

RESPIRABILITATEA MATERIALELOR PENTRU ÎNCĂLȚĂMINTE

Alina IOVAN DRAGOMIR, Daniela FĂRÎMĂ

Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

Abstract: The paper presents an original way to determined the breathability of the upper used to autom-winter shoes. The methodology can be used for any type of material or structure. The breathability of the materials used for shoe upper was expressed with a global indicator, breathability Index, I. To calculate this index is necessary to be known the value of air resistance, water vapor resistance and thermal resistance. Because each of this resistances is expressed in a different unit, it was necessary to develop a unitary way to express. In this way, to each resistance was give a value between 1 and 10 and than was summed for each structure.

Keywords: breathability index, footwear, leather, comfort.

Rezumat: Lucrarea prezintă un mod original de apreciere a capacității de respirabilitate a structurilor de încălțăminte destinate sezonului toamna - iarnă. Modul de apreciere poate fi extins pentru alte tipuri de materii prime și structuri de încălțăminte, cu diferite destinații. Respirabilitatea materialelor destinate realizării produselor de încălțăminte s-a apreciat prin valorile rezistenței la trecerea vaporilor R_v , a rezistenței la trecerea aerului R_{pa} și a rezistenței termice R_t , sintetizate într-un indicator global numit indice de respirabilitate I. Ținând cont de faptul că valorile celor trei caracteristici de confort sunt exprimate în unități de măsură diferite, s-a impus găsirea unui mod unitar de exprimare a acestora. Astfel, valoarea indicelui de respirabilitate I s-a obținut în mod obiectiv, prin acordarea de puncte de la 0 la 10, în corelație cu cerințele impuse de domeniul de utilizare a structurilor de încălțăminte analizate. În baza valorilor obținute pentru indicele de respirabilitate s-au realizat reprezentări grafice adimensionale, care ușurează aprecierea rezultatelor cercetărilor.

Cuvinte cheie: indice de respirabilitate, încălțăminte, piele, confort.

INTRODUCERE

Corpul uman este un sistem termodinamic deschis, aflat într-o interacțiune permanentă cu mediul exterior prin intermediul schimburilor de substanță și energie. Rolul sistemului vestimentar este acela de a crește limitele de confort ale organismului, forțat să interacționeze cu mediul exterior, chiar și în situația în care acesta nu asigură organismului condiții care să corespundă intervalului de neutralitate, prin reglarea transferului de umiditate și temperatură de la corp către mediu.

În ceea ce privește temperatura membrelor inferioare, opiniile specialiștilor nu sunt unitare. Astfel, Kulesza [1] și Cordes [2] au stabilit temperatura normală a piciorului la 28°C respectiv 27,5°C, Diebschlag [3] între 30 și 33°C, pentru Hensel [4] temperatura normală este de 33°C iar Lorant [5] stabilește un interval, între 28 - 32°C.

Studii recente efectuate de Webb [6] cu privire la relația dintre temperatura mediului ambiant și temperatura medie a piciorului, relevă faptul că la o temperatură ambiantă, de confort de 27°C, temperatura medie a pielii piciorului este de 30,5±0,2°C. Această valoare este confirmată și de un

alt studiu efectuat de Fusako Iwasaki și colaboratorii [7]. Presiunea sângelui la nivelul pielii s-a menținut oarecum constantă la o creștere a temperaturii ambientale de la 22°C la 28°C, dar crește în condițiile expunerii la temperatura de 34°C.

Totodată temperatura corpului poate varia și cu vârsta, aceasta fiind cu 0,6 – 1,2 °C mai mare la nou născuți și sugari și scade apoi cu 0,2°C până la pubertate și încă 0,2°C până la 50 de ani. Apar diferențe privind modificarea temperaturii piciorului la frig sau cald funcție de sex. La 28,5°C, temperatură ambiantă, temperatura pielii piciorului descrește treptat și în maxim 35 minute se stabilizează pentru bărbați la 32,4±1,8°C și pentru femei la 31,1±2,6°C. Scăderea temperaturii mediului până la 21°C determină o scădere treptată a temperaturii pielii piciorului, iar valorile după 120 min au fost semnificativ diferite între bărbați și femei. Temperatura pielii la bărbați a scăzut până la 27,5°C, iar la femei până la 25,8°C [8].

Temperatura membrelor inferioare influențează, în mod direct, temperatura corporală și implicit starea de bine. Din acest motiv, se impune acordarea unei atenții deosebite menținerii unei temperaturi optime, indiferent de condițiile de mediu.

RESPIRABILITATEA MATERIALELOR PENTRU ÎNCĂLȚĂMINTE

Prin urmare, se va analiza corelația dintre valorile rezistenței la trecerea vaporilor, a rezistenței la trecerea aerului și rezistenței termice, care pentru sezonul toamnă – iarnă se impun a fi cât mai mari. Aceasta, pentru că atât aerul cât și vaporii de transpirație care trec de la suprafața piciorului, prin încălțăminte spre mediu sunt calzi, deci se pierde căldură, iar în sezonul toamnă – iarnă aceste pierderi termice trebuie să diminueze.

140°C, cu ajutorul unei prese, la presiune de 4 atm și un timp de presare de 6 sec.

Tabelul 1. Materiale analizate

Subansamblul	Denumire material/Cod	δ [mm]
Fata (X)	Bizon / A3 Obținut din piele bovină, neuns și cu față naturală	2,438
Căptușeli interioare (Z)	Menșină porcine /B1 Sortiment obținut din piele porcine tăbăcită în Cr	1,014
	Menșină bovine /B2 Sortiment obținut din piele bovine tăbăcită în Cr	1,137
	Căptușelă ECO /B3 Material sintetic obținut din PU coagulat	0,743
	Respira /B4 Material sintetic poros	0,929
Căptușeli intermediare (Y)	Tricot termoadeziv/ C3	3,158
	Tricot termoadeziv /C5	2,594
	Țesătură termoadezivă/ C6	2,967
	Țesătură termoadezivă /C9	2,393

CERCETARI EXPERIMENTALE

Evaluarea obiectivă a confortului presupune un număr mare de metode experimentale printre care un rol important îl ocupă analizele de laborator efectuate pe materiale și structuri pentru încălțăminte.

Studiul se axează pe analiza unor structuri de încălțăminte destinate sezonului toamnă – iarnă, structuri alcătuite din față încălțăminte (X), căptușeli intermediare (Y) și căptușeli interioare (Z) (tabelul 1). Între materialele prezentate în tabelul 1 s-au realizat diferite combinații, rezultând structurile de încălțăminte prezentate în tabelul 2. Structurile obținute s-au codificat, structura codului fiind de forma S_{XYZ} .

În tabelul 1, δ [mm] reprezintă grosimea fiecărui strat de material, determinată conform ISO 2589:2016 (tabelul 2). Valorile permeabilității la vapori s-au determinat experimental ISO 14268:2012 (tabelul 2), valorile permeabilității la aer ISO 9237:1995 (tabelul 2), valorile rezistenței termice ISO 17705:2003 (R2014). Căptușelile termoadezive au fost aplicate pe suport la cald, la o temperatură de

În tabelul 2, δ_{ans} [mm] reprezintă grosimea ansamblului în care s-a introdus și valoarea grosimii stratului echivalent de aer cuprins între straturile de material și în structura fiecărui strat în parte. Materialele destinate încălțăminte au o permeabilitate la aer redusă. Datorită suporturilor din materiale textile și a peliculelor poroase, înlocuitorii au permeabilitate la aer mai bună decât a pieilor.

Tabelul 2. Structuri de încălțăminte- cod, valori experimentale ale caracteristicilor de confort termofiziologic

Nr. crt.	Cod struc. S_{XYZ}	δ_{ans} [mm]	R_v [mm m ² h/g]	R_{pa} [mm m ² h/Kg]	R_t [m ² h°C/Kcal]	P_{Rv}	P_{Rpa}	P_{Rt}	I_r
1	S331	8.940	1.491	1.061	0.3060	9.777	3.531	9.680	22.988
2	S332	9.156	1.406	1.542	0.3161	9.219	5.133	10	24.352
3	S333	8.436	1.485	1.630	0.2894	9.737	5.426	9.155	24.318
4	S334	8.775	1.490	3.004	0.2940	9.770	10	9.300	29.07
5	S351	7.906	0.968	1.247	0.2789	6.347	4.151	8.817	19.315
6	S352	8.123	0.883	1.684	0.2890	5.790	5.605	9.142	20.537
7	S353	7.403	0.962	1.719	0.2623	6.308	5.792	8.298	20.398
8	S354	7.742	0.967	2.951	0.2669	6.340	9.823	8.443	24.606
9	S361	8.592	0.765	1.253	0.2954	5.016	4.171	9.345	18.532
10	S362	8.8082	0.680	1.722	0.3054	4.459	5.732	9.661	19.852
11	S363	8.8084	0.759	1.782	0.2787	4.977	5.932	8.733	19.642
12	S364	8.257	0.764	1.421	0.2833	5.009	4.730	8.962	18.701
13	S391	7.540	1.525	1.314	0.2702	10	4.374	8.547	22.921
14	S392	7.756	1.440	1.737	0.2802	9.442	5.782	8.864	24.088
15	S393	7.036	1.519	1.750	0.2535	9.960	5.825	7.386	23.171
16	S394	7.376	1.524	2.934	0.2581	9.993	9.766	8.299	28.058

PROGRESUL TEHNOLOGIC, REZULTAT AL CERCETĂRII

Destinația structurilor analizate impune pentru cele trei caracteristici de confort valori cât mai mari, în scopul menținerii constante a temperaturii piciorului și implicit a întregii temperaturi corporale. Din analiza datelor experimentale prezentate din tabelul 2, se constată că din punct de vedere rezistență la trecerea vaporilor R_v , cea mai mare valoare de 1,525 [mm m² h/g] o are structura S391. Din punct de vedere transfer de aer, valoarea cea mai mare a rezistenței R_{pa} o are structura S334, cu valoarea de 3,004 [mm m²h/Kg]. Din punct de vedere transfer termic, structura S332 are cea mai mare valoare a rezistenței R_t de 0,3161 [m²h^oc/kcal]. Aceste valori vor fi considerate de referință pentru calculul indicelui de respirabilitate I_r , în scopul aprecierii în mod global a ansamblurilor de încălțăminte studiate. Indicele de respirabilitate este adimensional iar denumirea lui derivă din funcția pe care trebuie să o îndeplinească încălțăminte, aceea de a permite piciorului ”să respire”. Indicele de respirabilitate I_r (tabelul 2, relația 1) s-a calculat acordând 10 puncte celor mai mari valori ale celor trei caracteristici de confort și aplicând regula de trei simple pentru valorile celorlate structuri.

$$I_r = P_{Rv} + P_{Rpa} + P_{Rt} \quad (1)$$

unde: P_{Rv} - punctaj pentru permeabilitatea la vapori;
 P_{Rpa} - punctaj pentru permeabilitatea la aer; P_{Rt} - punctaj pentru rezistența termică.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cu valorile experimentale ale caracteristicilor de confort termofiziologic din tabelul 2, s-a calculat punctajul pentru fiecare caracteristică în parte (tabelul 3) și valoarea indicelui de respirabilitate I_r (tabelul 3).

Apare întrebarea: „Care dintre structurile analizate îndeplinește simultan cerințele impuse de destinație?”. Ideal ar fi ca structura cea mai bună din punct de vedere a caracteristicilor de confort analizate, să aibă un indice de respirabilitate $I_r = 30$ (relația 1).

În cazul punctajelor obținute cu valorile experimentale prezentate în tabelul 2 se va alege ca fiind cea mai indicată destinației alese, structura cu indicele de respirabilitate I_r cât mai apropiat de 30 puncte.

Dintre materialele destinate căptușelilor interioare (tabelul 1) care au un rol decisiv în absorbția transpirației de la nivelul piciorului, meșina de porcine din structura S391, conduce la obținerea valorii celei mai mari a rezistenței la trecerea vaporilor R_v [mm m² h/g] = 1.525. Stratul intermediar din această structura îl constituie țesătura termoadeziva C9. De asemenea din punct de vedere

a transferului de aer, materialul Respira C3 ar fi cel mai indicat, împreună cu o căptușeală intermediară din tricot termoadeziv B3, înglobate în structura S334.

Tabelul 3 - Valorile indicelui de respirabilitate I_r

Nr. crt.	Cod struc.	P_{Rv}	P_{Rpa}	P_{Rt}	I_r
1	S331	9.777	3.531	9.680	22.988
2	S332	9.219	5.133	10	24.352
3	S333	9.737	5.426	9.155	24.318
4	S334	9.770	10	9.300	29.07
5	S351	6.347	4.151	8.817	19.315
6	S352	5.790	5.605	9.142	20.537
7	S353	6.308	5.792	8.298	20.398
8	S354	6.340	9.823	8.443	24.606
9	S361	5.016	4.171	9.345	18.532
10	S362	4.459	5.732	9.661	19.852
11	S363	4.977	5.932	8.733	19.642
12	S364	5.009	4.730	8.962	18.701
13	S391	10	4.374	8.547	22.921
14	S392	9.442	5.782	8.864	24.088
15	S393	9.960	5.825	7.386	23.171
16	S394	9.993	9.766	8.299	28.058

Transferul termic care se desfășoară simultan cu transferul de umiditate și cel de aer, este cel mai bine aspectat în cazul structurii S332, în care stratul interior este din meșina de bovine iar stratul intermediar din tricot termoadeziv. Reprezentarea grafică adimensională sub formă de histogramme a indicelui de respirabilitate I_r este ilustrată în figura 1.

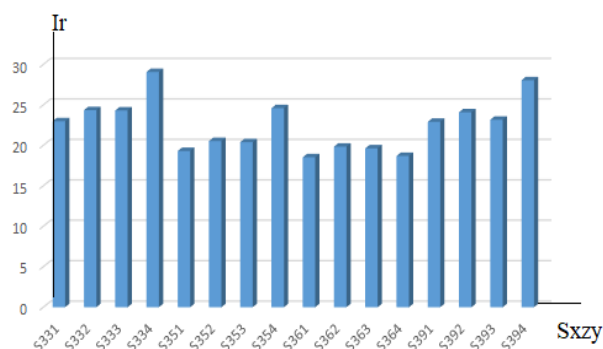


Figura 1 - Histogramme ale indicelui de respirabilitate I_r .

Din analiza datelor din tabelul 2 și a graficului din figura 2, se constată că rezistența la trecerea aerului R_{pa} scade odată cu creșterea grosimii. Această tendință contrazice teoria general valabilă pentru structuri textile, și anume aceea că rezistența la trecerea aerului crește odată cu creșterea numărului straturilor din structură. În acest caz, explicația este aceea că prin tratamentul termic realizat odată cu cașerarea, crește porozitatea straturilor. Prin urmare, nu grosimea este cea care dictează valorile caracteristicilor de confort, ci porozitatea. Este posibil ca la aceeași grosime să existe porozități diferite, sau la grosimi mai mici

RESPIRABILITATEA MATERIALELOR PENTRU ÎNCĂLȚĂMINTE

porozitatea să fie mai mare decât la materiale cu grosime mai mare. Structurile S334 și S394 cu cele mai mari valori ale indicelui de respirabilitate au ca și captuseală interioară, materialul Respira.

CONCLUZII

Modul de apreciere a funcționalității unui produs de îmbrăcăminte prin calculul indicelui de respirabilitate permite aprecierea globală a acestuia din punct de vedere caracteristici de confort.

În lucrare, având în vedere destinația pentru sezonul toamnă – iarnă a încălțăminteii s-au luat în considerare atât permeabilitatea la aer și vapori cât și izolația termică. În funcție de cerințele impuse de destinația produsului de încălțăminte se poate renunța la una dintre caracteristicile de confort, sau se pot adăuga altele noi (hidrofilie, higroscopicitate, etc.).

În realizarea produselor de încălțăminte, indiferent de tipul și natura materialelor folosite, trebuie urmărit în primul rând ca indicele de respirabilitate calculat în concordanță cu cerințele impuse de destinație, să aibă valori cât mai apropiate de 30 puncte. Dintre structurile de încălțăminte analizate în prezenta lucrare, se recomandă pentru sezonul toamnă – iarnă structurile S334 și S394.

Aceste structuri au ca strat interior materialul sintetic Respira, cu grosime mică și porozitate mare.

Un produs de încălțăminte trebuie proiectat în mod științific din punct de vedere structural, pe baza cunoașterii caracteristicilor straturilor componente. Funcția termofiziologică trebuie să fi o funcție principală, în ansamblul funcțiilor produsului respectiv.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Kulesza M. (1973), *Przegl.Skorz.* 4: 21-25, Polonia.
- [2] Cordes J.C. (1963), *z-d.ges. Inneren Medizin u ihrer Grenzgebiete* 18: 724-730, 982-986, Germania.
- [3] Diebschlag W., Müller-Limmroth W. (1973), *Technicuir* 3: 49-55, Franța .
- [4] Hensel H. (1952), *Erg. Physiol.* 47: 166, Germania .
- [5] Lorant J. (1968), *Kozarstvi* 18: 323, Cehia .
- [6] Webb P. (1992), *Temperature of skin, subcutaneous tissue, muscle and coe in resting men in cold, comfortable and hot condition*, *Eur J Appl Phziol* 64: 471-476 .
- [7] Iwasaki F., Nanameki Y., Koshiba T., Tamura T. (2000), *Thermo-Physiological Responses of the Foot under 22-34°C Thermal Conditions*, Japan Society of Home Economics, vol.51, nr.7: 587-593, NII-Electronic Library Service.
- [8] Tanaka M., Desruelle A.N., Sari H., Candas V., Tanaka K., Maeda T. (2003), *Effects of Decreasing Air Temperature on Peripheral Thermal Reactions in Males and Females*, *Environmental Health and Preventive Medicine* 8: 178-183 .

Despre autor

Conf. dr. ing. **Alina IOVAN-DRAGOMIR**
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

A susținut doctoratul în 2008 cu tema „Cercetări teoretice și experimentale privind factorii de influență ai confortului aferenți produselor și sistemelor din piele și înlocuitori”. Este cadru didactic cu o experiență de aproape 20 de ani, titular al disciplinelor: Utilaje pentru încălțăminte și marochinărie, Bazele tehnologiei confecțiilor din piele și înlocuitori și Confortul piciorului. Unic autor a 6 cărți, autor a 20 de lucrări științifice indexate și a peste 50 de lucrări publicate în conferințe.