

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРЕНОСА НА ВЛАГА ПРИ ТЪКАНИ ЗА ВРЪХНИ ОБЛЕКЛА ЗА ЗАЩИТА ОТ СТУД

Елена Георгиева, Радостина А. Ангелова, Христина Конова

Резюме

Работата представя резултати от изследване на преноса на влага при тъкани, използвани като лицев плат за изработване на върхни облекла за защита от студ с уред MMT (Moisture Management Tester). Анализът на получените резултати показва способността на изследваните образци да транспортират влага чрез пространствена оценка и защитните свойства на върхните облекла, изработени от тях.

Ключови думи: Moisture Management Tester, тъкани, защита от студ, пренос на влага

Study of the moisture transport in fabrics for topcoats for protection from cold

Elena Georgieva, Radostina A. Angelova, Hristina Konova

Abstract

Results from an investigation of the moisture transport in fabrics, used as topcoats for protection from cold, with MMT (Moisture Management Tester), are presented. The analyses of the results obtained show both the ability of the studied samples to transfer liquids through 3D assessment and the protective properties of the topcoats, made from them.

Keywords: Moisture Management Tester, woven fabrics, protection from cold, liquid transport

ВЪВЕДЕНИЕ

Преносът на влага през площните изделия се свързва с термофизиологичния комфорт, сорбционните свойства, бързото съхнене и други специфични изисквания при експлоатацията на облеклата. При върхните облекла стремежът е към съчетаване на водоустойчивост на външния слой с „дишаща способност“ [9, 17]. В условията на валеж, задържането на влага от външния слой повишава теглото на върхното облекло и затруднява извършването на съответните дейности, а преносът на влага към вътрешните текстилни слоеве може да доведе до прекалено охлаждане на тялото [20]. В същото време преносът на водни пари от тялото навън трябва да е гарантирано от всеки един от текстилните слоеве от кожата до въздуха около тялото, за да намали опасността от появата на топлинен дискомфорт [3].

Редица изследвания са посветени на разработването на методи и средства за управление на преноса на влага през площни текстилни изделия. Използват се микровлакна [13], влакна с неправилно напречно сечение [6], композитни обвивни влакна (напр. сърцевина от ПА, обвита в частично абсорбираща смола) [8], предачни смеси от хидрофилни и хидрофобни влакна [12] и др. Контролът на преноса на влага се осъществява чрез използване на нишки с различна степен на хидрофилност при многослойни структури [18], биомимически структури [6] и др.

Преносът на влага при площните изделия може да се осъществи както в равнината на плата, така и в перпендикулярна посока, като са налице различни методи за оценка. Визуална оценка е използвана при изследването на преноса на влага в равнината на плата [10], а също и оценка чрез измерване на електрическата проводимост [2, 17]. Използва се и гравиметричен метод за оценка на влагопреноса през единичен текстилен слой, система от

текстилни слоеве и слоеве облекла [7, 16, 19]. Съвременните методи за оценка включват и топлинни манекени с функция за изпотяване [5], магнитен резонанс [14] и неутронна радиография [15].

В настоящата работа за изследване на преноса на влага се използва метод и уред ММТ (Moisture Management Tester), които позволяват да се оцени пространственият пренос на влага в площни текстилни изделия в една единствена стъпка чрез измерване на електрическата проводимост. Изследват се тъкани, използвани като външен (лицев) слой за изработване на връхни облекла за защита от студ. Целта на изследването е да оцени преноса на влага през образците, като сравни омокрянето на външната и вътрешната страна на единичния слой чрез използване на стандартизирани характеристики за пренос на влага, съгласно [2].

ОПИСАНИЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Изследвани са 7 образца тъкани площни изделия, използвани като външен слой при изработване на връхни облекла за защита от студ. Техните геометрични, масови и структурни характеристики са определени чрез методики за анализ на тъкани [1] и са обобщени в Таблица 1. Данните за състава на платовете са посочени от производителя на облеклата.

Таблица 1. Описание на изследваните тъкани

Код на образца	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Дебелина, mm	0.56	0.18	0.95	0.16	0.23	0.25	0.23
Площна маса, g/m ²	171	86	289	76	129	181	149
Гъстина по основа, n/dm	170	380	232	348	240	400	400
Гъстина по вътък, n/dm	170	570	635	537	170	500	400
Сплитка	кепър	кепър	кепър	лито	лито	кепър	кепър
Състав	ПЕ 100%	ПА/ПУ 90/10%	П100%	ПЕ 100%	ПЕ 100%	ПЕ 100%	ПЕ 100%

За всеки образец с размер 8x8 cm са извършени 5 измервания с уреда ММТ, съгласно посочената в [2] методика. Въз основа на получените данни софтуерът на уреда изчислява следните характеристики:

- Време за омокряне на горната (WTT) и долната (WTB) повърхност, s;
- Скорост на водопоглъщане на горната (TAR) и долната (BAR) повърхност, %/s;
- Максималния радиус на омокряне на горната (MWRT) и долната (MWRB) повърхност, mm;
- Скорост на омокряне на горната (TSS) и долната (BSS) повърхност, mm/s;
- Сумарен индекс на еднопосочен транспорт (R_{index}) – от горе на долу, mm²/s;
- Общ капацитет на влаготранспорт (OMMC).

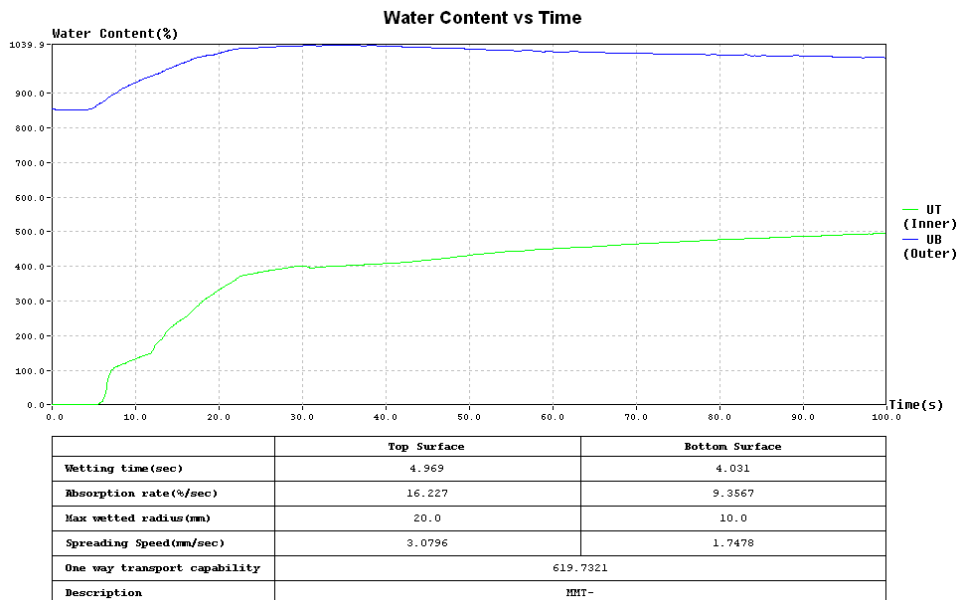
РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

В Таблица 2 са посочени резултатите от експерименталното определяне на преноса на влага. На Фиг. 1 е посочена графика на процеса на омокряне при единично изпитване на образец A2, а на Фиг. 2 – графика на площта на омокряне при същия образец. Подобно на характеристиките, тези графики се извеждат автоматично от уреда.

Очевидно е, при омокряне в посока от горната към долната повърхност, че влагосъдържанието на горната повърхност на образца (Фиг. 1) е много по-голямо от това на долната през целия период на отчитането от уреда. Времето за омокряне на двете повърхности обаче е почти еднакво, но с течение на изпитването влагосъдържанието на долната повърхност непрекъснато расте, докато това на горната достига максимум и започва слабо да намалява поради естествения процес на изпарение на течността.

Таблица 2. Резултати от определяне на преноса на влага

Образец	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
WTT, s	6.52	2.36	3.99	1.86	2.76	16.96	6.13
WTB, s	5.49	1.82	4.29	2.27	3.49	69.78	39.31
TAR, %/s	8.65	14.07	17.32	13.39	18.45	26.01	24.70
BAR, %/s	17.66	8.99	13.24	9.03	6.48	1.09	3.02
MWRT, mm	13	22	17	24	14	5	5
MWRB, mm	10	10	14	10	10	0	1.67
TSS, mm/s	1.73	5.82	2.75	6.11	4.00	0.29	1.02
BSS, mm/s	2.03	3.99	2.25	3.76	2.19	0	0.15
R _{index} , %	112.63	496.53	1174.07	655.24	1119.06	-13.03	1148.46
OMMC, -	0.29	0.71	0.61	0.71	0.60	0.04	0.50



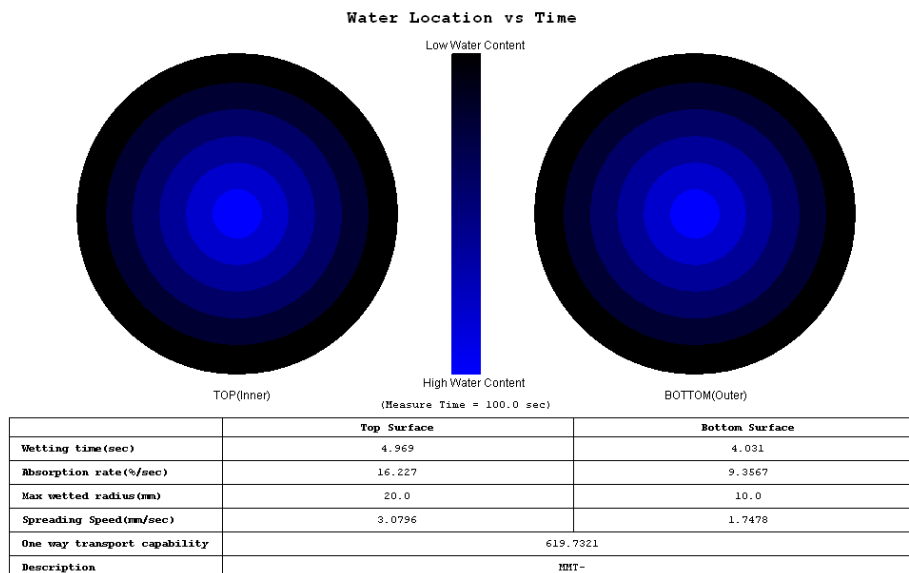
Фигура 1. Графика на процеса на омокряне при единично изпитване на образец A2

Изображението на Фиг. 2 позволява образецът да се характеризира като бавно поглъщаща и бавно съхнеща тъкан, при която усвояването и разпространението на течността е бавно, а еднопосочният транспорт се определя като „лош” [2].

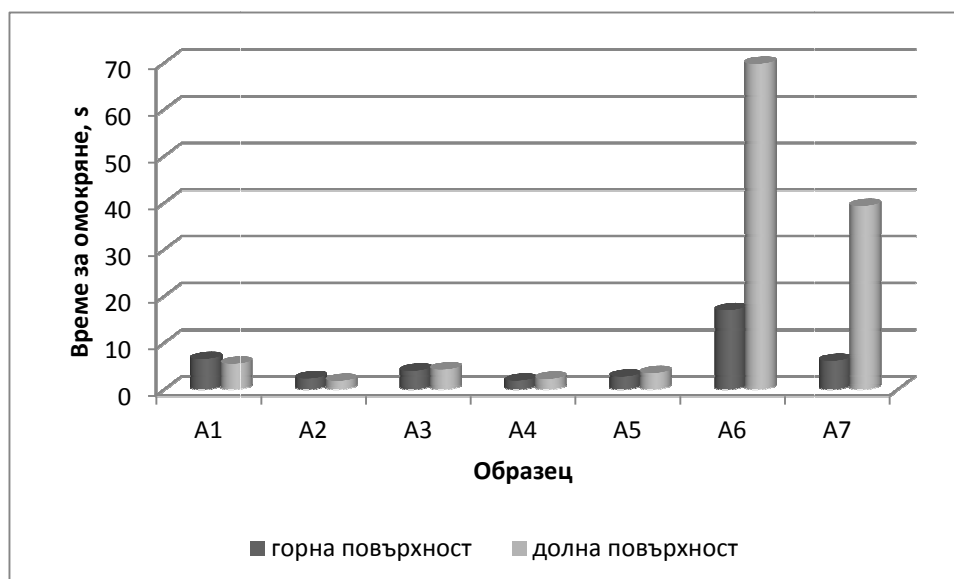
На Фиг. 3 е представено сравнението между времето за омокряне на горната и долната повърхност на плата. Съгласно описаните скали на тази характеристика (Атлас) образци A1-A5 се характеризират с много бързо и/или бързо омокряне на двете повърхности. При образци A6 и A7 омокрянето е бавно. Статистическата проверка за сравнение на средните стойности (проведена за всички измервания при $\alpha = 0.05$) показва, че доказана разлика между стойностите за времето на омокряне на двете повърхности има само при A6 и A7. Тази разлика се дължи на нанесеното върху лицевата страна на тези два плата покритие за водоустойчивост.

Фигура 4 показва сравнение между скоростта на водопоглъщане между горната и долната повърхност на образците. Само при тъкан A1 се наблюдава по-висока скорост на водопоглъщане от долната, в сравнение с горната повърхност. При всички останали платове скоростта на водопоглъщане от горната повърхност е по-висока, като разликата е статистически доказана за всички образци. Като цяло обаче скоростта на водопоглъщане на горната повърхност е много бавна при тъкан A1 и бавна при всички останали тъкани, а

скоростта на водопоглъщане на долната повърхност е бавна при образци A1 и A3 и много бавна при всички останали.

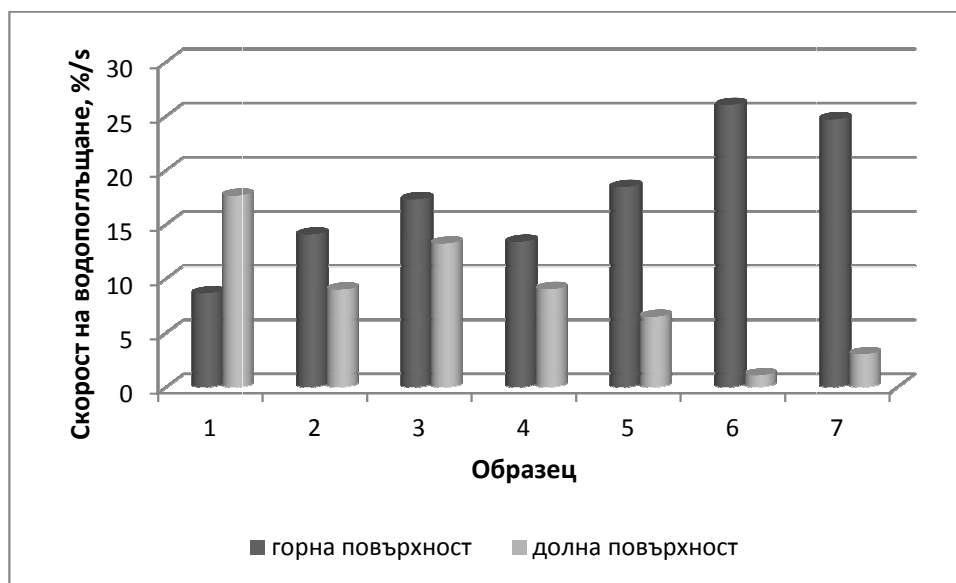


Фигура 2. Площ на омокряне при единично изпитване на образец A2

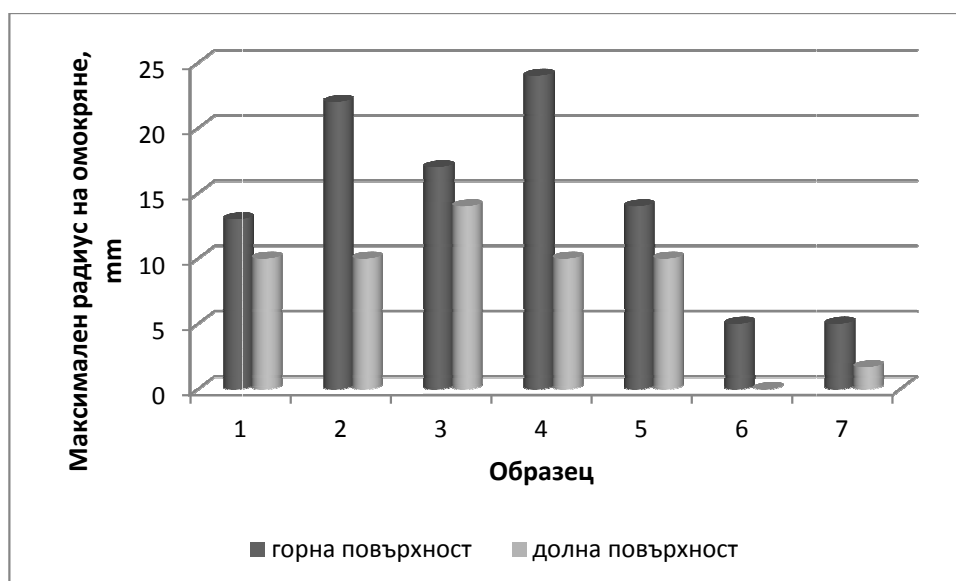


Фигура 3. Време за омокряне на горната и долната повърхност на образците

Скалата на цифровите оценки на характеристиките определя, че според максималния радиус на омокряне на горната повърхност преносът на течност е много бърз при A4 и среден до бърз при образци A1 - A3 (Таблица 2). Тъкан A5 се омокря бавно, а A6 и A7 не се омокрят. Аналогичната характеристика за долната повърхност определя тъкани A1 - A5 като бавно омокрящи се, а тъкани A6 и A7 отново не се омокрят. Фигура 5 онагледява резултатът, че при всички образци радиусът на омокряне на долната страна на тъканта е по-малък, като резултатът е статистически подсигурен. Това означава, че преносът на влага към по-долния текстилен слой (най-често вата от нетъкан текстил) ще е значително по-малък в условия на валеж.



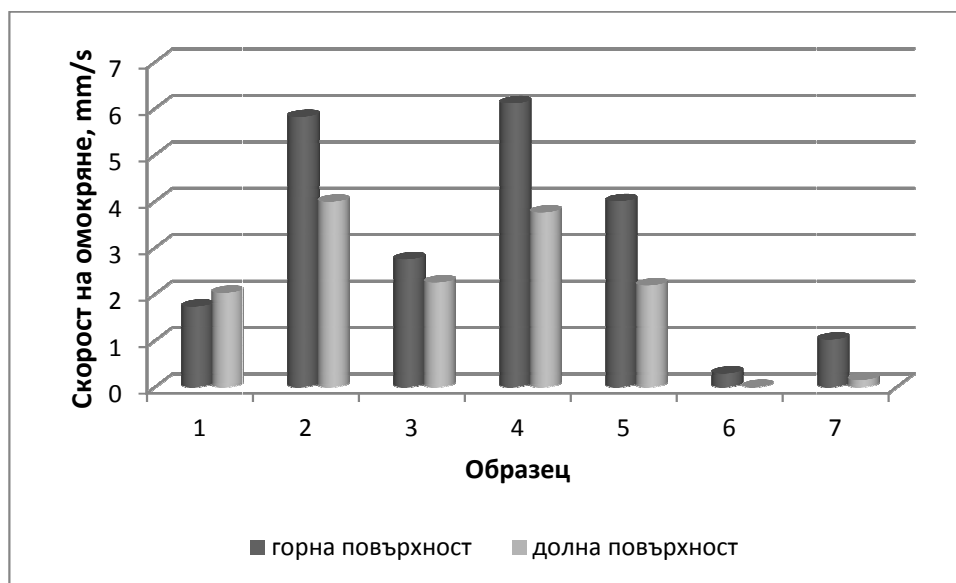
Фигура 4. Скорост на водопоглъщане на горната и долната повърхност на образците



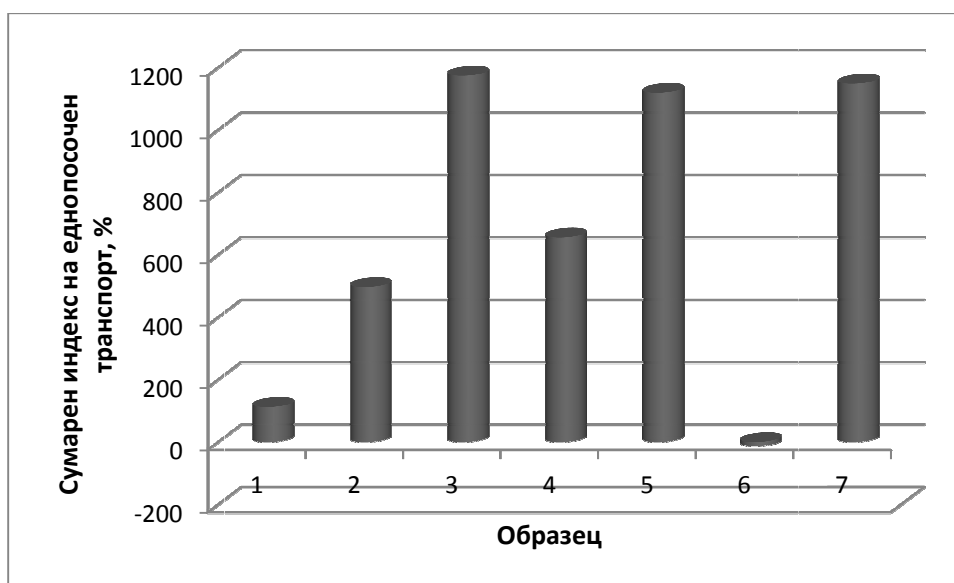
Фигура 5. Максимален радиус на омокряне на горната и долната повърхност на образците

На Фиг. 6 са обобщени резултатите за скоростта на омокряне на горната и долната повърхност. Очевидно е, че при всички образци скоростта на омокряне на горната повърхност е по-висока, с изключение на тъкан А1 (както е и при резултатите на Фиг. 4 за скоростта на водопоглъщане), но между двете средни стойности при А1 няма статистически доказана разлика. Съгласно тази характеристика най-подходящи за връхни облекла са образци А6 и А7, които се омокрят много бавно до бавно. Горната повърхност на образци А2 и А4 се омокря много бързо, в съчетание с бързо омокряне на долната повърхност, което е недостатък при използване за връхни облекла.

Сумарният индекс на еднопосочен транспорт, резултатите за който са показани на Фиг. 7 обобщава преноса на влага от горната към долната повърхност. Установява се, че този процес е много слаб при тъкан А6 и добър при А1, а при останалите образци експериментално получените стойности го определят като отличен.



Фигура 6. Скорост на омокряне на горната и долната повърхност на образците



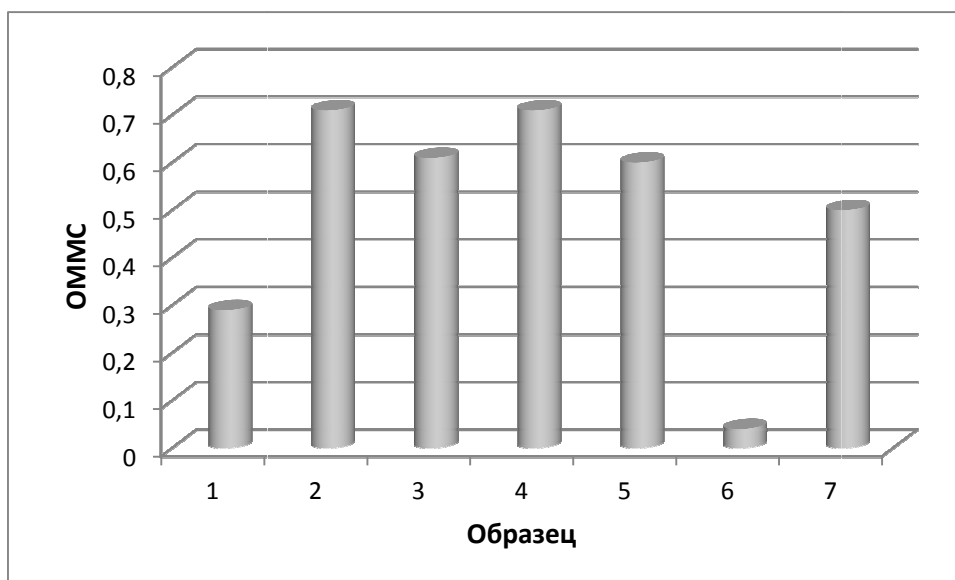
Фигура 7. Сумарен индекс на еднопосочен транспорт на образците

Фигура 8 илюстрира резултатите за ОММС – общия капацитет на транспорт на влага през образеца. Тази безразмерна величина отразява способността за транспортиране на течности и във вертикална, и в хоризонтална посока. Съгласно получените стойности от измерването с най-добри показатели са отново образци А6 (много слаба способност) и А1 (слаба способност), а всички останали транспортират влагата в двете направления добре и много добре, което намалява защитните свойства на връхните облекла, изработени от тях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследваните седем тъкани платове, използвани за изработка на връхни облекла за защита от студ, показват различно поведение при транспорта на течност в равнината на плата и в перпендикулярна посока. Използваните характеристики за оценка на преноса на влага, свързани с изпитванията с уреда ММТ, показват наличие на статистически доказани

разлики между поведението на горната и долната повърхност на образците в повечето от изследваните случаи. Съществена част от характеристиките показват способността на горната повърхност да играе роля на защитна бариера към проникването на влага и влагопоглъщането от долната повърхност, което би намалило риска от разпространение на влага към вътрешните слоеве на върхното облекло или към горното облекло.



Фигура 8. Общ капацитет на влаготранспорт при образците

Обобщаващите характеристики - сумарен индекс на еднопосочен транспорт и общ капацитет на влаготранспорт позволяват обаче да се направи заключението, че върхните облекла, изработени от образците А1 и А6 ще осигурят най-добра защита на индивида по отношение на преноса на влага от околната среда към човешкото тяло в условията ба валеж.

БЕЛЕЖКА

Изследването в работата е финансирано от научно-изследователски проект в помощ на докторанти No 142 ПД 0045-02.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дамянов Г., Г. Чобанов, Проектиране и строеж на тъканите, ВМЕИ, 1988.
2. AATCC 195-2012, Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics, American Association of Textile Chemists and Colorists, 2012.
3. Angelova R.A., Textiles – An Important Factor for Thermal Comfort, EuroAcademy on Ventilation and Indoor Climate, Course 1 “Indoor Air Quality and Thermal Comfort”, Pamporovo, Bulgaria, ISBN-10: 954-91681-4-X, ISBN-13: 978-954-91681-4-3, pp. 210-219, 19-26 October 2006.
4. Birrfelder P., M. Dorrestijn, Ch. Roth. R. M. Rossi, Effect of fiber count and knit structure on intra- and inter-yarn transport of liquid water, Textile Research Journal, vol. 83(14), pp. 1477–1488, 2013.
5. Celcar D., H. Meinander, J. Gersak, Heat and Moisture Transmission Properties of Clothing Systems Evaluated by using a Sweating Thermal Manikin under Different Environmental Conditions, Int. J. of Clothing Science and Technology, Vol. 20 No. 4, pp. 240-252, 2008.
6. Chen Q., J. Fan, M. Sarkar, G. Jiang, Biomimetics of Plant Structure in Knitted Fabrics to Improve the Liquid Water Transport Properties, Text. Res. J., Vol 80(6), pp. 568–576, 2010.
7. Crow R.M., R. Oszcewski, The Interaction of Water with Fabrics, . Textile Res. J., vol. 68 (1), pp. 280–288, 1998.

8. Doi, M., Sugaya, T., and Ohashi, S., Moisture-absorbing/releasing Synthetic Fiber and Fabric Using the Same, US Patent No: 6,403,216 B1, 2002.
9. Gretton J.C., D.B. Brook, H.M. Dyson, S.C. Harlock , Moisture Vapor Transport Through Waterproof Breathable Fabrics and Clothing Systems Under a Temperature Gradient, Textile Res. J., vol. 68 (12), pp. 936-941, 1998.
10. Harnett P.R., P.N. Mehta, A Survey and Comparison of Laboratory Test Methods for Measuring Wicking, Textile Research Journal, vol. 54(4), pp. 471–478, 1984.
11. Karthik P., H.R. Arunkumar, S. Sugumar. Moisture Management Study on Inner and Outer Layer Blended Fleece Fabric. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). Vol. 1 Issue 7. pp. 1-13. 2012.
12. Katz, M., Synthetic Fiber Fabrics with Enhanced Hydrophilicity and Comfort, US Patent No: 5,888,914, 1999.
13. Kim S. H., S. J. Kim, K.W. Oh, Water Absorption and Mechanical Properties of Pile-knit Fabrics Based on Conjugate N/P Microfibers, Textile Res. J. 73(6), pp. 489–459, 2003.
14. Leisen J., H. Beckham, Quantitative Magnetic Resonance Imaging of Fluid Distribution and Movement in Textiles, Textile Res. J., vol. 71., pp. 1033–1045, 2001.
15. Reifler F.A., E. Lehmann, G. Frei et al., The Method of Neutron Imaging as a Tool for the Study of the Dynamics of Water Movement in Wet Aramid-Based Ballistic Body Armour Panels,. Measurements in Science and Technology, vol 17, pp. 1925–1934, 2006.
16. Rossi R.M., R. Gross. H. May, Water Vapor Transfer and Condensation Effects in Multilayer Textile Combinations, Textile Res. J., vol. 74 (1), pp. 1–6, 2004.
17. Van Langenhove L. P. Kiekens, Textiles and the Transport of Moisture, Textil Asia, vol. 32, pp. 32–34, 2001.
18. Yeh P., L. Shan, Composite Textile Fabric having Moisture Management, US Patent No: 6,432,504 B1, 2002.
19. Yoo S., E. Kim, Effects of Multilayer Clothing System Array on Water Vapor Transfer in Condensation in Cold Weather clothing ensemble, Textile Res. J., vol 78 (3), pp. 189–197, 2008.
20. Zhou L., X. Feng, Y. Du, Y. Li, Characterization of Liquid Moisture Transport Performance of Wool Knitted Fabrics, Textile Research Journal, Vol 77(12), pp 951–956, 2007.

Маг. инж. Елена Чавдарова Георгиева, кат. „Текстилна техника“, докторант, e-mail georgieva@tu-sofia.bg
 Доц. д-р инж. Радостина Ангелова Ангелова, кат. „Текстилна техника“, e-mail radost@tu-sofia.bg
 Гл.ас. д-р инж. Христина Пламенова Конова, кат. „Текстилна техника“, e-mail hristina.konova@tu-sofia.bg