

## **ИЗМЕНЕНИЕ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ТЪКАН СЛЕД САНФОРИЗИРАНЕ**

**Борислав Стоянов\*, Соня Илиева**

*Технически университет – Габрово, България*

*\*кореспондиращ автор: b.stoyanov@tugab.bg*

## **EXPLORATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PARAMETERS OF A FABRIC AFTER SANFORIZING**

**Borislav Stoyanov\*, Sonya Ilieva**

*Technical university of Gabrovo, Bulgaria*

*\*Corresponding author: b.stoyanov@tugab.bg*

### **Abstract**

*Sanforization, which is a process of pre-shrinking fabrics, is applied to create a fabric that does not shrink significantly during its subsequent realization and operation. Used primarily in the production of cotton fabrics and in the Denim industry, the Sanforizing process can be used today for other types of fabrics (linen, woolen, chemical or blended). In this paper, basic physical and mechanical parameters before and after sanforization of a fabric made of chemical fiber composition were investigated. The results show less shrinkage after the first wash and not so much after the third/fifth wash of the sanforized fabrics. The rest of the indicators meet the regulatory requirements, with certain improvements also being reported. The obtained results could be useful to designers and technologists both in terms of the selection of more effective technological and technical parameters, and as a basis for work in the direction of optimizing the process of sanforization of fabrics differ than 100% cotton.*

**Keywords:** sanforization; chemical fiber composition fabric; physical and mechanical parameters.

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Апретурната обработка в текстилната промишленост е важна/съществена част от производствения процес на изделията (прежди, тъкани, плетива), придаваща им завършен вид и свойства, отговарящи на предназначението им.

Ключов довършителен процес в текстилното производство се оказва санфоризирането – процес, имащ за цел да предотврати свиването на тъканите след пране [1, 4, 5]. Именно, свиването е посочено като един от десетте водещи проблеми с качеството в проучване, направено сред различни производители [2]. То се изразява в намаляване на размерите (по дължина и по широчина) на платовете при пране, при което се освобож-

дават натрупаните по време на производство напрежения.

Въведен през 1930 г. от изобретателя Санфорд Локууд Клуе, от чието име и произлиза, терминът „Sanforizing” става синоним на методи за предварително свиване на тъкани, докато правилният израз за този процес е „контролирано компресионно свиване“. Независимо от наименованието, неоспорим факт е, че тази чисто механична обработка намира широко приложение в текстилната промишленост, особено за продукти от памук и други естествени влакна [1, 3, 4, 5]. Предвид непрекъснатото развитие на суровините и материалите в тази индустрия, значението и употребата на санфоризирането също нарастват. То се

използва от производители на различни видове текстил по целия свят.

Целта на настоящата разработка е да се проследи как санфоризирането влияе върху някои основни физико-механични показатели на тъкан, изработена от смес от изкуствени и синтетични материали.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

### *Обект на изследване.*

Изследването е проведено върху 3 (три) вида плат от гледна точка на обработката, през която са преминали, но от един артикул – един вид тъкан, в състав Вискоза/Арамид/Антистатик - 49/49/2. Първият вид плат е суров (**M1**), а останалите два са преминали през апретура, към която при единия (**M2**) е извършена и антикомарна обработка (с перметрин) и санфоризиране, а при другия - само санфоризиране (**M3**). От всеки вид са използвани/изследвани по три мостри от различни партии, като мостри M2.1 и M2.3 са с 5-цветна щампа, мостра M2.2 е от плат обагрен в бежово, а тези от третия вид са от платове обагрени съответно в бежово (M3.1 и M3.2) и в зелено (M3.3).

Основните характеристики, заложили според [6, 7, 8, 9, 10] при проектиране на платовете (базовата тъкан), са: широчина  $(154\pm 155)\text{cm}$ ; маса на единица площ  $(188\pm 5)\text{g/m}^2$ ; сплитка кепър 2/1; гъстина по основа  $(360\pm 5\%)$  нишки/10см, гъстина по вътък  $(250\pm 5\%)$  нишки/10см; основна и вътъчна нишка с линейна плътност 14x2 tex.

Преди провеждане на изпитванията материята е кондиционирана, съобразно [13], в продължение на 24h при температура  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$  и относителна влажност на въздуха  $(65\pm 4)\%$ .

*Методи за изпитване и технически средства*

Върху мострите от трите вида плат са извършени изпитвания при прилагане на съответните методи и използване на необходимите технически средства за следните показатели:

1/ *Изменение на размерите при пране и сушене* - метод: БДС EN ISO 5077:2008 и БДС EN ISO 3759:2011; техническо средство: WASCATOR FOM71 CLS LAB WASHNER-EXTRACTOR, тип А;

2/ *Широчина* - БДС EN 1773:2002; техническо средство: джобна рулетка с дължина на лентата 3000 mm;

3/ *Маса на единица площ* - БДС EN 12127:2000; с аналитична електрическа везна Precisa Balances Series 320 XT;

4/ *Максимална сила до скъсване чрез използване на STRIP метод* - БДС EN ISO 13934-1:2013; динамометър „Zweigle F 427“;

5/ *Сила на раздиране (образец с формата на панталон)* - БДС EN ISO 13937-2:2002; динамометър „Zweigle F 427“;

6/ *Брой на нишките на единица дължина* - БДС EN 1049-2:2002, метод А; джобна рулетка с дължина 3000 mm;

Освен това, върху мострите от апретираните платове са извършени изпитвания и за:

7/ *Разтегливост до скъсване чрез използване на STRIP метод* - БДС EN ISO 13934-1:2013; динамометър „Zweigle F 427“;

8/ *Претриване по метода на Martindale. Разрушаване на образеца* - метод: БДС EN ISO 12947-2:2017; техническо средство: MARTINDALE ABRASION AND PILLING TESTERS.

От всички платовете са подготвени необходимите тестови образци (проби) в съответствие с [11, 12, 14, 15, 16 и 17].

*Провеждане на изследването и обработка на резултатите.*

За определяне на първия показател (*изменение на размерите*) мострите от отделните видове плат се измерват преди и след пране и сушене, според [11 и 12]. Прането на всички мостри се извършва на  $60^\circ\text{C}$  с детергент ECE без оптически избелител. Сушенето е „хоризонтално“ - за суровите платове (M1.1, M1.2 и M1.3), и в барабанна сушилка за апретираните платове (**M2** и **M3**). Освен това, за

мострите от платовете преминали през апретурна обработка са направени и измервания след 3 (за **M2**) и след 5 пранета (за **M3**).

Изменението на размери се изразява чрез разликата в размерите на пробите, измерени преди и след обработката по всяко от направлението (по основа и по вътък). В случая е определено линейното изменение ( $C_l$ ), т.е.:

$$C_l = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \cdot 100, (\%) \quad (1)$$

където:  $L_1$  са линейните размери, измерени преди обработка,

$L_2$  - линейните размерите, снети след пране и сушене.

*Широчина и площна маса* се измерват със съответните технически средства според [6 и 7]. За определяне *гъстината (брой нишки)* по основа и вътък е извършено изброяване чрез разнищване, съгласно [8].

Условията, при които са извършени изпитвания за останалите показатели на платовете, са представени в табл. 1.

**Табл. 1.** Условия на изпитване

| Показател                | Условия на изпитване                                                                |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Мах сила до скъсване     | скорост: 100mm/min;<br>междучел. разст.: 200mm;<br>предв. натов.: 5N;               |
| Разтегливост до скъсване | шир. лента: (50±0,5)mm;<br>бр. обр.: по 5 за осн. и вът.                            |
| Сила на раздиране        | както горните два, но при:<br>междучел. разст.: 100mm;<br>предв. натов.: 3N         |
| Претриване               | налягане: 12kPa;<br>движение: Lissajour<br>претриваща тъкан: станд.<br>вълнена SM25 |

Максималната сила до скъсване за всеки от избраните платове се определя като средноаритметична стойност от отделните изпитвания на показател за всеки образец по основа и по вътък, т.е.

$$\overline{P_{max}} = \frac{\sum P_{i,max}}{5}, (N) \quad (2)$$

като успоредно с нея се установява и разтегливостта до скъсване, според [14].

*Разтегливост до скъсване* за всяка мостра, по подобие на  $P_{max}$ , се определя като средноаритметична на резултатите от изпитванията на отделните образци ( $\varepsilon_i$ ), като:

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta L_i}{L_{i0}} \cdot 100 = \frac{L_{i1} - L_{i0}}{L_{i0}} \cdot 100, (\%) \quad (3)$$

където:  $\Delta L_i$  е удължението до скъсване на  $i$ -тия образец ( $i = 1 \div 5$ ), (mm),

$L_{i0}$  - първоначалната дължина на  $i$ -тия образец, захванат между челюстите, (mm),

$L_{i1}$  - дължина на  $i$ -тия образец в момента на скъсване, (mm).

*Силата на раздиране* се определя според [15] и подобно на предходните два показателя е средноаритметична стойност от резултатите, получени за отделните проби по основа и вътък.

Устойчивостта на *претриване* на платовете в случая е оценена чрез броя на циклите на въртене на претриваната или претриващата повърхност до получаване на първата дупка.

Получените след всички изпитвания върху суровите (**M1**) и апретираниите (**M2** и **M3**) платове резултати са представени съответно в таблици 2 и 3.

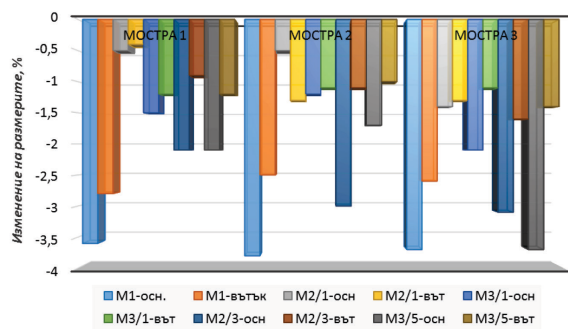
**Табл. 2.** Резултати от изпитвания на суров плат

| № на пок-л | Наименование на показател/характеристика            | Измерв. единица  | направление | Суров плат (M1) |       |       |
|------------|-----------------------------------------------------|------------------|-------------|-----------------|-------|-------|
|            |                                                     |                  |             | M1.1            | M1.2  | M1.3  |
| 1          | Изменение на размерите при пране и сушене           | %                | основа      | -3,6            | -3,8  | -3,7  |
|            |                                                     |                  | вътък       | -2,8            | -2,5  | -2,6  |
| 2          | Широчина                                            | m                |             | 1,54            | 1,54  | 1,54  |
| 3          | Маса на единица площ                                | g/m <sup>2</sup> |             | 192             | 193   | 185   |
| 4          | Мах сила до скъсване чрез използване на STRIP метод | N                | основа      | 884,9           | 908,4 | 825,1 |
|            |                                                     |                  | вътък       | 658,5           | 678,4 | 572,2 |
| 5          | Сила на раздиране (образец с формата на панталон)   | N                | основа      | 22,8            | 23,0  | 22,3  |
|            |                                                     |                  | вътък       | 21,7            | 23,4  | 21,3  |
| 6          | Брой нишки на единица дължина                       | бр./10см         | основа      | 362             | 366   | 358   |
|            |                                                     |                  | вътък       | 254             | 264   | 250   |

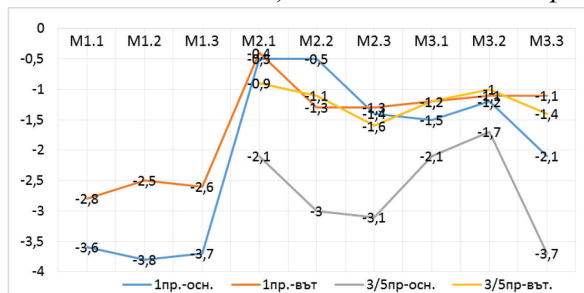
Табл. 3. Резултати от изпитвания на платове след апретурна обработка

| № | Наименование на показателя                | Изм. ед.         | направление | след санфор и антикомарна обр. (M2) |       |       |       |       |       | след санфор (M3) |       |       |       |       |       |
|---|-------------------------------------------|------------------|-------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |                                           |                  |             | M2.1                                |       | M2.2  |       | M2.3  |       | M3.1             |       | M3.2  |       | M3.3  |       |
|   |                                           |                  |             | 1 пр.                               | 3 пр. | 1 пр. | 3 пр. | 1 пр. | 3 пр. | 1 пр.            | 5 пр. | 1 пр. | 5 пр. | 1 пр. | 5 пр. |
| 1 | Изменение на размерите при пране и сушене | %                | след        |                                     |       |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |
|   |                                           |                  | основа      | -0,5                                | -2,1  | -0,5  | -3,0  | -1,4  | -3,1  | -1,5             | -2,1  | -1,2  | -1,7  | -2,1  | -3,7  |
|   |                                           |                  | вътък       | -0,4                                | -0,9  | -1,3  | -1,1  | -1,3  | -1,6  | -1,2             | -1,2  | -1,1  | -1,0  | -1,1  | -1,4  |
| 2 | Широчина                                  | m                |             | 1,49                                |       | 1,49  |       | 1,50  |       | 1,50             |       | 1,49  |       | 1,50  |       |
| 3 | Маса на ед. пл.                           | g/m <sup>2</sup> |             | 203                                 |       | 192   |       | 199   |       | 192              |       | 190   |       | 192   |       |
| 4 | Мах сила до скъсване                      | N                | основа      | 825,7                               |       | 899,1 |       | 808,8 |       | 884,5            |       | 916,8 |       | 875,4 |       |
|   |                                           |                  | вътък       | 572,6                               |       | 599,8 |       | 584,4 |       | 568,2            |       | 619,3 |       | 544,3 |       |
| 5 | Сила на раздиране                         | N                | основа      | 38,4                                |       | 41,7  |       | 36,9  |       | 39,6             |       | 41,9  |       | 38,9  |       |
|   |                                           |                  | вътък       | 28,9                                |       | 39,1  |       | 29,4  |       | 28,4             |       | 38,8  |       | 27,8  |       |
| 6 | Брой нишки на ед. дълж.                   | бр. 10см         | основа      | 372                                 |       | 368   |       | 362   |       | 372              |       | 368   |       | 362   |       |
|   |                                           |                  | вътък       | 262                                 |       | 258   |       | 256   |       | 256              |       | 262   |       | 254   |       |
| 7 | Разтегливост до скъсване                  | %                | основа      | 22,3                                |       | 21,1  |       | 21,2  |       | 23,5             |       | 24,5  |       | 22,0  |       |
|   |                                           |                  | вътък       | 18,7                                |       | 18,4  |       | 18,6  |       | 17,7             |       | 18,8  |       | 17,2  |       |
| 8 | Претриване по Martindale                  | бр. претр.       |             | 55000                               |       | 65000 |       | 50000 |       | 60000            |       | 65000 |       | 55000 |       |

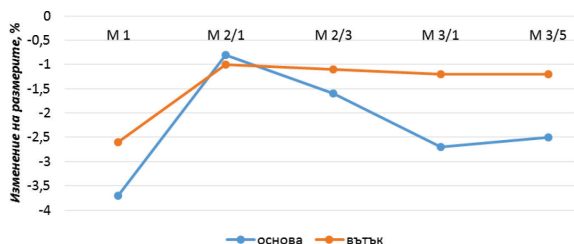
На фигурите по-долу са представени и резултатите в графичен вид.



а.1) съпоставка по мостри

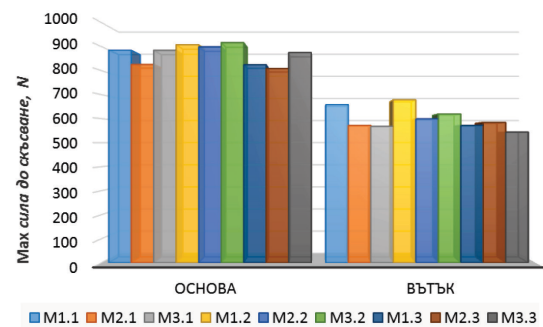


а.2) според броя пранета

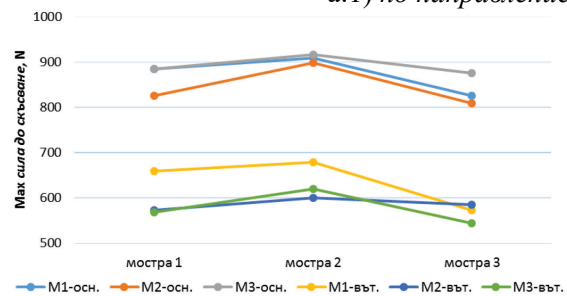


б)

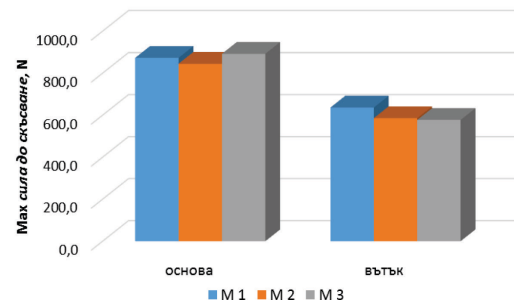
Фиг. 1. Изменение на размерите: а) данни от всички мостри; б) усреднени резултати



а.1) по направление

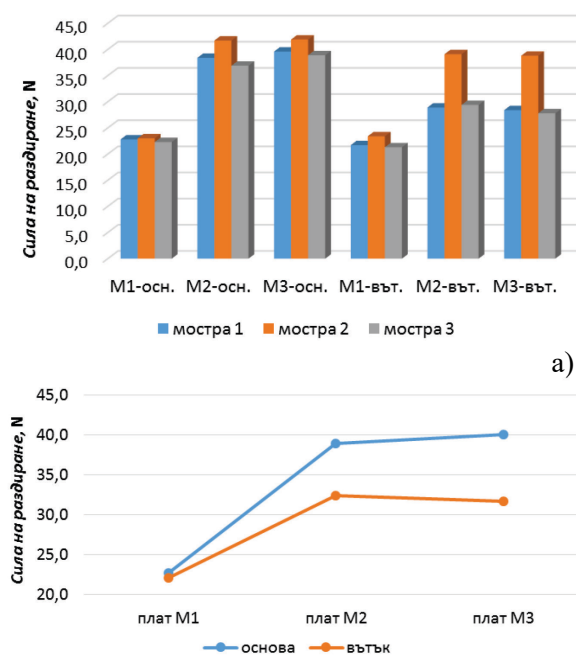


а.2) по вид плат



б)

Фиг. 2. Максимална сила до скъсване: а) за всички образци; б) усреднени резултати



Фиг. 3. Сила на раздиране: а) данни с всички образци; б) усреднени резултати

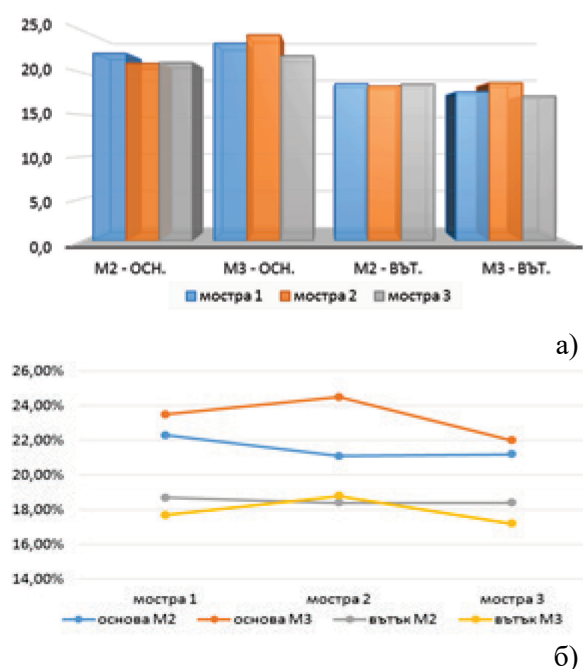
От данните в таблици 1 и 2, както и от графиките на фигура 1, се вижда, че след едно пране платовете **M2** и **M3**, са със значително по-малка свиваемост спрямо суровия плат (**M1**) както по основа, така и по вътък. След 3 (на **M2**) и 5 (на **M3**) пранета, обаче свиваемостта по основа е по-голяма от тази след едното, докато по вътък се наблюдава известна стабилност.

По отношение на втория показател разликите между суровите платове и апретираниите не са големи (таблици 1 и 2 и фиг. 2), като общата тенденция е към съвсем малък спад по основа и малко по-осезателен по вътък (фиг. 2.а). При усреднени от 3-те мостри на всеки плат резултати (фиг.2.б) максималната сила до скъсване на **M3** по основа, дори е малко по-голяма от тази на **M1**.

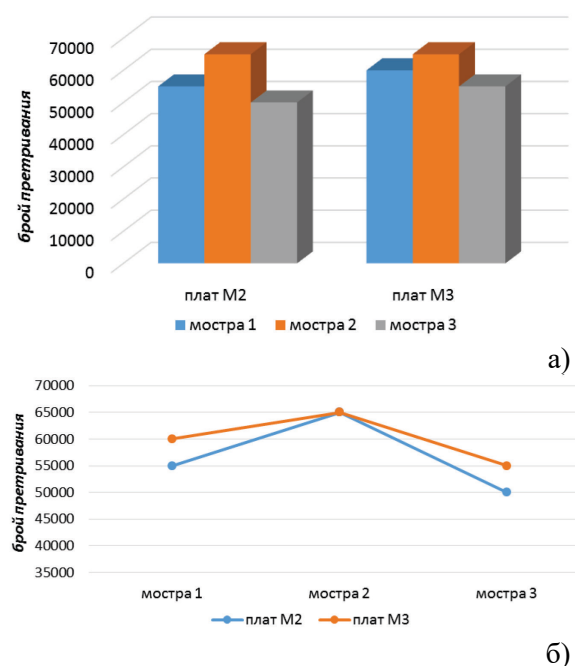
Що се отнася до силата на раздиране, то стойностите в таблици 1 и 2 свидетелстват за значителното й нарастване в двете направления (по основа и по вътък) за **M2** и **M3** спрямо суровия плат, което ясно се вижда и от фигура 3.

Последните два показателя – разтегливост до скъсване и претриване, се изследват само при платовете, преминали

апретурната обработка. Отчетени са по-високи стойности за разтегливост по основа при **M3** при 3-те мостри и сравнително близки - по вътък (фиг. 4). При претриването също са отчетени по-добри резултати за **M3** - фигура 5.



Фиг. 4. Разтегливост до скъсване: а) 3-D графика; б) линейна графика



Фиг. 5. Претриване по Martindale: а) 3-D графика; б) линейна графика

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основната цел на процеса санфоризиране е да предотврати свиването на готовите тъкани. Постигнатата свиваемост за избраните в изследването синтетични платове, е представена в получените резултати, а именно: констатирана е значително по-малка свиваемост след първо пране и не толкова малка след трето/пето пране на санфоризираните платове. При три от мострите (М2.2, М2.3 и М3.3) дори се отчитат стойности на показателя по основа след 3/5 пранета извън нормите по спецификация ( $\leq \pm 2,5\%$ , съгласно TL 8505-0299/7). Тук трябва да се отбележи, обаче, наличието на вискоза, която е 49% от състава на тъканта, която препоръчително не се пере на повече от 40°C. Всичко това предполага едни по-задълбочени изследвания и работа съвместно с производител/-и за правилното определяне на параметрите и повишаване ефективността на процеса санфоризиране.

Останалите изследвани показатели, касаещи качеството на тъканите, отговарят на нормативните изисквания (както по TL 8505-0299/7, така и според GZ S94467/8-[FGP/2019]), като при тях също се отчитат известни подобрения.

Въз основа на състава си, избраната тъкан предполага по-нататъшна работа за изследване на допълнителни показатели, като например: въздухо-пропускливост, устойчивост на топло- и паропреминаване, горимост и др., както и някои химични показатели (т.е. устойчивост на обагрянията на различни влияния).

Получените резултати биха могли да са от полза на проектантите и технолозите както по отношение избора на по-ефективни технологични и технически параметри, така и като основание за работа в посока оптимизиране на процеса санфоризиране на различни по състав и предназначение тъкани.

*Докладът се публикува във връзка с резултатите от изпълнение на дейностите по проект № 2411М.*

*Това изследване е финансирано от Европейския фонд за регионално развитие в рамките на ОП „Научни изследвания, иновации и дигитализация за интелигентна трансформация“ 2021-2027 г., Проект BG16RFPR002-1.014-0005 Център за компетентност „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“.*

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gaston A.C., A comparison of shrinkage due to laundering of cotton, linen and rayon fabrics pressed under controlled tensions, Master of Science, Department of Clothing and Textile, Kansas state college of agriculture and applied science, Topeka, Kansas, USA, 1944.
- [2] Saville B.P, Physical testing of textiles, Woodhead Publishing Ltd, London, England, pp. 168, 1999.
- [3] Md Ershad Khan, Mustafizur Rahman, Maruf Ahmed, Khondoker Jashimul Islam Shuvo and Riasat Ahmed, Optimization of Residual Shrinkage Control of 100% Cotton Woven Fabric Through Sanforization, Journal of Textile Science & Fashion Technology, Iris Publishers, 2020, DOI: 10.33552/JTSFT.2020.06.000648, <https://irispublishers.com/jtsft/pdf/JTSFT.M.S.ID.000648.pdf>, (2024).
- [4] What is "Sanforising" - Definition & Explanation: Sanforizing: The Key to Dimensional Stability in Textiles, TG Academy, <https://www.textileglossary.com/terms/sanforising.html>, (2024).
- [5] Mazharul Islam Kiron, Sanforizing Finishing and Working Principle of Sanforizing Machine, TextileLearner, 2012, <https://textilelearner.net/sanforizing-finishing-and-sanforizing-machine/>, (2024).
- [6] БДС EN 1773:2002 Текстил. Платове. Определяне на широчина и дължина.



- [7] БДС EN 12127:2000 Материали текстилни. Платове. Определяне масата на единица площ, чрез използване на малки проби.
- [8] 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, с промени).
- [9] БДС 12674:1975 Сплитки. Основни термини и първични сплитки.
- [10] ISO 7211-5:2020 Textiles - Methods for analysis of woven fabrics construction – Part 5: Determination of linear density of yarn removed from fabric.
- [11] БДС EN ISO 5077:2008 Текстил. Определяне на изменението на размерите при пране и сушене (ISO 5077:2007).
- [12] БДС EN ISO 3759:2011 Текстил. Подготовка, маркировка и измерване на образци от платове и облекла при изпитване за определяне на изменението на размерите (ISO 3759:2011).
- [13] ISO 139:2005 Textiles – Standards atmospheres for conditioning and testing.
- [14] БДС EN ISO 13934-1:2013 Текстил. Свойства при опън на платове. Част 1: Определяне на максимална сила и разтегливост при максимална сила по метода на цяла лента (ISO 13934-1:2013).
- [15] БДС EN ISO 13937-2:2002 Текстил. Свойства на раздиране на платове. Част 2: Определяне силата на раздиране на образец за изпитване с форма на панталон (Метод на единично раздиране) (ISO 13937-2:2000).
- [16] БДС EN ISO 13934-1:2013 Текстил. Свойства при опън на платове. Част 1: Определяне на максимална сила и разтегливост при максимална сила по метода на цяла лента (ISO 13934-1:2013).
- [17] БДС EN ISO 12947-2:2017 Текстил. Определяне устойчивостта на претриване на платове по метода на Martindale. Част 2: Определяне точката на разрушаване на образци (ISO 12947-2:2016).