

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛАГОПРЕНОСНИТЕ СВОЙСТВА НА МНОГОСЛОЙНИ ТЪКАНИ СТРУКТУРИ

проф. д-р инж. Диана ГЕРМАНОВА-КРЪСТЕВА, бак. инж. Веселина ПЕТРОВА
катедра "Текстилна техника", Технически университет - София
e-mail: dianakra@tu-sofia.bg, veselina.24.petrova@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Влагопреносните свойства на тъканите, предназначени за дамски и мъжки костюми, са от голямо значение, тъй като трябва да осигурят комфорт на хората, които ги носят. Костюмите са многослойно облекло, включващо лицева тъкан, хастар и други помощни материали, придаващи желаната форма и стабилност.

Целта на работата е да се изследва влиянието на лицевата тъкан и на хастара поотделно и като двуслойна структура върху преноса на влага. За експеримента са използвани следните материали: 3 лицеви тъкани от 100% В и 3 от В/ПЕ с различни площни маси, както и 3 хастара от МА/ВИ с площна маса 85 g/m^2 и различно съотношение на двата компонента.

Скоростите на омокряне и влагопренос са определени с помощта на Moisture Measurement Tester M290 (SDL Atlas, Великобритания). При изпитване на двуслойните структури на капването е извършено върху хастара, с цел за се симулира преносът на пот от човешкото тяло към околната среда.

Получените резултати показват, че хастарите от МА/ВИ осигуряват добри влагопреносни свойства на костюмите. Трансферът на пот е по-ефективен при лицеви тъкани с ниска площна маса, в чийто състав има и ПЕ влакна.

Ключови думи: скорост на омокряне и влагопренос, лицева тъкан, хастар, многослойна структура, термофизиологичен комфорт

INVESTIGATION ON THE MOISTURE MANAGEMENT PROPERTIES OF MULTILAYER WOVEN STRUCTURES

Prof. Diana GERMANOVA-KRASTEVA, PhD, Eng. Veselina PETROVA, BSc.

Technical University of Sofia, Department of Textile Engineering

e-mail: dianakra@tu-sofia.bg, veselina.24.petrova@gmail.com

ABSTRACT

The moisture management properties of the fabrics intended for ladies' and men's suits are very important, because they have to ensure the comfort of the people who wear them. The suit is multilayer clothing consisted of facial fabric, lining and other fabrics providing correct shape and stability.

The aim of the work is to investigate the impact of the facial fabric and the lining separately and as a two-layer structure on the moisture management properties. The experiment is carried out using the following materials: 3 facial fabrics from 100% Wool and 3 from Wo/PES 50/50 produced in different masses per unit area, and 3 lining fabrics with mass per unit area 85 g/m² from Cu/CV in different ratio of both components.

The moisture management properties are determined using the Moisture Measurement Tester M290 (SDL Atlas, UK). When testing the two-layer structures, the dropping is done on the lining fabric in order to simulate the sweat transfer from the human body to the environment.

The results obtained show that the linings from Cu/CV provide good moisture management properties of the suits. The transfer is more effective if the facial fabric consists of wool and PES fibres and has lower mass per unit area.

Keywords: moisture management properties, facial fabric, lining, multilayer structure, thermo physiological comfort

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременният начин на живот поставя към облеклото все по-високи изисквания по отношение на осигуряване на термофизиологичния комфорт на човека. Запазването на топлинния баланс в човешкото тяло се осъществява чрез отделянето на пот под формата на пара или течност и задача именно на облеклото е да осъществи трансфера на потта от тялото към околната среда. Преносът се осъществява през структурата на текстилните материали в резултат на протичането на различни от физична гледна точка процеси като дифузия, сорбция, конвекция, омокряне и влагопренос в течна фаза [11].

И докато за свободното време човек може да избере облекло, подходящо за климатичните условия, то за официални случаи и за работа в офис е необходимо спазването на определен

дрес-код, който най-често включва носенето на костюм. Това изискване не създава проблем, ако температурата и влажността на въздуха на околната среда не са твърде високи, човекът не извършва активни движения и не е подложен на стрес. В противен случай престоят и работата в костюм води до интензивно изпотяване и при недобро отвеждане на потта създава дискомфорт у служителя, който се отразява както върху физическото му състояние, така и върху способността му за концентрация и вземане на бързи и правилни решения.

Способността на облеклото да трансферира влага зависи от вида и структурата на материалите, от които е произведено, а в случая на многослойно облекло - от свойствата на отделните слоеве и начина на разположението им. Редица изследвания показват, че най-ефективно е отвеждането на влага от тялото, ако с него

контактува хидрофилен материал, който бързо абсорбира потта, а външният слой е изграден от хидрофобни влакна с висока скорост на влагопренос [4, 5, 7, 10, 11].

Костюмите са многослойно облекло, включващо лицева тъкан, хастар и други помощни материали, придаващи форма и стабилност на конструкцията. В контекста на казаното по-горе, за определяне на скоростта на омокряне и влагопренос на костюмите е необходимо изследване на свойствата както на отделните слоеве, така и на формираната многослойна структура.

Подобни изследвания са провеждани и от други автори, но обект на изследване са били площни изделия за спорт, медицински изделия и други [2, 3, 9]. Затова целта на настоящата работа е да се изследват влагопреносните свойства на многослойни структури, предназ-

начени за костюми, състоящи се от лицев плат вълнен тип и хастар от изкуствена коприна на целулозна база.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

За изследването са използвани следните материали:

• лицеве тъкани:

3 тъкани от 100% В с площна маса 180, 200 и 260 g/m²;

3 тъкани от В/ПЕ 50/50 с площна маса 170, 175 и 185 g/m²;

• хастари:

3 тъкани от МА/ВИ с площна маса 85 g/m² в следните съотношения на двата компонента 51/49, 56/44 и 76/24.

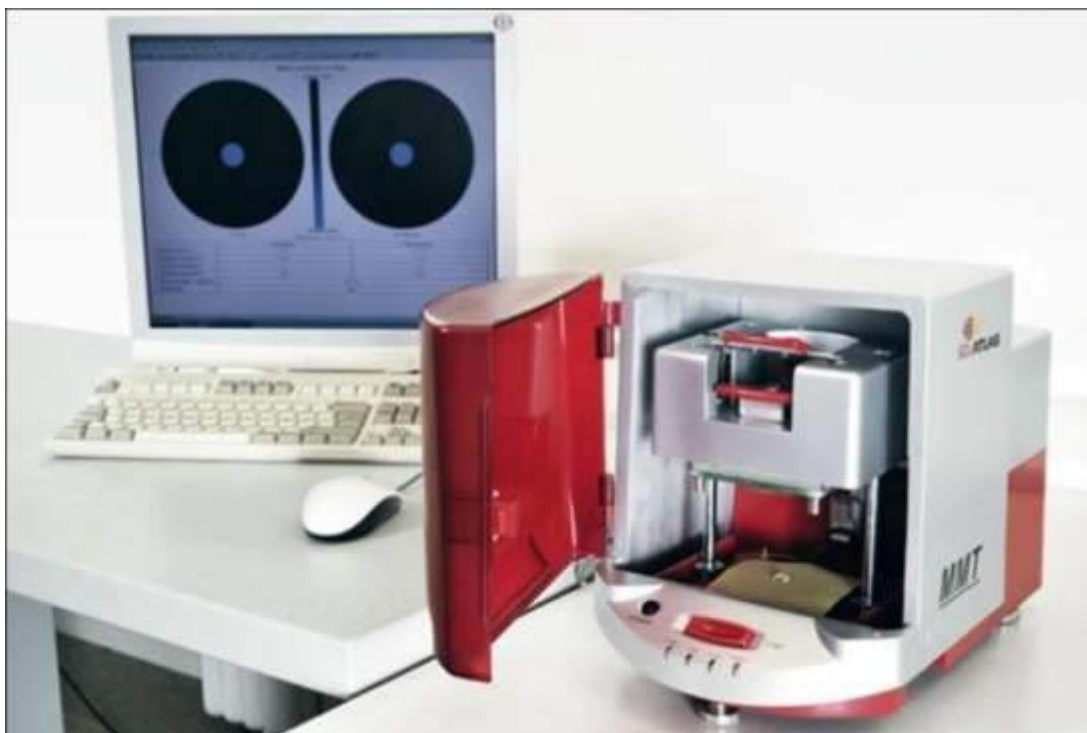
В **Таблица 1** са обобщени основните данни за изследваните тъкани. Всички тъкани са в сплитка лито.

Таблица 1
Характеристика на изследваните тъкани

Тъкани	Код	Състав	Площна маса g/m	Дебелина mm	Гъстина n./dm	
					по основа	по вътък
Лицеве	Л 1	100% Вълна	180	0,44	340	300
	Л 2		200	0,70	200	200
	Л 3		260	0,86	160	140
	Л 4	В/ПЕ 50/50	170	0,40	270	220
	Л 5		175	0,42	300	260
	Л 6		185	0,55	260	240
Хастари	Х 1	МА/ВИ 51/49	85	0,15	460	280
	Х 2	МА/ВИ 56/44			480	280
	Х 3	МА/ВИ 76/24			540	340

Скоростта на омокряне и на влагопренос е измерена с помощта на Moisture Management Tester M290 (SDL Atlas, Великобритания) съгласно изискванията на AATCC Test Method 195 Liquid Moisture Management Properties of

Textile Fabrics [1]. Изследвани са по 5 проби от вариант, като при многослойните структури на капването е осъществявано върху хастара, с цел за се симулира преносът на пот от човешкото тяло към околната среда.



Фигура 1 Общ вид на уред на Moisture Management Tester M290

Оценката на свойствата на изследваните еднослойни и многослойни структури е извършена според скалата, дадена в **Таблица 2**.

Таблица 2

Скала за оценка на способността за омокряне и влагопренос

Характеристика	1	2	3	4	5
Време за омокряне, [s]	≥ 120	20–119	5–19	3–5	<3
	Не се омокря	Бавно	Средно	Бързо	Много бързо
Скорост на водопоглъщане, [%/s]	0–10	10–30	30–50	50–100	>100
	Много бавно	Бавно	Средно	Бързо	Много бързо
Максимален радиус на омокряне, [mm]	0–7	7–12	12–17	17–22	>22
	Не се омокря	Малко	Средно	Бързо	Много бързо
Скорост на омокряне, [mm/s]	0–1	1–2	2–3	3–4	>4
	Много бавно	Бавно	Средно	Бързо	Много бързо
Сумарен индекс на еднопосочен транспорт, [%]	<50	50–100	100–200	200–400	>400
	Много слабо	Слабо	Добро	Много добро	Отлично
Общ капацитет на влаготранспорт, [-]	0–0,2	0,2–0,4	0,4–0,6	0,6–0,8	>0,8
	Много слабо	Слабо	Добро	Много добро	Отлично

Резултатите от изпитванията на единичните слоеве са обобщени в **Таблица 3**.

Таблица 3

Обобщени резултати за влагопреносните свойства на лицевите тъкани и хастарите

	Wetting Time Top, [sec]	Wetting Time Bottom, [sec]	Top Absorption Rate, [%/sec]	Bottom Absorption Rate, [%/sec]	Top Max Wetted Radius, [mm]	Bottom Max Wetted Radius, [mm]	Top Spreading Speed, [mm/sec]	Bottom Spreading Speed, [mm/sec]	Accumulative one-way transport index, [%]	ОММС
Л 1	3,36	3,43	16,34	18,00	15	25	2,96	3,21	254,83	0,55
Л 2	3,43	3,28	18,71	28,89	25	25	4,95	5,24	215,06	0,60
Л 3	5,59	6,24	28,65	37,51	15	15	2,04	1,95	303,77	0,55
Л 4	3,11	3,21	20,24	28,31	23	22	3,90	3,80	102,21	0,45
Л 5	1,97	2,06	18,29	19,34	15	15	6,26	3,80	273,47	0,61
Л 6	2,18	1,93	19,59	18,15	15	14	4,05	3,66	389,93	0,72
Х 1	4,28	4,43	12,21	12,53	12	11	1,57	1,62	578,33	0,54
Х 2	4,74	4,24	18,48	32,14	18	30	2,53	9,92	424,21	0,81
Х 3	15,30	3,81	4,23	20,96	5	30	0,34	11,95	591,94	0,78

Те показват, че времето за омокряне на горната и долната повърхност на чисто вълнените лицеви платове се движи в тесни граници - от 3,3 до 3,4 s. Изключение прави единствено плат Л3, който има по-завласена повърхност и е по-обемен, което възпрепятства омокрянето, а благоприятства абсорбцията. Времето за омокряне е с около 60% по-високо, респ. скоростите на омокряне на горната и долната повърхност са значително по-ниски. Обратно, скоростите на абсорбция на тъкан Л3, са с приблизително същия процент по-високи. По-високата степен на абсорбция рефлектира и върху по-високата скорост на еднорасичен транспорт - 304% спрямо 215÷255% за тъкани Л2 и Л1, респективно. Обобщеният индекс на влаготранспорт за тъканите от 100% В е в тесни граници и е между 0,5 и 0,6.

При тъканите от В/ПЕ 50/50 времето за омокряне е по-малко спрямо това за 100% В - между 1,9 и 3,2 s, съответно скоростите на омокряне са по-големи. Индексът на еднорасичен транспорт се влияе силно от площната маса на тъканта, като нараства с увеличаването ѝ. Това води и до повишване на обобщения индекс на влаготранспорт от 0,5 до 0,7.

Хастарите имат висок сумарен индекс на еднорасичен транспорт, средно два пъти по-висок от този на лицевите платове. Това гарантира лесно отвеждане на потта от човешкото тяло. По-добри са и влагопреносните им свойства като цяло.

На **Фигура 2** и **3** са представени измененията за двете основни характеристики за влагопренос, оказващи влияние върху влагокомфорта - индексът на еднорасичен транспорт и обобщения индекс на влаготранспорт.



Фигура 2 Индекс на еднопосочен транспорт на единичните тъкани

На втория етап е проведено изследване за определяне на влагопреносните свойства на двуслойните структури. Направена е пълна комбинация от тестваните лицеви тъкани и хастари - общо 18 варианта. Както бе споменато и по-горе, на капването с физиологичен разтвор е извършвано върху хастарите, като е проследявано протичането на процесите на омокряне и трансфера на разтвора в текстилните структури.

Резултатите са обобщени в **Таблица 4**.

На **Фигура 4** и **5** са представени измененията на индекса на еднопосочен транспорт и обобщения индекс на влаготранспорт при двуслойни структури с лицев плат от 100% В, а на **Фигура 6** и **7** - същите характеристики, но при лицев плат от В/ПЕ 50/50.



Фигура 3 Обобщен индекс на влаготранспорт на единичните тъкани

Таблица 4

Обобщени резултати за влагопреносните свойства на двуслойните структури

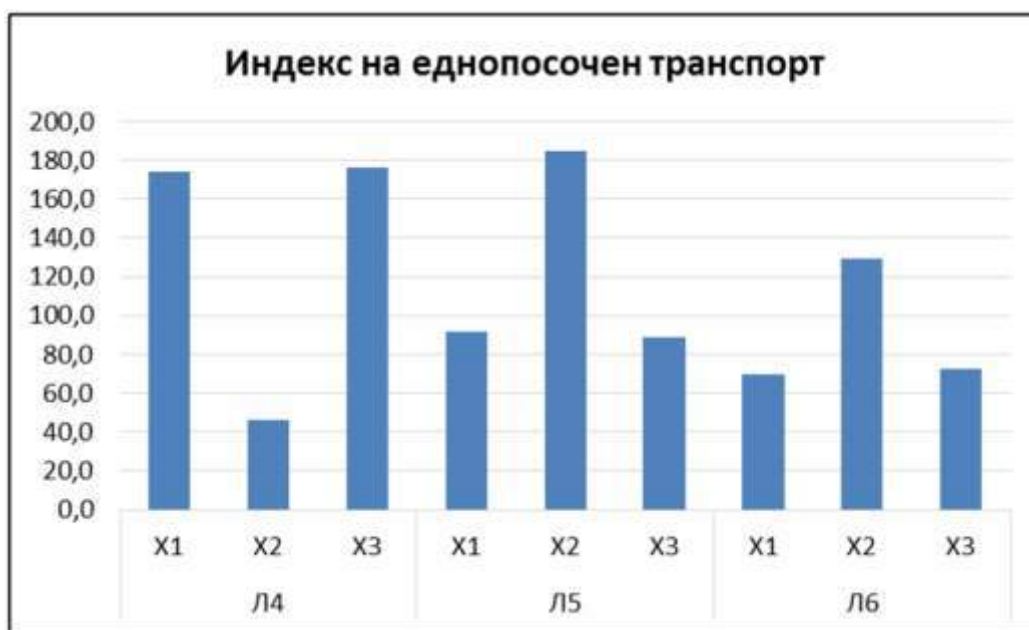
Лицев плат	Хастап	Wetting Time Top, [sec]	Wetting Time Bottom, [sec]	Top Absorption Rate, [%/sec]	Bottom Absorption Rate, [%/sec]	Top Spreading Speed, [mm/sec]	Bottom Spreading Speed, [mm/sec]	Accumulative one-way transport index, [%]	OMMC
Л 1	X 1	2,7	2,6	21,6	29,3	4,0	4,3	188,2	0,6
	X 2	3,0	2,8	20,0	23,9	4,4	4,9	25,2	0,4
	X 3	4,2	2,9	13,2	34,7	2,2	4,2	182,0	0,6
Л 2	X 1	4,2	3,4	17,8	25,8	2,7	3,4	70,1	0,4
	X 2	4,0	3,3	17,2	26,7	3,0	3,9	154,6	0,5
	X 3	4,1	3,3	17,8	23,2	3,1	3,7	54,2	0,4
Л 3	X 1	4,9	3,9	16,6	21,8	2,2	2,7	33,4	0,3
	X 2	5,1	4,0	14,4	21,0	2,2	2,7	66,3	0,3
	X 3	5,4	3,8	11,1	20,9	1,7	3,2	106,7	0,4
Л 4	X 1	3,2	3,0	25,7	24,5	3,9	4,4	174,0	0,5
	X 2	3,1	3,0	19,3	20,2	4,2	4,8	46,4	0,4
	X 3	3,8	3,1	19,4	23,9	3,4	4,5	176,6	0,5
Л 5	X 1	3,6	3,1	18,9	19,3	3,9	4,5	91,8	0,4
	X 2	3,2	2,9	21,3	21,9	4,3	5,2	184,5	0,5
	X 3	3,5	2,9	19,8	24,7	4,4	5,3	89,0	0,4
Л 6	X 1	3,1	2,9	19,6	23,4	4,1	4,8	69,5	0,4
	X 2	3,1	2,8	19,8	22,8	4,3	5,7	129,1	0,5
	X 3	3,3	2,9	21,3	26,8	4,3	5,6	72,3	0,4



Фигура 4 Сумарен индекс на еднопосочен влаготранспорт на двуслойни структури с лицев плат от 100% В



Фигура 5 Обобщен индекс на влаготранспорт на двуслойни структури с лицеv плат от 100% В



Фигура 6 Сумарен индекс на еднопосочен влаготранспорт на двуслойни структури с лицеv плат от В/ПЕ 50/50



Фигура 7 Обобщен индекс на влаготранспорт на двуслойни структури с лицев плат от В/ПЕ 50/50

Резултатите показват, че при двуслойните системи най-добър пренос на влага се осъществява при лицеви тъкани с по-ниска площна маса. Тъй като не е установено влияние на състава

на хастара, графиките са обобщени чрез усредняване на данните за отделните хастари (*Фигура 8*).



Фигура 8 Влияние на площната маса на лицевия плат върху индекса на еднопосочен транспорт при двуслойните системи

ИЗВОДИ

Проведено е изследване за определяне влиянието на състава на материала и площната маса върху скоростите на омокряне и влагопренос на двуслойни структури, състоящи се от тъкани вълнен тип и хастари от изкуствена коприна. Използвани са материали с приложение за официални мъжки и дамски костюми.

Получените резултати позволяват да се направят следните изводи:

- 1. Чисто вълнените платове** се характеризират с бързо омокряне на горната и долната повърхност - в рамките на 3,33,4 s. Единствено при плат ЛЗ омокрянето е средно бързо - между 5,6 и 6,2 s, но той има по-завласена повърхност и е по-обемен. Сравнително високата степен на омокряне е съпроводено с относително ниска скорост на абсорбция. Само за материал ЛЗ скоростта на абсорбция надхвърля границата от 30 %/s, което позволява той да бъде класифициран като средно бързо абсорбиращ. Сумарните индекси на едноразсочен транспорт са над 200%, което ги нарежда в групата на материалите с добри трансфериращи влагата свойства. Най-добри влагопреносни свойства от чисто вълнените материали има материал ЛЗ, като стойността на едноразсочния индекс на влаготранспорт при него достига 304% (при 215255% за тъканите Л2 и Л1). Обобщеният индекс на влаготранспорт за тъканите от 100% В е в границите 0,50,6, което ги причислява към материалите със средно добри влагопреносни свойства.
- 2. Тъканите от В/ПЕ 50/50** се омекват по-бързо от чисто вълнените - между 1,9 и 3,2 s, съответно скоростите на омокряне са по-големи, а на абсорбция - по-ниски. Причината е наличието на ПЕ, който има добри влагопреносни и слаби сорбционни свойства. Индексът на едноразсочен транспорт се влияе от площната маса на тъканта, като нараства с увеличаването ѝ, достигайки до 390%. Това води и до повишаване на обобщения индекс на влаготранспорт от 0,5 до 0,7, достигайки до ниво "много добър".
- 3. Хастарите от МА/ВИ** се омекват сравнително по-бавно в равнината на тъканта

(горна и долна) от вълнените и вълнен тип платове, като пренасят течността във вертикална посока. Поради тази причина имат висок сумарен индекс на едноразсочен транспорт, средно два пъти по-висок от този на лицевите платове. Това гарантира лесно отвеждане на потта от човешкото тяло. По-добри са и влагопреносните им свойства като цяло, достигайки до стойности от около 0,8. Не е установено влияние на съотношението на двата компонента в хастара върху влагопреносните им свойства, дължащо се на факта, че и медноамонячните и вискозните влакна имат еднаква природа (на база на регенерирана целулоза).

- 4. Двуслойните структури** имат добра скорост на омокряне, като скоростта на омокряне на долната повърхност (лицевия плат) е с 20 до 30% по-голяма от тази на горната повърхност (хастара). Причината е в състава на двата слоя тъкани и съответства на получените резултати от изследването на единичните слоеве. Двуслойните структури с лицев плат от В/ПЕ имат с 35,6% по-висока скорост на омокряне на долната повърхност от тези, произведени само от вълнени влакна. По-голяма е и скоростта на абсорбция на долната повърхност - с 12% при тъканите от В/ПЕ и с 52% при тъканите от 100% В. Наличието на два слоя тъкани води до понижаване на сумарния индекс на едноразсочен транспорт. Ако при единичните слоеве стойностите му се намират в границите на 100 до 400% за лицевите платове и 420600% за хастарите, то при двуслойните структури той не надхвърля 200%. Ефектът е резултат от по-голямата дебелина на материала, респ. по-голямото разстояние, което течността трябва да измине, и наличието на въздушен слой между двата слоя тъкани. Средната стойност на индекса общо за лицевите платове е 106% (98% за чисто вълнените платове и 116% за смес В/ПЕ). Силно занижаване се наблюдава и при обобщения индекс на влаготранспорт - за единичните лицеви тъкани той е средно 0,6, за хастарите - 0,7, а за двуслойните структури - 0,45.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Използването на хастар от МА/ВИ води подобри влагопреносни свойства на облеклото от вълнен и вълнен тип плат, отвеждайки влагата от тялото.

По-ефективен трансфер на влага се извършва, ако лицевият плат не е чисто вълнен, а в смес с ПЕ. Подобряване на трансфера се постига и с намаляване на площната маса на лицевия плат.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] AATCC Test Method 195, Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics, 2011.
- [2] Atalay O., S. K. Bahadir, F. Kalaoglu, An Analysis on the Moisture and Thermal Protective Performance of Firefighter Clothing Based on Different Layer Combinations and Effect of Washing on Heat Protection and Vapour Transfer Performance, *Advances in Materials Science and Engineering*, 2015, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/540394>.
- [3] Mallikarjunan K., T. Ramachandran, B. Geetha Manohari, Comfort and Thermo Physiological Characteristics of Multilayered Fabrics for Medical Textiles, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, Volume 7, Issue 1, 2011.
- [4] Öner E., H. Atasagunb, A. Okura et al., Evaluation of Moisture Management Properties on Knitted Fabrics, *Journal of the Textile Institute*, Vol. 104, Iss. 7, 2013, pp. 699-707.
- [5] Patent US 4898007, Moisture Management Sock, 1990.
- [6] Patent US 5297296, A Multi-layer moisture management elastic fabric, 1994.
- [7] Patent US 6341505, Moisture Management Sock, 2002.
- [8] Patent EP 1481599 A2, Moisture managing undergarment, 2004.
- [9] Suganthi T., P. Senthilkumar, Moisture-management properties of bi-layer knitted fabrics for sportswear, *Journal of Industrial Textiles*, 2017, <https://doi.org/10.1177/1528083717692594>.
- [10] Германова-Кръстева Д., А. Хараламбус. Влияние на параметрите на нишките върху влагопреноса в чорапни изделия, *Текстил и облекло*, бр. 7-8, 2015, ISSN: 1310-912X, стр. 174-180.
- [11] Германова-Кръстева Д., Влагопренос в текстилни структури, Монография, Издателство на ТУ-София, С., 2015.