биологичния цикъл с цел подхранване на микроорганизми и животни, развиващи се в почвата. Целта е да бъдат създавани продукти, които след излизане от употреба да могат (включително и фирмата от тяхното производство), да бъдат изхвърлени в природната среда или компостирани, за да се превърнат в подхранващ продукт. Едно от най-важните условия, за да се осъществи ефективно биологичното разграждане, е да се избегне смесването на изкуствени с естествени материали [1].

При **технологичния кръговрат на суровините** се отчита, че дори да е постигнато свеждане до минимум на обема на материалите, използвани в един проект, и да е създаден качествен функционален и естетичен дизайн, който да позволява дълготрайна употреба, то неизбежно в един момент изделието ще се превърне в отпадък. Повторната употреба на материала включва, от една страна, използването на отпадъците чрез рециклиране под

формата на преобразувани материали, и от друга - повторно използване на материали и вещи, които могат да влязат в нов проект със същото или с различно предназначение. По този начин се предотвратява изхвърлянето на сметището на съществуващите материали и се спестяват вложени ценни суровини, енергия и вода, които биха били необходими за производство на нови материали [1].

При дизайна на детската среда, обаче към тази идеята за цикличност при експлоатация и пълноценно рециклиране на текстилните суровини трябва да се подхожда изключително предпазливо. Проблемът е там, че заради повишените изисквания за безвредност и качество (които би трябвало да са още по-строги, осъвременени и стриктно съблюдавани) на този етап, в който рециклирането е непълноценно и крие рискове от смесване на различни като състав суровини е немислимо прилагането на рециклирани материали в производството на играчки, обзавеждане и други предмети за деца, особено ако кожата на детето е в пряк контакт с тях. По друг начин би седял въпросът, ако възможността за рециклиране е заложена в цялостната дизайнерска концепция и се използват материали, които са едносъставни, с естествен произход и необработени с химически продукти.

Друг важен аспект е **планирането на продължителността на експлоатация** на проектирания обект, което определя до голяма степен кои материали са устойчиви при неговото изпълнение. Имайки предвид бързото израстване на децата и промяната на техните нужди и интереси, може да се каже, че изделията, особено предназначени за домашна среда, в много от случаите имат сравнително кратка експлоатация. Обмислянето на това, какво ще се случи след излизане от употреба, е от първостепенно значение за **краткотрайните проекти**, затова е особено важно при тях да се избират материали, които могат да се използват повторно, да се рециклират или да допринесат за обогатяване на естествената среда. Трудно е при краткосрочните проекти да се оправдае използването на материали, които имат висока вложена енергия или имат значимо въздействие върху изчерпването на ресурси [2].

В дизайна за деца, обаче на първо място трябва да се поставя безопасността и безвредността, така че компромис с качеството би бил

недопустим. В този случай търсенията на дизайнерите би трябвало да са насочени към различни начини за решаване на проблема.

Един от тях е свързан със стремежа **материалите да се използват икономично** за постигането на максимална ефективност. Най-добрият избор в този смисъл са възобновяемите, естествени материали, оптимално използвани и приложени в проста конструкция.

Друг много важен принцип е проектирането на **многофункционални, трансформируеми и модулни изделия**, които да могат да бъдат адаптирани според нуждите на децата, което многократно увеличава срока на употреба. При проектите за дългосрочна експлоатация дизайнерът може да оправдае включването на някои материали с по-висока вложена енергия, особено ако те предлагат по-голяма трайност или по-добри експлоатационни характеристики [2].

В средата за деца безспорно едно от най-важните изисквания е хигиената. Текстилните материали са едни от изискващите специфично **почистване и поддръжка**. Стремежът е да се прогнозира и отчитат честотата и методите на почистване и поддръжка, които ще са необходими през целия живот на всеки обект, тъй като това в повечето случаи изисква вода, химикали и енергия.

Прилагането на **трудноизносващи** се материали, които ще запазят добър естетичен вид и функционалност на изделието за по-дълъг период от време, спомагат за минимизиране на разхода на материали и количеството на отпадъците. Влагането на естествени, биоразградими материали намалява проблемите с натрупването в сметищата на непригоден за понататъшна употреба материал.

Качествените материали, съобразената с тях здрава конструкция и възможността за пълноценно почистване, дават предпоставки за по-продължителна употреба и възможност за последователно използване на изделията последователно от няколко деца.

В текстилната индустрия допълнителната обработка на материите е процес, в който се влагат множество химикали, замърсяващи в по-голяма или по-малка степен природната среда, не само в процеса на производство, но и при понататъшната експлоатация. Синтетичните бои увеличават замърсяването по време на производството, така че небоядисаните или

**естествено боядисаните тъкани** са алтернатива, която е в по-голяма степен щадяща околната среда. Използването на **сертифицирани органични варианти** на растителни материали като памук, вълна и коноп, означава, че са избегнати пестицидите и торовете по време на култивацията. И накрая, използването на **десениран текстил** ще намали в значителна степен необходимостта от почистване с продукти, съдържащи химикали, след като разработваното изделие или среда започнат да се използват.

Използването на **леки по тегло материали**, какъвто в сравнение с редица други е текстилът, също носи предимства, тъй като те изискват по-малковложена енергия и по-малко гориво при транспортирането им отколкото по-тежките товари.

Една важна област, която по-рядко се взима под внимание, е **пакетирането**. Средствата, които се използват за опаковка на материалите и самите изделия, използват изчерпаеми ресурси и освен това те много бързо се превръщат в отпадък и допринасят за натрупването на отпадъци. Текстилните изделия, са едни от най-икономичните от гледна точка на опаковка. Те много по-трудно стават жертва на повреди при транспорт, разпространение и съхранение.

И в жилищната и в обществената среда за деца текстилът е силно застъпен, не само в традиционните му приложения в облеклото и играчките, в интериорния текстил във вид на завеси, подови покрития, завивки, спално бельо и т.н. Може да се каже, че той присъства в унисон с разгледаните устойчиви практики в редица дизайнерски проекти.



*Илюстрация 1*



*Илюстрация 2*



*Илюстрация 3*

Палатки и къщички (*Илюстрации 1-3*) - леки и компактни в сгънат вид; могат ефективно да се перат в перална машина; малък разход на материал, чрез който е постигнато голямо като мащаб изделие; минимално участие на друг материал - единствено при конструкцията; лесно отделяне на различните материали за рециклиране; дълготрайна експлоатация могат да се използват последователно от няколко деца; подлежат на ремонт.



*Илюстрация 4*



*Илюстрация 5*



*Илюстрация 6*

Балдахини и текстилни декорации за легло (*Илюстрации 4-6*) - леки и компактни в сгънат вид; могат ефективно да се перат в перална машина; малък разход на материал, чрез който е постигнато голямо като мащаб изделие; лесна подмяна на цвят и тематика, съобразени с пол, възраст, интереси; изградени от един материал; не изискват собствена конструкция, защото ползват тази на леглото или се окачват на тавана; евтино средство за декорация с временен характер; дълготрайна експлоатация могат да се използват последователно от няколко деца; подлежат на ремонт.



Илюстрация 7



Илюстрация 8

Люлки и хамаци (*Илюстрации 7-8*) - леки и компактни в сгънат вид; могат ефективно да се перат в перална машина; малък разход на материал, чрез който е постигнато голямо като мащаб изделие; лесни за пренасяне; здрави и безопасни; устойчиви на захарбяване и повреди; в повечето случаи не изискват конструкция, защото се окачват на тавана или стените; при носеща конструкция, лесно отделяне на различните материали за рециклиране; дълготрайна експлоатация-могат да се използват от няколко деца последователно; кройката е елементарна и поради здравината си материалът може да се използва повторно за изработката на различни изделия като постелки, калъфи за възглавници, чанти и др.



Илюстрация 9



Илюстрация 10



Илюстрация 11

Пуфове (*Илюстрации 9-11*) - удобни, безопасни, някои от тях са със свалящи се калъфи, подходящи за пране в перална машина; отговарят на активния начин на ползване на средата от децата; липсата на твърда конструктивна част намалява търкането и допринася за равномерното износване на материала, което удължава живота на изделието; подходящи за всички възрастови групи - дълга употреба;



*Илюстрация 12*



*Илюстрация 13*



*Илюстрация 14*

Стенни облицовки и преградни елементи (*Илюстрации 11-14*) - леки и компактни при транспорт; лесни за монтаж и демонтаж; добра звукоизолация - намаляват шума, поглъщайки звуковите вълни, което е особено важно в обществената среда за деца; изпълняват ролята на ефективна топлоизолация - предпазват от изстудяването или загряването на стените от външните климатични условия; осигуряват по дълъг живот на стенното покритие; създават добър микроклимат в помещението; ефектни и красиви; модулните решения дават възможност за допълване или заменяне при повреда на някой от елементите.



*Илюстрация 15*



*Илюстрация 16*

Многофункционални мебели с текстилни елементи (*Илюстрации 15 и 16*) - с малък разход на материал; леки; компактни; ергономично съобразени; лесно отделяне на различните материали за рециклиране; модулните решения дават възможност за допълване, заменяне или премахване при повреда на някой от елементите; многофункционалността създава условия за по-продължителна експлоатация.



*Илюстрация 17*



*Илюстрация 18*

Надуваеми изделия (*Илюстрации 17 и 18*) - леки и компактни в сгънат вид; лесни за пренасяне; здрави и безопасни; впечатляващи форми, обеми и мащаби, постигнати с много малко материал; подлежат на рециклиране, ако са изградени от един материал.

Текстилните материи дават много възможности за употреба в дизайна за деца и тепърва предстои те да бъдат преосмисляни от гледна точка на устойчивото развитие на дизайна и производството. Наред с това те спомагат за пълноценно отразяване на нуждите на децата от изграждане на среда безопасна и щадяща тяхното здраве, възприятия и психика,

въздействаща активно посредством структура, форма, цвят, десен, тактилни усещания.

\*\*\*

Проектирането за деца е една от сферите в дизайна, в която смисълът от подчертана към устойчивост ориентация, е особено оправдан. Едва ли има друга целева група, която да може да извлече по-голяма и непосредствена полза от устойчивия дизайн както в краткосрочен, така и в дългосрочен план. Устойчивото приложение на текстила допринася не само за поддържането на екологичното равновесие и за изграждането на благоприятна за развитието и израстването на децата среда, но и създава предпоставки за оформяне на тяхното емоционално, естетическо и поведенческо възпитание в посока на установяване на екологични и устойчиви модели.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Браунгарт, М. и Макдона, У. От люлка до люлка. Да преосмислим начина, по който произвеждаме. Превод от английски Книжен тигър. София: Книжен тигър, 2009.
- [2] Добрева-Драгостинова, И. АБ на устойчивия дизайн. София: Нов български университет, 2016.
- [3] Moxon, S. Sustainability in Interior Design. London: Laurence King Publishing Ltd, 2012.
- ил. 1 <https://walldecorations.com/shop/play-tents-teepees/kidkraft-teepee-tent-turquoise/>
- ил. 2 <https://www.amazon.com/square-design-children-Indian-children/dp/B01KFXS6PM>
- ил. 3 <http://www.active-writing.com/post.html#dF9wbGF5IHRlbnQga2lkew>
- ил. 4 и 6 <http://clipgoo.com/ja/218457142/lovely/218457/>
- ил. 5 [https://www.haba.de/de\\_DE/spielzeug/haengezelt-ritterzelt/p/002994](https://www.haba.de/de_DE/spielzeug/haengezelt-ritterzelt/p/002994)
- ил. 7 <http://artsrepublik.com/zq/118275/omxr3-fantastic-bed-stand/118261/>
- ил. 8 <https://www.wayfair.com/keyword.php?keyword=hanging+kids+chair>
- ил. 9 [https://www.etsy.com/market/knitted\\_pouf](https://www.etsy.com/market/knitted_pouf)
- ил. 10 <https://www.smarin.net/en/collections/livingstones-11-1-0.html>
- ил. 11 <https://www.amazon.com/jixun-Stuffed-Storage-Comfortable-Organizer/dp/B07G9YL83G>
- ил. 12-14 <http://imgsave.me/img/>
- ил. 16 <https://www.designlibero.com/portfolio/animaze/>
- ил. 17 <https://www.wohnstation.de/sitzsack-expandpouf-marienkaefer.html>
- ил. 18 <http://awstores.co/inflatable-outdoor-sofa/>

---

---

## INFORMATION FOR AUTHORS

---

---

### SUBMISSION OF A MANUSCRIPT

---

---

- **Subject area.** The problems should concern problems of the textile science and practice following the Universal Decimal Classification - UDC:
  - 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).
- **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 form. 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, figures and photographs. Format of the submitted file 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.
- **SI units** should be used throughout.
- **Abbreviations** should be used according to IUPAC and ISO standards and defined when first used.
- **Figures** and illustrations with a title and legend should be numbered consecutively (with Arabic numerals) and must be referred in the text. Photographs should be numbered as Figures. Additionally, Figures should be integrated in the text with format **JPG at 300 dpi minimum**. Figures must be integrated in the text 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. When their use is absolutely necessary, they should be numbered consecutively using Arabic numerals and appended at the end of the manuscript.
- **References (bibliography)** should be cited consecutively in order of appearance in the text, using numbers in square brackets, according to the **Vancouver system**.

---

---

### REVIEWING PROCEDURE

---

---

The reviewing procedure for Textile and Garment Magazine is in accordance with the guidelines of the Ministry of Education and Science and can be presented as follows:

- Each paper submitted for publication is reviewed by at least two independent reviewers working in an institution different than the author's affiliation. The identity of the author/authors is concealed from the reviewers and vice-versa (**double-blind review**). In the case of controversial opinions of the reviewers, next reviewers are selected.
- A written review includes a clear conclusion of the article reviewed, concerning the conditions, which must be fulfilled in order to publish the article in Textile and Garment Magazine or a statement rejecting the article.
- First author receives a set of reviews and next, following the reviewing procedure, is obliged to correct the paper according to the reviewers' remarks or express his/her own opinion in writing.
- The corrected article and author's attitude are checked by the editors or by the same reviewers in case of any doubts. The Chairman of the Editorial Board takes by the Editor-in-Chief or, in extraordinary cases, the final decision regarding the publication of the article. If necessary, the authors are informed about the decision by e-mail.
- The identity of the reviewers of the particular articles is not given to public information.

# ТЕКСТИЛ СЪВЕЩАНИЕ

НТС по текстил,  
облекло и кожи



www.tok.fnts.bg

ISSUE 5/2018

## Editor:

Assoc. Prof. Ivelin Rahnev, College of Sliven at the Technical University of Sofia

## Editorial Board:

Prof. Hristo Petrov, TU - Sofia	Assoc. Prof. Anna Georgieva, UCTM - Sofia
Prof. Maya Bogdanova, NAA - Sofia	Assoc. Prof. Zlatina Kazlatcheva, FTT - Yambol
Prof. Rossica Betcheva, UCTM - Sofia	Assoc. Prof. Snejina Andonova, SWU - Blagoevgrad
Prof. Jean-Yves Drean, ENSISA - Mulhouse, France	Assoc. Prof. Rumén Russev, FTT - Yambol
Prof. Andreas Charalambus, TU - Sofia	Assoc. Prof. Stela Baltova, IBS - Botevgrad
Prof. Diana Germanova-Krasteva, TU - Sofia	Assoc. Prof. Maria Spasova, IP-BAS, Sofia
Assoc. Prof. VU Thi Hong Khanh, HUST - Hanoi, Vietnam	Dr. Nezabravka Popova-Nedyalkova, NBU - Sofia

## CONTENTS

UDC

677	SINGLE AND BUNDLE COTTON FIBRES MECHANICAL PROPERTIES MODELLING USING ANALOGICAL MODELS W. Mahjoub, J.-Y. Drean, O. Harzallah and J.-P. Gourlot.....	147
677	DETERMINATION OF THE GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF THREADS AND FABRICS THROUGH MICROSCOPIC MEASURING Prof. Diana Germanova-Krasteva, PhD, Eng. Rositsa Stefanova, MSc.....	153
678	COLLAGEN AND KERATIN - WASTE PRODUCTS FROM LEATHER AND TEXTILE PRODUCTION AND METHODS FOR THEIR UTILIZATION Darina Zheleva, Margarita Koleva .....	162
745/749	TEXTILE AND SUSTAINABLE MODELS IN THE DESIGN OF CHILDREN'S ENVIRONMENT Ivanka Dobрева-Dragostinova .....	170

**Address:** Bulgaria, 1000 Sofia, 108 G. S. Rakovski str., room 407, tel. +359 2 980 30 45

e-mail: [textilejournal.editor@fnts.bg](mailto:textilejournal.editor@fnts.bg)

[www.bgtextilepublisher.org](http://www.bgtextilepublisher.org)

## Bank account:

Scientific Engineering Union of Textile, Garment and Leathers

VAT identification number: BG 121111930

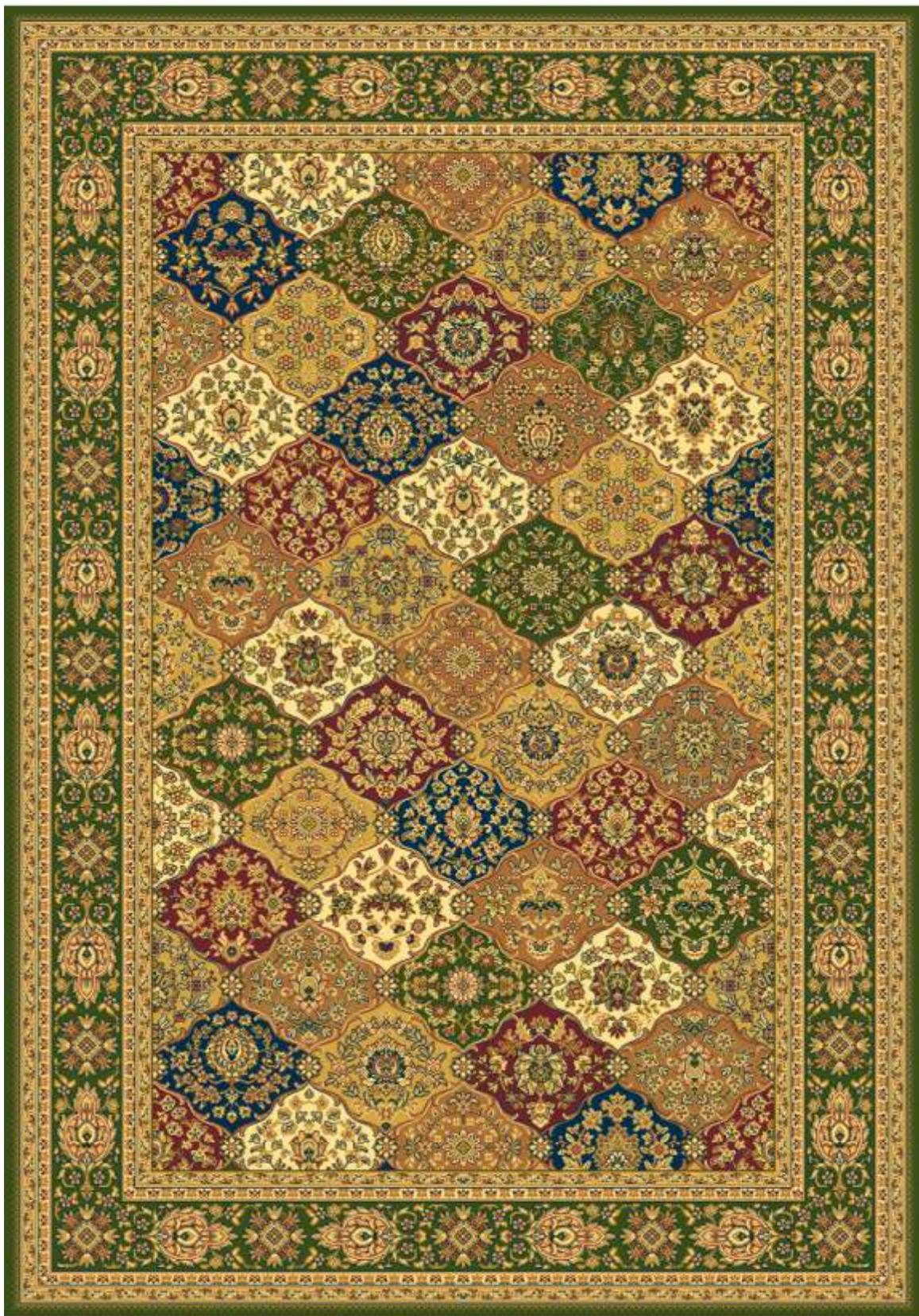
Account IBAN: BG43 UNCR 9660 1010 6722 00

ISSN 1310-912X (Print)  
ISSN 2603-302X (Online)

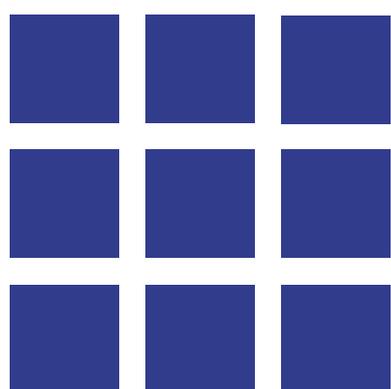


Prepress and Printing:

Compass agency Ltd.



Дизайн на килим на "Рожее Ванден Берхе БГ" ЕАД - Сливен



**ИНТЕР  
ЕКСПО  
ЦЕНТЪР**