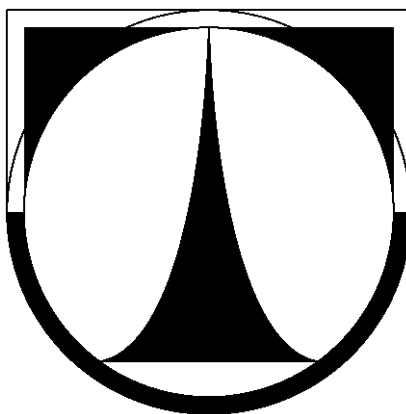


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2001

VĚRA NĚMCOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

obor : 3113 - 8

Oděvní technologie

Projektování konfekčních výrobků

Objektivní stanovení vlhkostní jímavosti dvouvrstvých úpletů a klasických košilových materiálů a jejich vzájemné porovnání

The objective assessment of two-ply knitwear and classic shirt materials absorbability while dampness and their mutual comparison.

Věra Němcová

KOD - 491

Vedoucí diplomové práce: Prof.Ing.Luboš Hes, DrSc

Konzultant: Ing. Marie Havrdová

Rozsah práce:

Počet stran: 47

Počet obrázků: 14

Počet grafů: 2

Počet rovnic: 18

Počet příloh: 6

Datum odevzdání: 31.5. 2001

ANOTACE

Diplomová práce řeší problém vlivu vlhkosti oděvu na pocit komfortu člověka. To lze chápat jako vliv množství organismem vyprodukovaného potu na tepelný charakter textilie z hlediska omaku a s ním související fyziologický komfort.

Pro simulaci experimentu byly připraveny vzorky dvouvrstvých úpletů a klasických košilových materiálů. Dále byla zhotovena z tenké netkané textilie perforovaná textilní šablona, která po zvlhčení simulovala lidskou pokožku pokrytou potem.

Teoretická část se zabývá fyziologií odívání, popisem textilních vláken, tepelnými vlastnostmi oděvu a možnostmi měření zadaného problému. Následující experimentální část diplomové práce popisuje měřicí přístroj a zpracovává již konkrétní naměřené hodnoty pomocí regresních funkcí. Proměřování vzorků textilií bylo provedeno na přístroji ALAMBETA.

ANNOTATION

This thesis solves the influence of clothing's dampness on human comfort's feeling. It can be comprehended as the influence of the quantity of perspiration, which is produced by an organism, on the thermal character of textile in touch and related physiological comfort.

To simulate this experiment there was prepared swatches of two-ply knitwear and classic shirt materials. Besides, there was made the perforated textile template from a sheer non-woven material, that was used to simulate a sweaty human skin.

The theoretical part of this thesis deals with the physiology of using clothing, the description of textile threads, the thermal characters of clothing and the measurement of assigning problem's possibilities.

The following experimental part of thesis describes the measuring instrument and manipulates the measured data by means of regress functions.

The measurement of textile swatches was made on ALAMBETA instrument

Místopřísežně prohlašuji, že diplomovou práci jsem napsala samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího diplomové práce.

V Liberci dne: 31.5.2001

podpis

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc za odborné vedení a cenné rady při zpracování diplomové práce. Také konzultantce Ing. Marii Havrdové za zapůjčení textilní šablony a realizaci experimentu.

OBSAH:

POUŽITÉ ZKRATKY:	8
1. ÚVOD	10
2. FYZIOLOGIE ODÍVÁNÍ	11
2.1. ODĚVNÍ KOMFORT	11
2.1.1. FYZIOLOGICKÝ KOMFORT	11
2.1.2. SENZORICKÝ KOMFORT.....	12
2.1.3. PATOFYZIOLOGICKÝ KOMFORT.....	12
2.2. PROPUSTNOST VODY A VLHKOSTI	13
2.3. INTENZITA POCENÍ	14
2.4. ODĚVNÍ MEZIVRSTVA	17
2.5. ODVODY VLHKOSTI Z POVRCHU LIDSKÉHO ORGANISMU	18
2.6. VLIV VLHKOSTI NA TEXTILNÍ MATERIÁLY	21
3. POPIS TEXTILNÍCH VLÁKEN	22
3.1. VLÁKNA PŘÍRODNÍ	22
3.2. VLÁKNA CHEMICKÁ	23
3.3. SPECIÁLNÍ VLÁKNA A MATERIÁLY	24
3.3.1. MOIRA.....	24
3.3.2. COOLPLUS.....	27
4. TEPELNÉ VLASTNOSTI TEXTILÍ	27
4.1. MĚŘENÍ TEPELNÉHO OMAKU	28
4.1.1. MATEMATICKÁ FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU	30
4.1.2. MOŽNOSTI MĚŘENÍ TEPELNÉ JÍMAVOSTI.....	30
4.2. KONSTRUKCE A VLASTNOSTI PŘÍSTROJŮ ALAMBETA PRO MĚŘENÍ TEPELNÝCH VLASTNOSTÍ TEXTILÍ.....	32
4.2.1. PRINCIP A KONSTRUKCE ALAMBETA 02.....	33
4.2.2. PŘEHLED NĚKTERÝCH MOŽNÝCH APLIKACÍ PŘÍSTROJE ALAMBETA	33
5. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	34
5.1. POPIS MĚŘÍČÍHO ZAŘÍZENÍ.....	34

5.1.1. OBSLUHA MĚŘÍCÍHO PŘÍSTROJE ALAMBETA	36
5.1.2. MĚŘENÉ VELIČINY A JEJICH ROZMĚRY	37
5.2. TEXTILNÍ ŠABLONA PRO MĚŘENÍ VLHKOSTNÍ JÍMAVOSTI	38
5.2.1. VLIV SMÁČECÍHO TEPLA NA TEPLITU MĚŘÍCÍ ŠABLONY POUŽÍVANÉ K SIMULACI VLHKÉ POKOŽKY PŘI EXPERIMENTÁLNÍM HODNOCENÍ SORPCE A TRANSPORTU VLHKOSTI PLOŠNÝMI TEXTILIEMI ...	38
5.3. CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MATERIÁLŮ.....	39
5.4. VLASTNÍ MĚŘENÍ VLHKOSTNÍ JÍMAVOSTI	40
5.5. ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT	40
5.6. VYHODNOCENÍ VÝSLEKŮ MĚŘENÍ.....	42
5.6.1. VLHKOSTNÍ JÍMAVOST PLETENIN.....	42
5.6.2. VLHKOSTNÍ JÍMAVOST TKANIN	43
6. ZÁVĚR.....	45
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:.....	46
SEZNAM PŘÍLOH:	47

POUŽITÉ ZKRATKY:

A - celková ztráta tekutin

a - měrná teplotní vodivost

B - množství potu zadržného oděvem

b - tepelná jímavost

c - měrné teplo

grad T - gradient teploty

H - hustota potních žláz

h - tloušťka

n - počet měření

P_K - parciální tlak pokožky

P_O - parciální tlak okolí

P_{31} - prostředí textilie - vzduch

P_{23} - prostředí voda - textilie

P_{21} - prostředí voda - vzduch

q - ustálený tepelný tok

q_{max} - špičkový tepelný tok

Q_s - smáčecí teplo

r - relativní vlhkost ve vlákně

r_1 - plošný odpor vedení tepla

s - směrodatná odchylka

T - čas

t - teplota

tl. - tlačítko

v - variační koeficient

\bar{x} - aritmetický průměr

x_i - i-tá hodnota měření

Δt - ohřev šablony

Δt_1 - rozdíl teplot

φ - relativní vlhkost prostředí

λ - měrná tepelná vodivost

μ - koeficient zaplnění

π - koeficient poměrného složení

Θ - krajový úhel

ρ - hustota

σ_{31} - povrchové napětí textile - vzduch

σ_{23} - povrchové napětí voda - textile

σ_{21} - povrchové napětí voda - vzduch

Způsob označování textilních výrobků údaji o složení (dle vyhlášky 92/1999 Sb.):

CO - bavlna

PA - polyamid

PE - polyetylen

PP - polypropylen

PL - polyester

VI - viskóza

WO - vlna

1. ÚVOD

Několik posledních let se návrháři a teoretici módy shodují v tom, že všechno už tady bylo. To co je nové, jsou pouze materiály.

Vznikem chemických vláken mohl textilní průmysl nahradit nedostatek přírodních materiálů. Sedmdesátá a osmdesátá léta zůstávají důkazem toho, jak daleko lze propadnout diktátu módy. Syntetické materiály v té době ovládly módní svět i bez ohledu na jejich ne zrovna výhodné vlastnosti při nošení. Vývoj se ale nezastavil. Nevýhodné vlastnosti byly potlačeny a vznikly materiály s novými, tentokrát vyhledávanými, vlastnostmi. Některé z nich se označují symbolem IQ – Innovation quality. V překladu lze tuto zkratku chápat také jako označení pro “inteligentní materiály”.

Inteligence nových materiálů spočívá v proměně jejich chování podle prostředí, ve kterém jsou právě nošeny (v suchém prostředí jsou suché, ve vlhkém prostředí jsou také suché). Velký význam je kladen na splnění dvou základních podmínek, těmi jsou módnost a funkčnost. Atraktivní vzhled je již samozřejmostí, nové vlastnosti jsou spojené s vysokým komfortem nošení.

Mezi tyto materiály patří např. i moira, která svojí strukturou a novými vlákny usnadňuje rychlý odvod potu od pokožky. Kromě těchto nových materiálů (mikrovlákno, sympatex, goretex, moira atd.) se v oděvní výrobě také stále zpracovávají klasické tkaniny. Např. Polyesterové tkaniny a jejich směsi jsou stále používaným materiálem, jejichž předností je snadná údržba. Polyesterové tkaniny ve směsi s bavlnou se často používají na výrobu pánských košil. Bavlněné tkaniny, jakožto zástupci přírodních rostlinných vláken, si udržují své místo v oděvní výrobě. Mají řadu dobrých užitných i zpracovatelských vlastností. Nevýhodou je jejich poměrně vysoká mačkavost, která se snižuje směřováním bavlny se syntetickými materiály. Atd.

Na materiály, tak i na oděv se v současné době kladou stále větší nároky z hlediska fyziologického komfortu. Jedna z důležitých vlastností komfortu je i omak (popisuje tepelný charakter textilie), který již po staletí rozhoduje o prodejnosti oděvu nebo textilního polotovaru. Můžeme ho popsat pomocí tepelné jímavosti.

Cílem této diplomové práce je stanovit vlhkostní jímavost dvouvrstvých úpletů a klasických košilových materiálů a jejich vzájemné porovnání. Kde je pojmem “dvouvrstvý” úplet myšlen úplet z nití o různých jemnostech.

2. FYZIOLOGIE ODÍVÁNÍ

Fyziologie odívání je obor, který se zabývá fyzikálními a biologickými příčinami vlivu oděvu na lidský organismus, jeho zdraví a výkonnost. Tento obor studuje vzájemné vztahy mezi okolním prostředím, oděvem a organismem. [4]

Všechny tyto vztahy se studují proto, aby byl za všech podmínek zajištěn oděvní komfort. Na otázku, co je to komfort, by se dalo odpovědět, že jde o lidský organismus, ve kterém jsou fyziologické funkce v optimu a které je subjektem vnímaný jako pohodlí. [1]

2.1. Oděvní komfort

Oděvní komfort je u každého jedince individuální a podle různých hledisek je možné ho rozdělit na dvě části:

1. Oděvní komfort funkční - tento komfort může být vyhodnocen subjektivně a objektivně. Zahnuje komfort fyziologický, sensorický a patofyziologický. Tyto oblasti budou v této práci ještě dále popsány.
2. Oděvní komfort psychologický - tato část komfortu zahrnuje styl, barvu, velikost atd. Závisí především na individualitě zákazníka, ale také na sociální a kulturní úrovni. [4]

2.1.1. Fyziologický komfort

Fyziologický komfort patří do oblasti funkčního oděvního komfortu a vyjadřuje stav, ve kterém může člověk setrvat a pracovat neomezeně dlouho. Pak tento stav nazýváme z hlediska subjektivního jako pocit pohody.

Fyziologický komfort lze posuzovat třemi stavy:

1. teplotou pokožky
2. vlhkostí pokožky
3. obsahem CO₂ ve vzdušné vrstvě nad pokožkou

ad 1. Teplota pokožky

Tato teplota závisí na tom, na které části těla je měřena. Nejvyšší hodnoty asi 29 - 31 °C se naměří na dobře prokrvených částech těla jako je hlava, břicho, prsa a v místě ledvin. Člověk se

cítí dobře, pokud je průměrná teplota jeho pokožky 32 - 34 °C. Přičemž vnitřní teplota organismu je vyšší (přibližně 37 °C).

ad. 2. Vlhkost pokožky

Tento jev vyjadřuje množství vylučování vody a závisí na fyzické námaze a klimatických podmínkách. Kůže vylučuje vodu potními žlázami, ale také povrchem pokožky. Toto odpařování vody způsobuje ochlazování pokožky, ale současně zabraňuje dýchání.

ad. 3. Dýchání kůží

Dýcháním rozumíme prostup kyslíku kůží, jeho vázání na krev a naopak výstup CO₂ z kůže. Tento jev je velice důležitý pro hodnocení oděvních materiálů, protože je snaha konstruovat oděv tak, aby byly zachovány hodnoty typické pro pododěvní vrstvu, která tvoří tzv. mikroklima oděvu.

Jako optimální se tyto hodnoty uvádějí [2] ve výši:

- teplota 32 - 34 °C
- relativní vlhkost vzduch 50 %
- obsah CO₂ 0,07 %.

2.1.2. Senzorický komfort

Tento druh komfortu je dán pocitem mezi pokožkou a první oděvní vrstvou. Popisuje tedy kontakt textilie a lidské kůže. V jaké míře doléhá oděv na pokožku závisí na konstrukci oděvu, jeho velikost, na splývavosti a stlačitelnosti textilie.

Mechanický kontakt oděvů s pokožkou může kůži dráždit a způsobovat tak pocity popisované jako lepení, škrábání apod.

2.1.3. Patofyziologický komfort

Pocit komfortu při nošení je ovlivněn působením patofyziologických vlivů.

Toto působení je závislé na:

- odolnosti člověka (pokožky) proti účinkům různých chemických látek obsažených v textiliích, které mohou vyvolávat alergii

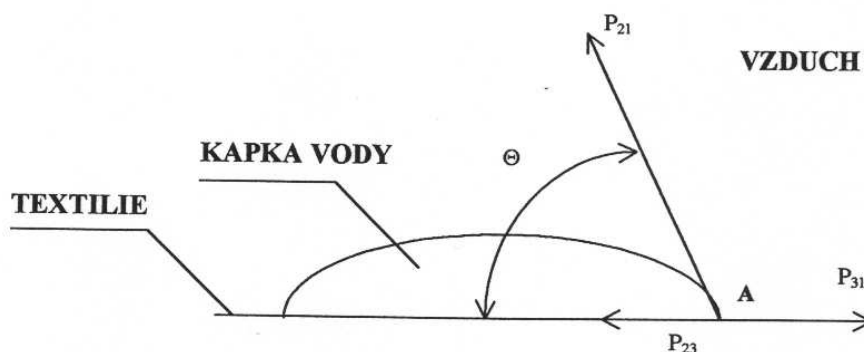
- podmínkách růstu kultur běžných mikroorganismů, vyskytujících se v mikroklimatu, tedy v prostředí ohraničeném textilií a lidským tělem. [4]

Aby se dosáhlo oděvního komfortu i z tohoto hlediska, provádí se různé chemické úpravy (např. baktericidní, bakteriostatické, hygienické) plošných textilií nebo během procesu výroby vláken.

2.2. Propustnost vody a vlhkosti

Propustnost kapaliny může být u plošné textilie realizována několika způsoby:

- první způsob je závislý na smáčivosti povrchu textilie. Ta je dána povrchovým napětím, které vzniká na rozhraní textilie, vody a vzduchu (obr. 2.1.).



Obr. 2.1. Smáčivost textilie

Napětí σ_{31} v bodě A tj. pro prostředí textilie - vzduch, je dána vztahem:

$$\sigma_{31} = \sigma_{23} + \sigma_{21} \cdot \cos \Theta, \quad (1)$$

kde σ_{31} - povrchové napětí textilie - vzduch,
 σ_{23} - povrchové napětí voda - textilie,
 σ_{21} - povrchové napětí voda - vzduch,
 Θ - krajový úhel.

Krajový úhel se nejlépe určí v optické projekci. Světelný zdroj usměrněný kolektorem osvětluje vzorek textilie s kapkou vody z byrety, a ta je objektivem zobrazována na matnici. Na té je zvětšený obraz kapky promítnut a změřen krajový úhel.

- druhý způsob - nasákavost a vzlínavost nastává, jakmile kapalina vnikne do struktury textilie, třeba jen částečně, kapilárními silami vniká mezi vlákna a od místa zásahu se šíří plošnou textilií ať je v horizontální nebo vertikální poloze.

- třetí způsob - tento způsob je známý také jako protlak vody. Vyhodnocuje se tak množství prošlé vody přes daný materiál při působení tlaku. [4]

2.3. Intenzita pocení

Vylučování potu je jedním z nejdůležitějších mechanismů tepelné regulace, které mají základní význam při přehřátí organismu a při výkonu fyzické práce.

Množství vyloučeného potu do značné míry závisí na úrovni fyzické aktivity člověka, na meteorologických podmínkách a na vhodnosti oděvu v určitých podmínkách. Množství vyloučeného potu může dosahovat až 1,7 litru za hodinu.

Jestliže vnější podmínky nebrání odpařování vylučovaného potu, může trvat v organismu tepelná rovnováha. Je-li odpařování potu omezeno (např. vlivem vysokého parciálního tlaku vodních par v ovzduší nebo při použití oděvu z neprodyšných materiálů), dochází ke stoupající akumulaci tepla v organismu.

Pocity tepelné pohody mohou nastat pouze při určitých vzájemných poměrech sdílení tepla vypařováním a sdílení tepla prouděním, sáláním a vedením. [14]

Oděv způsobuje přídatnou pracovní zátěž na jedné straně svou vahou a na druhé se musí překonat odpor, který klade při pohybu, což se projevuje zvýšenými nároky na energetický výdej.

Celkové množství insenzibilní ztráty vody z kůže a plic (při komfortních podmínkách) u člověka v klidu činí asi 30 g h^{-1} , což představuje ztrátu asi 17 kcal h^{-1} , z toho asi $1/3$ je ztráta z plic. [3]

Počátek pocení a do určité míry i jeho intenzitu je možno detegovat chemicky, pomocí

barevné reakce potu s některými látkami nanesenými na kůži nebo měřením elektrického kožního odporu.

Jako účinnost pocení se vyjadřuje poměr evaporovaného a vyloučeného potu. [14]

Oděv ovlivňuje termoregulaci evaporací několikerým způsobem:

1. V teplém prostředí, zejména při fyzické práci, svými tepelně–izolačními vlastnostmi zvyšuje tepelnou zátěž, což se projevuje vyšším množstvím vyloučeného potu.
2. Působí jako ochrana před infračervenou radiací, snižuje tepelnou zátěž (zejména v klidu), což se projeví nižším množstvím vyloučeného potu. Proto se např. neoblečený na slunci v klidu potí více než oblečený. Tento efekt mizí při pracovní zátěži.
3. Omezuje difúzi vodních par do okolí, tím se zvyšuje relativní vlhkost pod oděvem a zpomaluje rychlost evaporace potu.
4. Vyloučený pot je zčásti oděvem nasáván, což má sice pozitivní vliv na pocit pohody při silném pocení, avšak pot evaporovaný z povrchu oděvu podstatně ztrácí chladící efekt pro organismus.

Intenzita pocení je při fyziologickém hodnocení využívána jednak jako ukazatel přídatné tepelné zátěže působené oděvem, jednak při hodnocení pozitivního účinku ochranných oděvů pro práci a pobyt v horkém prostředí. [13]

Produkce potu je na všech místech lidského těla rozdílná, což je dáno hustotou potních žláz (viz. tabulka č.1), ta spolu s kožní difúzí předává do okolí cca 1,03 l hod⁻¹ potu (při vnitřní teplotě organismu do 34 °C) a nad touto teplotou až 0,4 l hod⁻¹. [15]

orgán	Hustota potních žláz H (mm⁻²)
čelo	3,6
rameno	1,5
předloktí	1,5
hrudník, záda	1,7
hýždě	1,9
stehno	2,5
lýtko	2,3

Tabulka č.1: Hustota potních žláz na různých orgánech lidského těla

Množství vyloučeného potu se zvyšuje přidáním třetí vrstvy oděvu, zatímco rozdíl mezi jednou a dvěma vrstvami oděvu je menší. Výrazný rozdíl je rovněž mezi oblečeným a neoblečeným do jednovrstevného oděvu, kde při teplotě 22 °C oblečený vyloučil 145 g hod⁻¹ a neoblečený 73 g hod⁻¹. [14]

Janů [14] prováděla pokus za účelem stanovení množství oděvem adsorbovaného potu. Před započítáním pokusu byla změřena celková váha oděvu:

- jednovrstevný.....1226 g,
- dvouvrstevný.....2554 g,
- třívrstevný.....3920 g.

Po dvouhodinovém pokusu byl oděv opět zvážen. Váhový přírůstek pak udává množství nasátého a zadržného potu. Během pokusu dochází rovněž k odpařování potu nasátého oděvem. Množství takto evaporovaného potu však nelze stanovit.

Váha potu, adsorbovaného oděvem, roste s teplotou vnějšího vzduchu a s počtem vrstev oděvu. S intenzitou pocení stoupá absolutní i relativní množství potu adsorbovaného oděvem. Současně se projevuje i vliv počtu vrstev oděvu. Poněkud výraznější byl rozdíl mezi jednou a dvěma vrstvami, než mezi dvěma a třemi, což je patrné z tabulky č. 2.

t [°C]		1 vrstva	2 vrstvy	3 vrstvy
10	A	140 (22)	150 (36)	190 (14)
	B	4 (2,8)	6 (4,0)	10 (5,2)
22	A	290 (65)	300 (38)	370 (57)
	B	9 (3,1)	27 (9,0)	40 (10,8)
30	A	470 (104)	500 (83)	590 (89)
	B	33 (7,0)	110 (22,0)	177 (30,0)

Tabulka č.2: Ztráta tekutin a absorpce potu oděvem

A – celková ztráta tekutin v gramech (směrodatná odchylka)

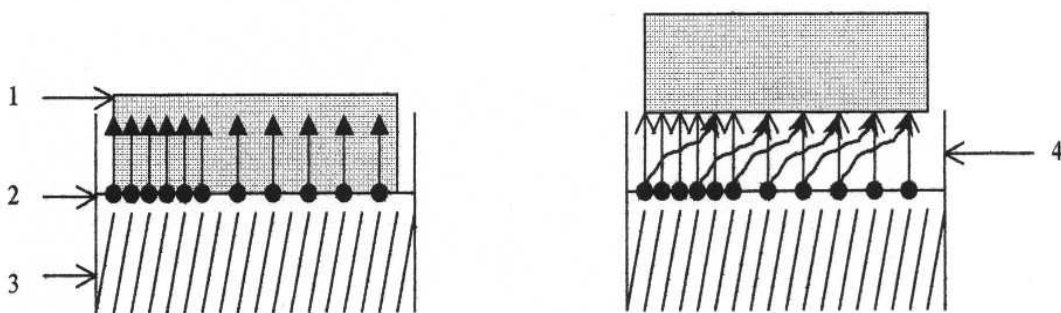
B – množství potu zadržného oděvem v gramech (% z celkové ztráty tekutin)

2.4. Oděvní mezivrstva

Oděvní mezivrstva je vzduchový prostor mezi povrchem těla a první vrstvou oděvu nebo mezi dvěma oděvními vrstvami.

Ventilace hraje jednu z nejdůležitějších rolí. Je účinná pouze tam, kde oblečení příliš nepřiléhá.

Je dostačující, když vzduch z mikroklimatu mezi pokožkou a oděvem může proudit, tedy když při každém pohybu těla může nastat v mikroklimatu (mezivrstvě) jakýsi “zamíchávací efekt“. Pak může množství vlhkého vzduchu z míst pokožky, kde dochází k vyššímu pocení, dorazit přes místa s nižším pocením. Vlhkost tak může pronikat přes větší plochu oděvu (obr. 2.2.a) [16].



Obr. 2.2.a,b: Vliv oděvní mezivrstvy na fyziologický komfort

Legenda k obr. 2.2.a,b :

- 1....textilní vrstva (oděv),
- 2....povrch pokožky,
- 3....pokožka,
- 4....oděvní mezivrstva.

U těsně přiléhavého oblečení (obr. 2.2.b) musí celé množství potu ze silně potících oblastí proniknout právě tou plochou oděvu, která se nad těmito místy pokožky nachází. Oděv, který se nachází nad místy s nižší evaporací potu bude tak nevyužit. Těsné oblečení, které např. bude

přitlačeno díky úzkému svetr, zajišťuje nižší komfort nošení než oděv, kde je zajištěna jakási "vzduchová mezivrstva".

Pro získání informace o vlivu mezer v oděvu je třeba vytvořit model se vzduchovými mezerami variabilních rozměrů a bez mezer, přičemž v obou případech je účelné uvažovat se dvěma variantami, lišícími se tím, zda je či není použita textilie odpovídající spodnímu prádlu a zda tato textilie je či není navlhčena.

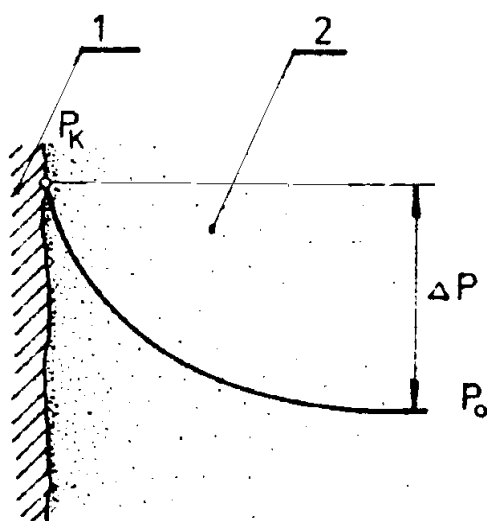
Pro jednoduchost se uvažuje model, ve kterém plošná textilie leží v rovinách rovnoběžných s povrchem tuhého tělesa, ve kterém je zabudován zdroj tepelného toku.

O této problematice byla sepsána řada prací, především pracovníky oděvně-fyziologického ústavu v Hohensteinu. Z literatury jsou známa i provedení, ve kterých tuhé těleso navíc tvarově napodobuje člověka v bioklimatické komoře – tento model se nazývá "Charlie". [14]

2.5. Odvody vlhkosti z povrchu lidského organismu

Lidský organismus v rámci své termoregulační činnosti produkuje vodu ve formě potu (popsáno v kapitole 2.3.). [15]

To je možné jednak při vysoké teplotě okolí nebo při vysoké zátěži organismu, kdy dochází ve svalech ke zvýšenému metabolismu. Předpokladem je, aby okolní prostředí bylo schopno toto množství vodní páry přijmout, tj. aby rozdíl parciálních tlaků určující rychlost odvodu vlhkosti byl co nejvyšší (obr. 2.3.) Pokud se tento rozdíl snižuje, odvod vlhkosti klesá a ochlazovací účinek mizí. To vše se ale děje za předpokladu neoblečeného organismu.



Legenda k obr. 2.3.:

- 1....pokožka,
- 2....vnější vzduchová vrstva,
- P_k ...parciální tlak pokožky [Pa],
- P_o ...parciální tlak okolí [Pa].

$$\Delta P = P_k - P_o \quad (2)$$

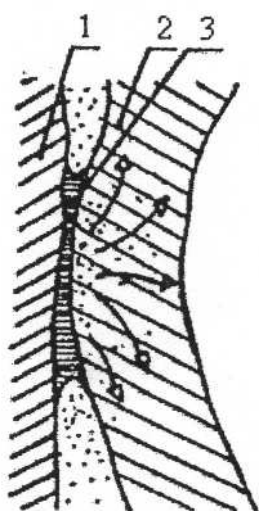
Obr.2.3. Odvod vlhkosti z povrchu neoblečeného organismu

U oblečeného organismu je situace složitější, tento systém pracuje na jiném principu a vlhkost je odváděna několika způsoby [15]:

1. kapilárně,
2. migračně,
3. difúzí,
4. sorpčně.

ad. 1. Kapilární odvod vlhkosti

Tento způsob spočívá v tom, že pot v kapalném stavu je odsáván první textilní vrstvou (obr.2.4.) a jejími kapilárními cestami vzlíná do její polohy všemi směry nebo je přenášen do dalších vrstev (pak se jedná o knotový efekt).



Legenda k obr. 2.4. :

- 1.....pokožka,
- 2.....textilní vrstva,
- 3.....kapalný pot.

Obr. 2.4. Kapilární odvod vlhkosti

Intenzita přestupu je dána parciálním spádem Δp . Kapilární odvod je dále závislý na smáčecí schopnosti této textilie a vláken, na povrchovém napětí vláken a potu. U směsových textilií rozhoduje navíc podíl vláken s vyšší a nižší smáčivostí.

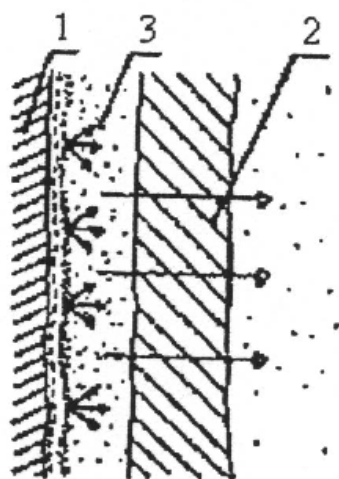
ad. 2.. Migrační způsob odvodu vlhkosti

Oděv se nachází ve většině případů v teplotním spádu mezi teplotou povrchu těla, resp. mikroklima a okolím. Za těchto podmínek pak může dojít ke kondenzaci vlhkosti na povrchu

vláken. Tato voda je buďto odvedena do kapilárních prostor nebo migruje na povrchu vláken. K migraci však dochází zároveň u vody, která byla do textilie dopravena kapilaritou, tedy vodou kapalnou.

ad. 3. Difúzní odvod vlhkost

Difúzní prostup vlhkosti z povrchu kůže přes textilii je realizován prostřednictvím pórů, jež se svou velikostí a křivolakostí zúčastňují na kapilárním odvodu (obr. 2.5.) Vlhkost prostupuje textilií směrem k nižšímu parciálnímu tlaku vodní páry. U tohoto způsobu se neprojevuje vliv vlákenné suroviny, z níž byly jednotlivé textilie vyrobeny, pokud tato vlákna nemění svoji geometrii např. následkem bobtnání.



Legenda k obr.2.6. :

- 1.....pokožka,
- 2.....textilní vrstva,
- 3.....mikroklima,
- P_kparciální tlak pokožky [Pa],
- P_oparciální tlak okolí [Pa].

$$P_k > P_o \quad (3)$$

Obr. 2.5. Difúzní odvod vlhkosti

ad. 4. Sorpční odvod vlhkosti

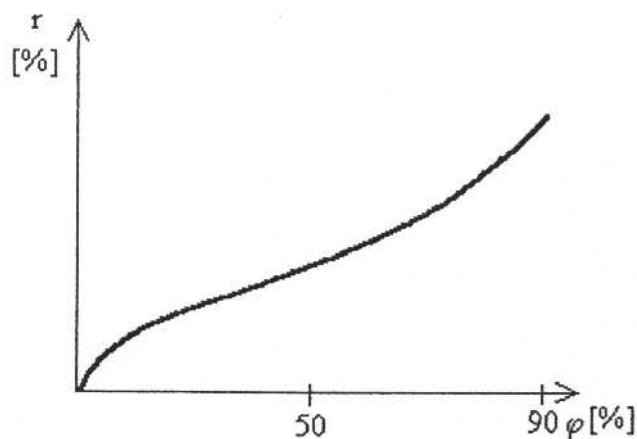
Tento proces předpokládá vnik vlhkosti nebo potu do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí a následné navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Způsob sorpčního odvodu vlhkosti předpokládá, aby textilie byla alespoň částečně vyrobena ze sorpčních vláken. [15]

Nejrychlejší z těchto čtyřech výše uvedených způsobů je kapilární odvod, dále pak je migrační a difúzní a nejpomalejší je způsob sorpční. Pro zajištění oděvního komfortu je nejvýhodnější kombinace difúzního a sorpčního způsobu.

2.6. Vliv vlhkosti na textilní materiály

Největší vliv na vlastnosti textilních vláken a dále oděvních materiálů má vlhkost. Ať už se jedná o vodní páru v podobě mlhy rozptýlené ve vzduchu nebo krystalky zmrzlé vody, tedy sněhu, při teplotách menších než 0 °C

Vliv vlhkosti na samotná vlákna je v zásadě definován sorpční izotermou v obecném tvaru, která vystihuje vztah mezi relativní vlhkostí prostředí φ [%] a relativní vlhkostí ve vlákne r [%] (obr.2.6.). [9]



Obr. 2.6. Sorpční izoterma

Možná změna důležitých vlastností je samozřejmě dána tím, zda je textilní vlákno hydrofobní nebo hydrofilní. [4]

Hydrofobní jsou vlákna s navlhavostí menší než 0,1 %.

Hydrofilní jsou naopak vlákna s navlhavostí větší než 0,1 %.

Téměř u všech hydrofilních vláken se stoupající vlhkostí stoupá tažnost a klesá pevnost. Vlivem sorpce se mění také geometrické vlastnosti vláken. Výjimku tvoří přírodní celulózová vlákna, která se stoupající vlhkostí zvětšují svoji pevnost. Pro spotřebitele se uvádí pevnost ve 100 % vlhkosti, tj. pevnosti za mokra. [4]

3. POPIS TEXTILNÍCH VLÁKEN

V této kapitole budou popsány užité vlastnosti textilních materiálů rostlinných i chemických, které se mohou změnit v prostředí popisovaném v kapitole 2.3. [12]

3.1. Vlákna přírodní

Bavlna

U bavlny je dosti značná navlhavost. Ve vlhkém prostředí může bavlna pojmout až 23 % vlhkosti, aniž se zdá vlhká. Se stoupající vlhkostí se zvyšuje do jisté míry pevnost vláken a tažnost.

Tepelně izolační schopnost u bavlněných výrobků za sucha je dobrá. Při navlhnutí se snižuje a v mokřém stavu se ztrácí úplně.

Navlhavost bavlny je 25 – 27 % při 100 % vlhkosti.

Surová bavlna je méně odolná než bavlna barvená, účinkem deště a mrazu dostává bavlna před dozráním šedý odstín nebo se vytváří žlutavé skvrny, tyto nežádoucí důsledky by se pak mohly objevit i u oděvních materiálů, které by nebyly barvené nebo nějakým způsobem upravené a byly by vystaveny těmto vlivům.

Len

Navlhavost lnu je značná, lněná vlákna mohou přijmout ze vzduchu 20 až 30 % vody. Tato vlákna prakticky nemají tepelně izolační schopnost (hřejivost).

Proti účinkům tepla, světla a povětrnostním podmínkám jsou lněná vlákna odolnější než bavlna. Obecně jsou lněné výrobky trvanlivější.

Protože lněná vlákna dobře vedou teplo a z toho vyplývá, že chladí, používají se k výrobě oděvů do subtropických a tropických krajín. Pro podmínky nízkých teplot by nebyly tedy příliš vhodné.

Konopí

Navlhavost konopí je asi 13 %. Konopí je ze všech přírodních vláken nejodolnější proti vlivům povětrnosti. Má vysokou stálost proti účinkům vlhka a mokra.

Konopí se pro tyto dobré vlastnosti používá pro zpracování technických tkanin, plachtovin, provazů, lan atd.

Juta

Navlhavost těchto vláken je značná, až 34 % ze vzduchu nasyceného vodní parou. Působením vlhka a povětrnostních vlivů se barva juty mění, klesá pevnost a dochází k tzv. prášení, vyvolávaným samovolným uvolňováním krátkých elementárních vláken.

Vlna

Vlna patří mezi živočišné vlákno, které je zkadeřené. Jemné vlny mívají vysoké obloučky zkadeřené a bývá jich více než 12 na 1 cm. Z toho vyplývá, že vlněná vlákna jsou hřejivá.

Vlna je vlákno hydrofilní, které přijímá snadno vodu. Ve vlhkém prostředí může přijmout 30 % a více vody a nezdá se vlhká. Přijmutím vody ztrácí vlna pevnost, zlepšuje se tažnost a vlákno bobtná a zvětšuje svůj průměr.

Za normálních podmínek (tj. 20 °C a 65 % relativní vlhkosti vzduchu) je navlhavost vlny 21,9 %.

Přírodní hedvábí

Toto živočišné vlákno může přijmout 20 – 25 % vlhkosti. Ve vodě vlákno nabobtná o 40 - 50%.

Přímé sluneční světlo za spolupůsobení vzduchu a vlhkosti rozrušuje hedvábí, vlákno přitom žloutne, ztrácí pevnost a pružnost.

3.2. Vlákna chemická

Viskózová vlákna

Jsou to vlákna na bázi celulózy. Viskózová vlákna snadno bobtnají ve vodě, mají proto sníženou pevnost za mokra. Navlhavost těchto vláken je 27 %.

Tepelná izolace viskózových vláken je slabá.

Vlákna ze syntetických polymerů

Všechna syntetická vlákna mají nízkou navlhavost, ve vlhkém prostředí se jejich vlastnosti téměř nemění. Pro příklad bude uvedeno několik nejdůležitějších syntetických vláken:

Polyamid 6 a Polyamid 6.6 – vlákna s navlhavostí asi 8 % a se špatnými tepelně izolačními vlastnostmi.

Polyester – vlákno s dobrou odolností vůči povětrnostním vlivům, velmi dobrými tepelně izolačními vlastnostmi a navlhavostí 0,5 %.

Polypropylen – toto vlákno má nízkou stálost vůči povětrnostním vlivům a lepší tepelně izolační vlastnosti než vlna. Navlhavost je 0,05 %.

Polyakrylonitril – toto vlákno má velmi dobré tepelně izolační vlastnosti a stálosti vůči povětrnostním vlivům. Navlhavost těchto vláken je 4,5 – 5 %.

3.3. Speciální vlákna a materiály

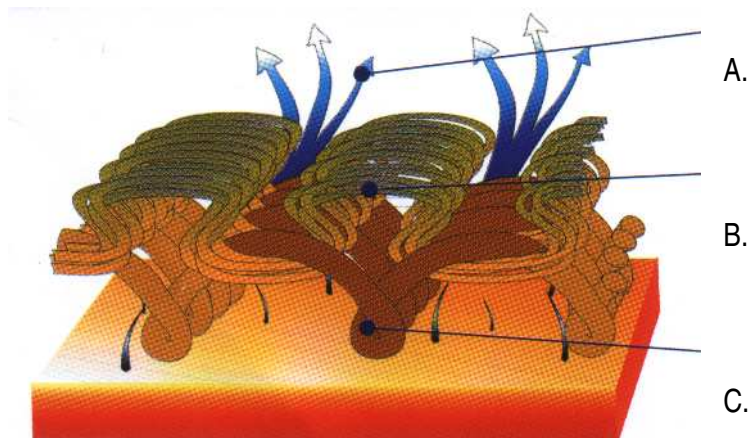
3.3.1. Moira

Co znamená *Moira*?

- polypropylenová syntetická vlákna dokonale transportující vlhkost (pot) od povrchu těla
- kombinované pleteniny konstruované podle požadované míry tepelné izolace
- funkční oděv, který se ani při fyzické námaze nelepí na tělo, nestudí, dle potřeby hřeje či chladí a podporuje tak vytvoření optimálního mikroklimatu lidského organismu. [11]

Proč Moira funguje a z čeho se vyrábí:

Funkčnosti výrobků se dosahuje speciálními úpravami syntetických vláken na bázi polypropylenů, ze kterých se nit Moiry spřádá, důmyslnými konstrukcemi nití a specifickými vazbami pletenin (obr. 3.1.).



Obr. 3.1. Materiál Moira

Legenda k obr. 3.1.:

A. Vlákno do sebe neabsorbuje žádnou vodu, vlhkost se o se pohybuje po jeho povrchu, což je rychlejší a snadnější.

B. Rozsáhlý vnější povrch pleteniny:

- dává vzniknout prostoru pro velké množství vzduchu působícího jako izolační vrstva
- umožňuje velmi rychlé odpaření vlhkosti.

C. Zvětšením povrchu vláken a zvýšením jejich počtu dochází k urychlení transportu a odpařování vlhkosti.

Základním znakem těchto vláken je, že nesají vodu. Molekuly vody se tedy přemísťují po jejich povrchu, což je mnohem snadnější a rychlejší, než kdyby prostupovaly vnitřkem. Tím je způsoben rychlý transport vlhkosti na vnější stranu pleteniny. Zde přechází pot do další vrstvy nebo se odpaří.

Nenasákavost materiálu přispívá též ke stabilizaci tělesné teploty. Díky této vlastnosti vlákno nenabobtná jako bavlna, a tak nemůže zapříčinit uzavření otvorů v pletenině (obr.3.2). Zmíněným atributem je tedy umožněna cirkulace vzduchu potřebná pro dýchání pokožky a udržení vhodného mikroklimatu v organismu.



Obr.3.2. Nasákavost materiálů

Při výrobě využíváme i dalších významných charakteristik syntetických surovin Moira, kterými jsou jejich vynikající izolační schopnosti a nízká hmotnost.

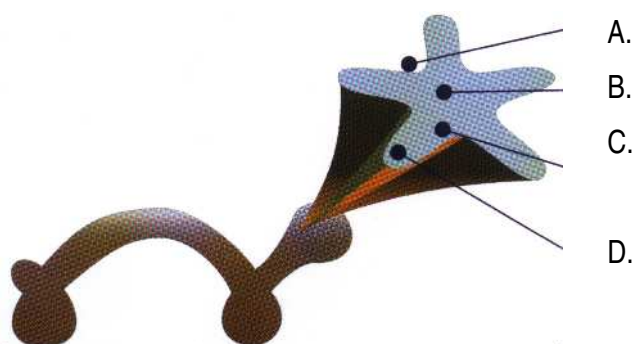
Dle požadovaného výkonu v transportu vlhkosti a potřebné míry tepelné izolace se volí různě jemná vlákna, odlišné složení nitě a rozdílné konstrukce pletenin.

Moira se dodává v několika modifikacích, přičemž jednotlivé druhy oděvu se od sebe neliší funkcí, ale pouze hmotností a objemem, tedy mírou uchování základního tepla (MONO, ULTRALIGHT, DUO, LAMA, PLYŠ, TRIO, MIKRO). [11]

Extra funkce materiálů MONO, DUO a TRIO

Vyšší komfort a funkčnost zajišťuje:

- **pětilaločné vlákno Moira TG 900**, které maximalizuje účinnost vlastností modifikovaného polypropylenu. Vlákno není klasicky kruhové, ale má pět laloků, které vytvářejí obrovský povrch. Jeho vlivem se odvod vody od pokožky ještě dvakrát zrychlí. Díky zvětšenému povrchu v pletenině vzniká prostor pro zvýšené množství vzduchu, který působí jako izolační vrstva (obr. 3.3.).
- **Sanitized**, jehož schopností je ničit mikroorganismy. Část vláken MO, DU, TR obsahuje přípravek Sanitized, který brání rozmnožování bakterií a plísní. Jmenovaný přípravek je nevypratelný a neodstranitelný.
- **jemnější vlákno**, díky kterému je textilie velmi příjemná na omak.



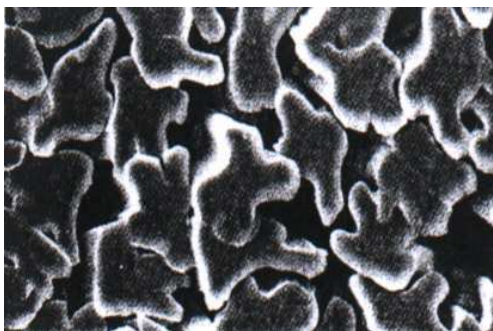
Obr.3.3. Pětilaločné vlákno Moira TG 900

Legenda k obr. 3.3.:

- A.** Mezi laloky zůstává velké množství vzduchu působící jako izolační vrstva.
- B.** Ve vnitřním zakřivení laloků jsou vodní částice transportovány výrazně rychleji než na rovném povrchu.
- C.** Dvakrát větší povrch než je u kruhového profilu umožňuje dvakrát rychlejší odpaření vlhkosti z povrchu vlákna.
- D.** Vlákna se dotýká pokožky pouze laloky, proto je na omak vždy suché. [11]

3.3.2. Coolplus

Coolplus je nové vlákno, které svými vlastnostmi umožňuje rychlé nasávání a šíření vody, přičemž vlákenná vrstva zůstává suchá. Výrobky z tohoto vlákna mají výbornou poddajnou strukturu sloučenou z několika komponent v jedné kompaktní vrstvě (obr. 3.4.).



Obr. 3.4. Materiál coolplus

Výsledná textilie se nelepí na kůži a vykazuje svěží a příjemné vlastnosti pro pohodlné nošení s patřičným kapilárním efektem (popsáno v kapitole 2.5.). Suchý efekt je udržován i ve vlhkém prostředí. [10]

4. TEPELNÉ VLASTNOSTI TEXTILÍ

Podle anketního průzkumu spotřebitel hodnotí tepelné vlastnosti textilií hned za jejich vzhledem. Teprve na dalších místech zvažuje snadnost údržby, životnost atd.

Tento výsledek vyplývá z faktu, že technická funkčnost výrobku, zejména pak jeho tepelné vlastnosti, plní základní funkci textilie a je základem její užitné hodnoty.

V modelech hierarchické struktury jakosti konkrétních plošných textilií patří proto "fyziologičnost" mezi nejdůležitější ukazatele jakosti výrobku.

Tato komplexní užitná vlastnost (dle návrhu SVÚT Liberec – fyziologičnost – sestává z následujících dílčích užitných vlastností:

- tepelná propustnost,
- propustnost vodních par,
- propustnost vzduchu (prodyšnost),

- savost (schopnost akumulace a transportu vlhkosti v kapalně fázi),
- schopnost odvodu elektrostatického náboje vzniklého třením.

V souboru uvedených dílčích vlastností, spadajících pod fyziologičnost, chybí omak, přestože z prací KAWABATY plyne značný význam této užité vlastnosti. [5]

4.1. Měření tepelného omaku

Pojem "omak" je používán jak výrobci textilií, tak zejména jejich uživateli, ke hrubému subjektivnímu a špatně reprodukovatelnému hodnocení povrchových a jistých užitečných vlastností textilie, zvláště pak oděvní textilie.

Přes nepřesnost uvedené veličiny patří stříh, barevný vzor a omak již po staletí mezi veličiny, které rozhodují o prodejnosti oděvu nebo textilního polotovaru – látky, pleteniny atd.

S rozvojem vědy a techniky se prosazuje snaha o objektivizaci mnohých veličin. Nejmenší míry objektivizace bylo zatím dosaženo při hodnocení omaku.

Dle HOWORTA lze u textilií při jistém zjednodušení komplexní veličinu "omak" charakterizovat čtyřmi vlastnostmi:

1. hladkostí (tzn. součinitelem povrchového tření),
2. tuhostí (tzn. ohybovým modulem),
3. objemností (lze nahradit stlačitelností),
4. tepelným charakterem textilie.

Jak plyne z poznámek v závorkách, je možno 1. až 3. vlastnost měřit pomocí známých mechanických analogií s běžnými tuhými tělesy v klasické mechanice.

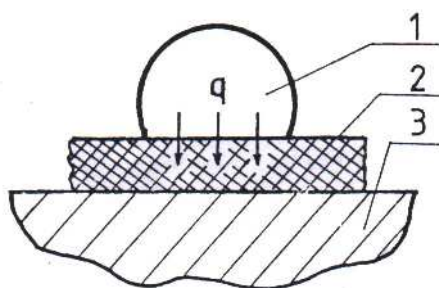
Charakterizace tepelného charakteru textilie však po desetiletí odolávala pokusům o objektivizaci, přestože termomechanika je jedním z nejstarších a nejrozvinutějších technických oborů.

Problém spočívá v tom, že "tepelný charakter" textilie z hlediska omaku je složitou veličinou, která charakterizuje zejména dynamiku tepelného děje při prvním kontaktu lidské pokožky s textilií.

V praxi se však dynamický tepelný charakter textilie uplatní velmi často, jako např. při oblékání oděvu (některé oděvy, jako např. nátělníky z polyvinylchloridových vláken ani při

oblékání nestudí), při obouvání bot (vlhké boty při obouvání studí), při nošení volných jednoduchých textilií, které jsou při chůzi nebo sportu v pohybu (“plandají”). [5]

Přes uvedený význam tepelných vlastností textilií v dynamickém stavu není tato vlastnost definována a používaná měřicí technika je nepřesná a nedostatečná. Proto YONEDA a KAWABATA se teprve v roce 1983 pokusili jako první tuto vlastnost vyjádřit číselně a při aplikaci fyziologických poznatků a souvisejících rozsáhlých experimentů dokázali, že mírou tepelné složky omaku může být špičková hodnota tepelného toku q_{\max} (viz obr. 4.1.), který proudí z pokožky do (např. chladnějšího) textilního výrobku v prvních okamžicích kontaktu pokožky a textilie. [5]



Legenda k obr.4.1.:

- 1....prst (palec) zkoušející osoby,
- 2....textilie,
- 3....podložka.

Obr.4.1. Tepelný tok při kontaktu pokožky s textilií

Podrobný popis tohoto prvního známého zařízení k měření “warm-cool-feeling“ plošných textilií je uveden v jejich práci.

Celkově je uvedené zařízení i pro laboratorní práci velmi těžkopádné, proto byl pomocí tohoto zařízení proveden hlavně důkaz použitelnosti hodnoty q_{\max} k objektivizaci tepelného omaku textilií, včetně porovnání se subjektivními výsledky zkušebních osob.

Pro svou složitou obsluhovost není toto zařízení ve světě obchodně úspěšné, i když ostatní Kawabatovy přístroje pro hodnocení mechanických složek omaku jsou celosvětově uznávány. Autor proto vypracoval novou metodu objektivního hodnocení tepelné složky omaku textilií.

V této práci je podán návrh na odstranění nedostatků stávajících způsobů hodnocení tepelné složky omaku textilií stanovením zákonitosti tepelné složky omaku, jejíž podstata spočívá v tom, že číselně vyjádřená velikost tepelné složky omaku je pouze funkcí termofyzikálních vlastností materiálu hodnocené textilie. Konkrétně se pak tepelná složka omaku číselně vyjádří velikostí tzv. *tepelné jímavosti textilie b*. [5]

4.1.1. Matematická formulace řešeného problému

Podstata navrhované zákonitosti spočívá v tom, že k objektivizaci tepelného omaku materiálů, zejména textilií, je použita veličina, která přímo souvisí se strukturou a chemickým složením materiálu. Tato veličina se nazývá "tepelná aktivita", resp. "tepelná jímavost" b .

Pojem "tepelná aktivita" uvádí ve své knize LYKOV. V Lykovově knize je tepelná aktivita aplikován při kontaktu dvou homogenních, rozměrných těles, bez vysvětlení či uvedení možných aplikací.

Tepelná aktivita b je zde definována jako [5]:

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} = \lambda \cdot a^{-1/2} \quad [W m^{-2} K^{-1} s^{1/2}],$$

kde λtepelná vodivost $[W m^{-1} K^{-1}]$,

ρměrná hmotnost $[kg m^{-3}]$,

cměrné teplo $[J kg^{-1} K^{-1}]$

ateplotní vodivost $[m^2 s^{-1}]$.

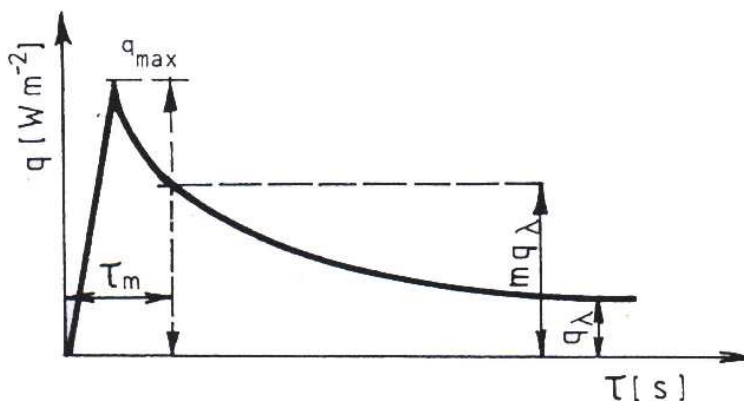
4.1.2. Možnosti měření tepelné jímavosti

K měření tepelné jímavosti i dalších tepelných vlastností (tepelné a teplotní vodivosti a tepelného odporu) textilií, fólií, plastů atd. byl na VŠST Liberec prof. Hesem vyvinut a realizován funkční model přístroje ALAMBETA 01, pracující analogovým způsobem.

Princip měření nestacionárních tepelných vlastností i vlastní konstrukční provedení jsou chráněny autorskými osvědčeními.

U přístroje je podobně jako u přístroje dle KAWABATY a YONEDY uplatněna impulzní okrajová podmínka, avšak jedná se o jinou podmínku. A to podmínku konstantní teploty $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, odpovídající konstantní teplotě lidské pokožky, která i po kontaktu s textilií si díky průtoku krve tuto teplotu zachová. Je uplatněna v přístroji ALAMBETA 01. [5]

Snímání časového tepelného toku probíhá přímo. Díky této okolnosti vykazuje časová závislost tepelného toku q po přitlaku na textilii (zobrazená na obr. 4.2.) hodnotu q_{max} již několik desetin sekundy po dopadu měřící hlavičky na textilii, což odpovídá praktickým zkušenostem.

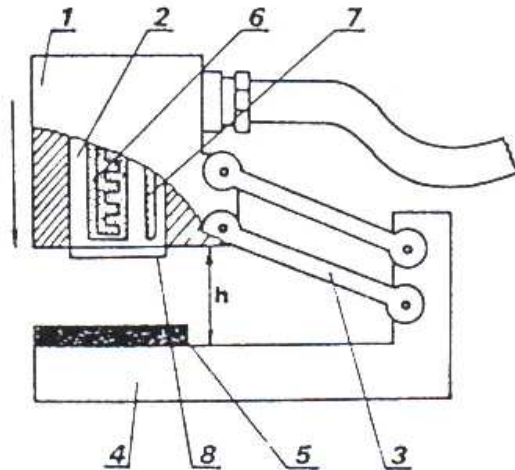


Obr.4.2. Průběh tepelného toku měřící hlavičky analogové verze přístroje ALAMBETA

Schéma přístroje ALAMBETA 01 je uvedeno na obr. 4.3. Teplota t_1 přikládaného kovového bloku je na zmíněné teplotě $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ udržována pomocí neznázorněného regulátoru, který je spojen s elektrickým topným systémem a snímačem teploty bloku pomocí kabelu.

Tepelný tok vstupující do textilie o nižší teplotě je snímán pomocí nového měřícího prvku. Kovový blok je obklopen tepelně izolačním krytem. Vzorek textilie o počáteční teplotě t_0 je při měření uložen na kovové desce o stejné teplotě. Paralelní vedení zajišťuje vzájemnou rovnoběžnost všech ploch, mezi nimiž dochází k tepelnému kontaktu.

Před započítáním měření je kovový blok udržován ve výši h nad vzorkem pomocí aretačního zařízení. Neznázorněný snímač měří tloušťku textilie při měření. Přítlak na vzorek je při měření konstantní, jeho hodnotu však lze před měřením zvolit. Přístroj byl realizován jak v analogové verzi, tak v plnoautomatické verzi číslicové, řízené mikropočítačem. [5]



- Legenda k obr. 4.3.:
- 1.....tepelně izolační kryt,
 - 2.....kovový blok,
 - 3.....paralelní vodič,
 - 4.....kovová deska,
 - 5.....vzorek textilie,
 - 6.....elektrický topný systém,
 - 7.....snímač teploty bloku,
 - 8.....měřící prvek.

Obr.4.3. Schéma analogové verze přístroje ALAMBETA

4.2. Konstrukce a vlastnosti přístrojů ALAMBETA pro měření tepelných vlastností textilií

Schéma měřící části realizované analogové verze je uvedeno na obr.4.3.

Měrný přitlak hlavice činí 0,5 MPa, je ho možno ale zvolit libovolně. Ke stabilizaci teploty měřící hlavice slouží regulátor TRS-12, jehož výstupní relé spíná bezkontaktní triakový výkonový člen, ovládající proud k napájení topné vložky 24 V, 50 W v měřící hlavici. K měření teplot byly použity odporové teploměry.

Výstupní signál čidla tepelného toku je zesílen a registrován Liniovým zapisovačem TZ 4100 (laboratorní přístroj Praha).

Výhodou analogové verze ALAMBETA 01 a související popsané metody vyhodnocení je vysoká schopnost rozlišení povrchových vlastností měřené textilie, což je důležité při měření tepelné složky omaku prostřednictvím tepelné jímavosti b.

Nevýhodou popsané verze je nedostatečný stupeň automatizace při měření, což činí vyhodnocování naměřených hodnot poněkud zdlouhavým, přestože doba vlastního měření tepelných vlastností je extrémně krátká – nejvýše 60 s.

Na žádost autora (prof. Hese) ing. Doležal navrhl jiný způsob vyhodnocení signálu, který byl realizován. [5]

4.2.1. Princip a konstrukce přístroje ALAMBETA 02

Snímání a vyhodnocení signálu podle Doležala a Hese je založeno na použití dvou alfametrů, přičemž druhý alfametr se nachází pod textilií.

Po vložení vzorku a spuštění hlavice začne oběma alfametry procházet tepelný tok a průměrná teplota vzroste.

4.2.2. Přehled některých možných aplikací přístroje ALAMBETA

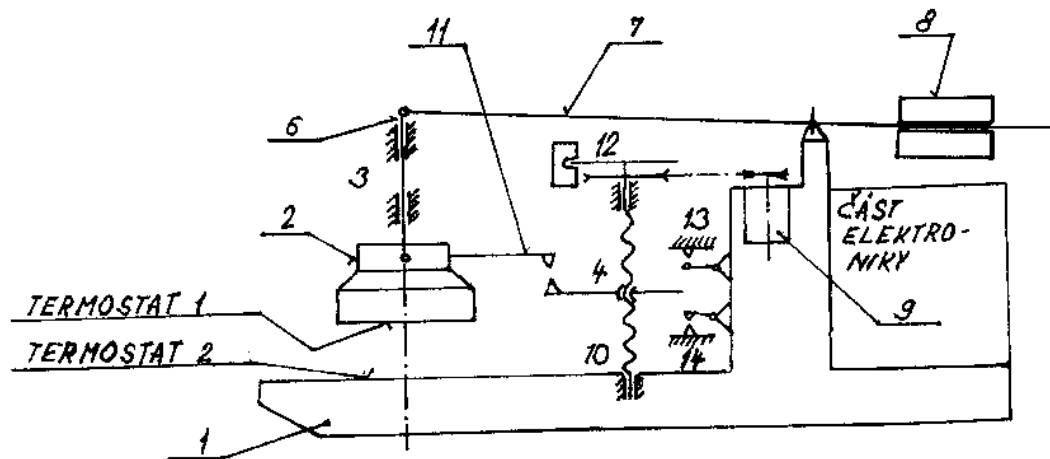
Přístroj je používán jak při základním výzkumu tepelné vodivosti plošných textilií, tak zejména při výzkumu tepelně kontaktních vlastností oděvních, obuvnických, bytových textilií a podlahových krytin. *Čím nižší jsou naměřené hodnoty tepelné jímovosti, tím má výrobek hřejivější omak.* [5]

Tepelnou jímovost lze použít i při měření ***vlhkosti textilie***.

5. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

5.1. Popis měřícího zařízení

Měření tepelných veličin zajišťuje zařízení, jehož princip znázorňuje schéma na obr. 5.1. [6]



Obr.5.1. Kinematické schéma zdvihového a měřícího mechanismu

Legenda k obr.5.1.:

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1.....základna, | 8..... závaží, |
| 2....hlavice, | 9.....elektromotorek, |
| 3....přímočaré vedení, | 10.....mikrometrický šroub, |
| 4.....matice, | 11.....snímač dotyku, |
| 6.....táhlo, | 12.....kotouč |
| 7.....páka, | 13, 14.....koncové spínače . |

Hlavice je vedena přímočarým vedením kolmo na základnu. Závaží na páce s táhlem umožňují nastavení požadovaného přitlaku dle ČSN 80 0844 pro zjišťování tloušťky. V horní poloze zajišťuje hlavici elektromagnetická zádržka. Matice, zajištěná proti pootočení kolíkem vedeným v drážce, se pohybuje otáčením mikrometrického šroubu, poháněného řemínkovým převodem od elektromotorku. Na mikrometrickém šroubu je upevněn kotouč pro optoelektronické snímání pootočení. Horní a dolní krajní poloha unašeče je indikována koncovými spínači. Při unášení hlavice unašečem indikuje snímač dotyku kontakt obou členů.

Tloušťka vzorku h se určí z rozdílu drah unašeče, podle pootočení šroubu. Zjištění první dráhy probíhá během automatické přípravy měřiče, kdy se hlavice spustí přímo na základnu bez vzorku. Po zvednutí hlavice do horní polohy se vloží měřený vzorek a hlavice se opět spustí. Druhá dráha se zjišťuje po skončení měření, opět během zdvihu hlavice z měřeného vzorku.

Po výměně vzorků může následovat další měření již bez přípravné fáze, neboť délka první dráhy je uložena v paměti mikropočítače.

Všechny potřebné funkce zajišťuje jednodeskový mikropočítač JPR-1 ze systému SAPT-1. Teploty základny a hlavice jsou měřeny odporovými plastickými teploměry.

Hlavice je vytápěna odporovou topnou vložkou o příkonu cca 10 W. Měření jednosměrného pootočení pohybového šroubu je zajištěno optoelektronickým snímačem s rozlišením 200 pulsů na otáčku. Signály z alfametrů jsou zesilovány na požadovanou úroveň 1 V. Měřené a vyhodnocené veličiny jsou zobrazeny na displeji se značkou a hodnotou veličiny.

Ke znázornění indikace a upozornění obsluhy napomáhá zvuková signalizace a luminiscenční diody indikující režim statistického zpracování výsledků. [6]

Programové vybavení měřícího přístroje

Programové vybavení měřícího přístroje je možné rozdělit do čtyř skupin:

1. Podprogramy obsluhy jednotky při styku přístroje s okolím - tj. zprostředkování mezi technickým vybavením a programovým vybavením - analogově číslicový převodník, pohybový mechanismus s měřením tloušťky, displej a klávesnice.
2. Obecné podprogramy realizující převody kódů (binární, dekadický apod.), aritmetické operace, porovnání čísel apod.
3. Aritmetický procesor zajišťující všechny výpočty s dvou, popř. čtyřnásobnými čísly v pevné řádové čárce podle potřeb hlavního i jiných programů při výpočtu výsledků měření a statistického zpracování.
4. Hlavní program řídící přípravu měřiče k měření na povel obsluhy provádí vlastní měřící cyklus a podle obsluhy nakonec zobrazuje výsledky současného měření nebo průměr a směrodatnou odchylkou souboru výsledků několika provedených měření. V několika místech přípravy a měření jsou zařazeny kontroly bezchybné funkce jednotlivých bloků měřícího přístroje - autodiagnostika. [6]

5.1.1. Obsluha měřícího přístroje ALAMBETA

Nastavení ovládacích prvků:

- snímače MOT a TOP zapnuty
- přepínač B na mikropočítači v poloze č. 4

A. Zapnutí a příprava přístroje

1. Zapnout přístroj do zdroje (220 V).
2. Zapnout výkonovou jednotku spínačem SÍŤ.

Na displeji se cca po 3 s objeví "Pr" (prepare) - probíhá příprava, tj. cca 10 min zahřátí na provozní teplotu. Při jiné reakci (viz. D.) měřící prostor musí zůstat volný! Ukončení přípravy je signalizováno akusticky a na displeji je nápis "rd" (ready).

B. Vlastní měření (viz. kapitola 5.4.)

C. Statistické měření

1. Provedená měření lze zahrnout do statistiky stisknutím tlačítka ENTER - rozsvítí se LED STAT a ENTER.
2. Vyhodnocení statistiky - stisknout a držet tl. ENTER, stisknout ROLL. Rozsvítí se LED DISP a na displeji se zobrazují průměry a směrodatné odchylny veličin.
3. Zobrazení statistiky - stisknout tl. ROLL, po dobu jeho stisknutí se zobrazuje směrodatná odchylna veličiny (svítí LED s DEU), jejíž průměr se vyjadřoval před stisknutím.
4. Nulování statistiky - stisknout a držet tl. ENTER, stisknou tl. START.

D. Hlášení poruchy a chyb

Indikace na displeji "Ft x.y" (fault) znamená poruchu č. x.y. Měřič je zablokován. Nutno stisknout tl. "R" - zkráceně proběhne příprava dle A.

Indikace "Er x.y" (error) znamená chybu č. x.y. V měření je možné pokračovat - vložené hodnoty jsou zachovány.

E. Vypnutí měřícího přístroje

Vypnout výkonovou jednotku spínačem SÍŤ. [6]

5.1.2. Měřené veličiny a jejich rozměry

1. Měrná tepelná vodivost

$$\lambda = \frac{-q}{\text{grad } T}, \quad (5)$$

kde: λsoučinitel tepelné vodivosti [$10^{-3} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$],
 qhustota tepelného toku [W m^{-2}],
 $\text{grad } T$gradient teploty [W m^{-1}].

2. Měrná teplotní vodivost

$$a = \frac{\lambda}{(\rho \cdot c)}, \quad (6)$$

kde: aměrná teplotní vodivost [$10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$],
 ρhustota [kg m^{-3}],
 cměrné teplo [$\text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$],
 λsoučinitel tepelné vodivosti [$10^{-3} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$].

3. Tepelná jímavost

$$b = \sqrt{(\lambda \cdot \rho \cdot c)} = \frac{\lambda}{\sqrt{a}}, \quad (7)$$

kde: btepelná jímavost [$\text{W m}^{-2} \text{ s}^{1/2} \text{ K}^{-1}$],
 λsoučinitel tepelné vodivosti [$10^{-3} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$],
 ρhustota [kg m^{-3}],
 cměrné teplo [$\text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$],
 aměrná teplotní vodivost [$10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$].

4. Tloušťka

h [mm]

5. Plošný odpor vedení tepla

$$r_1 = \left(\frac{q}{\Delta t_1} \right)^{-1} = \frac{h}{\lambda}, \quad (8)$$

kde: htloušťka textilie [mm],
 r_1plošný odpor vedení tepla [$10^{-3} \text{ W}^{-1} \text{ K m}^2$],
 Δt_1 ...rozdíl teplot [K].

6. Poměr špičkového a ustáleného tepelného toku

$$p = \frac{q_{\max}}{q}, \quad (9)$$

kde: qustálený tepelný tok [W m^2],
 q_{\max}špičkový tepelný tok [W m^2].

7. Špičkový tepelný tok

$$q_{\max} \approx q \quad (10)$$

5.2. Textilní šablona pro měření vlhkostní jímavosti

Textilní šablona pro měření vlhkostní jímavosti byla zhotovena ing. Havrdovou.

5.2.1. Vliv smáčecího tepla na teplotu měřicí šablony používané k simulaci vlhké pokožky při experimentálním hodnocení sorpce a transportu vlhkosti plošnými textiliemi

Měřicí mřížka: VI / PP folie o tloušťce 0,1 mm, 44 g m^{-2} , perforováno 50 % plochy (pro snížení vlhkosti na jednotku plochy) - viz. příloha č.3.

Postup při měření: - dávkováno 0,1 ml vody se smáčecím prostředkem doprostřed měřicího

pole

- během 30 s se vytvoří přibližně kruh o průměru 55 – 60 mm, který se již dále nezvětšuje
- odleženo dalších 30 s.

Takto je pohlceno 0,1 g vody ve hmotě 0,1 g šablony.

Smáčecí teplo: cca 227 000 Jkg⁻¹, smáčecí teplo vzniklé v šabloně:

$$Q_s = 227\,000 \times 1 \cdot 10^{-7} = 0,0227 \text{ J}$$

Ohřev šablony Δt při zanedbání tepelných ztrát do okolí:

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta t, \quad (11)$$

kde: c střední měrné teplo VS + POP +vody.

$$c = (4200 + 1500) / 2 = 2850 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$Q_s = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \times 2850 \times \Delta t,$$

kde : $\Delta t = 39,8 \text{ }^\circ\text{C}$

Podle experimentu předpokládáme, že smáčecí teplo Q_s vedoucí k uvedenému ohřevu šablony se vytvořilo během prvních 30 s. Jaké zvýšení teploty šablony nad teplotu okolí (tj. nad teplotu vzduchu v laboratoři) se zachová po uplynutí dalších 30 s?

$$\Delta t (\tau = 30 + 30 \text{ s}) = \Delta t (\tau = 30 \text{ s}) \exp \frac{-\alpha \cdot S}{m \cdot c} \cdot \tau, \quad (12)$$

kde: $\alpha = 10 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

$$\Delta t (\tau = 30 + 30 \text{ s}) = 39,8 \exp (-2947) = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

5.3. Charakteristika použitých materiálů

Všechny proměřované vzorky textilií a jejich popis je uveden v příloze č. 1.

5.4. Vlastní měření vlhkostní jímavosti

Postup při měření:

1. Položit šablonu na hydrofobní podložku (= PE folie) viskózovou stranou nahoru.
2. Do středu každého čtverce vstříknout 0,1 ml destilované vody s přídavkem smáčedla (= 2 kapky jaru).
3. Počkáme 1 minutu.
4. Mezitím vložit textilii do měřicího prostoru ALAMBETY rubní stranou nahoru a urovnat textilii.
5. Po 1 min šablonu obrátit nepropustnou vrstvou (= polyetylenovou) nahoru.
6. Na přesný střed hlavice přiložit střed čtverce šablony (= střed navlhčeného místa).
7. Stisknout tl. START.

Na displeji se objeví "run", probíhá měření po dobu 10 - 50 s, jeho ukončení je signalizováno akusticky, na displeji se objeví značka a hodnota předvolené veličiny. Hodnoty veličin lze statisticky zpracovat (probráno v kapitole 5.1.1.).

Minimální rozměr vzorku - 100 x 100 mm.

Měření bylo provedeno v laboratoři TU Liberec na katedře oděvnictví.

5.5. Zpracování naměřených hodnot

Ze všech naměřených hodnot jednotlivých vzorků textilií se spočítají jednotlivé aritmetické průměry \bar{x} (dle vztahu 13), směrodatné odchyly s (dle vztahu 14) a variační koeficienty v (dle vztahu 15), které charakterizují daný materiál. Všechny neměřené i vypočítané hodnoty jsou uvedeny v příloze č.2.

Vztahy pro výpočet aritmetického průměru \bar{x} , směrodatné odchylky s a variačního koeficientu v [8]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum x_i, \quad (13)$$

kde: npočet měření,
 x_ii-tá hodnota měření,
 \bar{x}aritmetický průměr hodnot.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum (x_i - \bar{x})^2}, \quad (14)$$

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100, \quad (15)$$

kde: npočet měření,
 x_ii-tá hodnota měření,
 \bar{x}aritmetický průměr hodnot.

Aritmetický průměr \bar{x} [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2} \text{K}^{-1}$], směrodatná odchylka s [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2} \text{K}^{-1}$] a variační koeficient v [%] pro **vlhkostní jímavost b** [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2} \text{K}^{-1}$] jsou uvedeny v tabulkách, a to zvlášť pro pleteniny (tab.č.3.) a tkaniny (tab.č.4.).

Vzorek	č.1	č.2	č.3	č.4	č.5	č.6	č.7	č.8	č.9	č.10	č.11	č.12
\bar{x} [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2} \text{K}^{-1}$]	287	273	283	296	305	332	308	314	335	330	280	341
s [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2} \text{K}^{-1}$]	9,24	6,34	7,76	17,3	12,6 9	7,95	10,9 2	10,7 8	9,39	13,0 1	17,9 8	13,3
v [%]	3,2	2,3	2,7	5,8	4,2	2,4	3,5	3,4	2,8	3,9	6,4	3,9

Tab.č.3. : Vypočítané hodnoty \bar{x} , s, v pro vlhkostní jímavost pletenin.

Vzorek	č.1	č.2	č.3	č.4	č.5	č.6
\bar{x} [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	316	338	341	367	363	389
s [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	15,1 3	12,6 9	12,9 2	7,97	12,7 1	12,6 9
v [%]	4,8	3,4	3,8	2,2	3,5	3,3

Tab.č.4. Vypočítané hodnoty \bar{x} , s, v pro vlhkostní jímavost tkanin.

Z průměrných hodnot vlhkostní jímavosti \bar{x} [W m⁻² s^{1/2} K⁻¹], koeficientu zaplnění μ [1] a poměrného složení π [1] jednotlivých materiálů se sestaví rovnice ve tvaru polynomu 2. řádu:

$$b = a_0 + a_1 \mu + a_2 \mu^2 + b_1 \pi + b_2 \pi^2 + c_1 \mu \pi, \quad (16)$$

a to pro pleteniny i tkaniny.

Vyřešením těchto rovnic pomocí regresní analýzy v programu MATLAB se získají společné závislosti vlhkostní jímavosti na koeficientu μ a koeficientu π (viz. kapitola 5.6.).

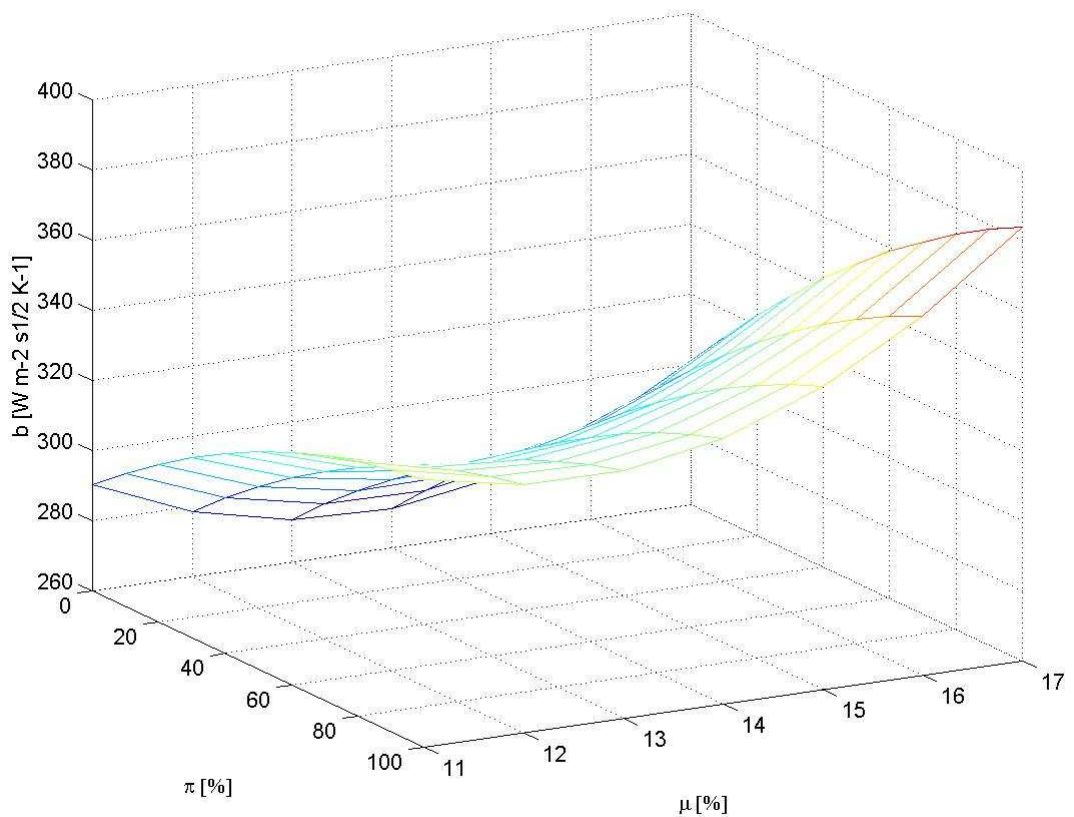
5.6. Vyhodnocení výsledků měření

5.6.1. Vlhkostní jímavost pletenin

Závislost vlhkostní jímavosti b pletenin na součiniteli zaplnění μ a podílu bavlněné složky π , kde je interval π od 0 do 1 a interval μ od 0,1 do 0,2 (odpovídá plošné hmotnosti 0,11 až 0,26 kg m⁻²) byla nalezena ve tvaru :

$$b = 761,606 - 7199,134 \mu + 26,406 \mu^2 + 954,521 \pi - 34,216 \pi^2 - 5741,309 \mu \pi \quad (17)$$

Výsledek je zpracován programem MATLAB (viz. příloha č.4) a je prostorově znázorněn v grafu č.1.



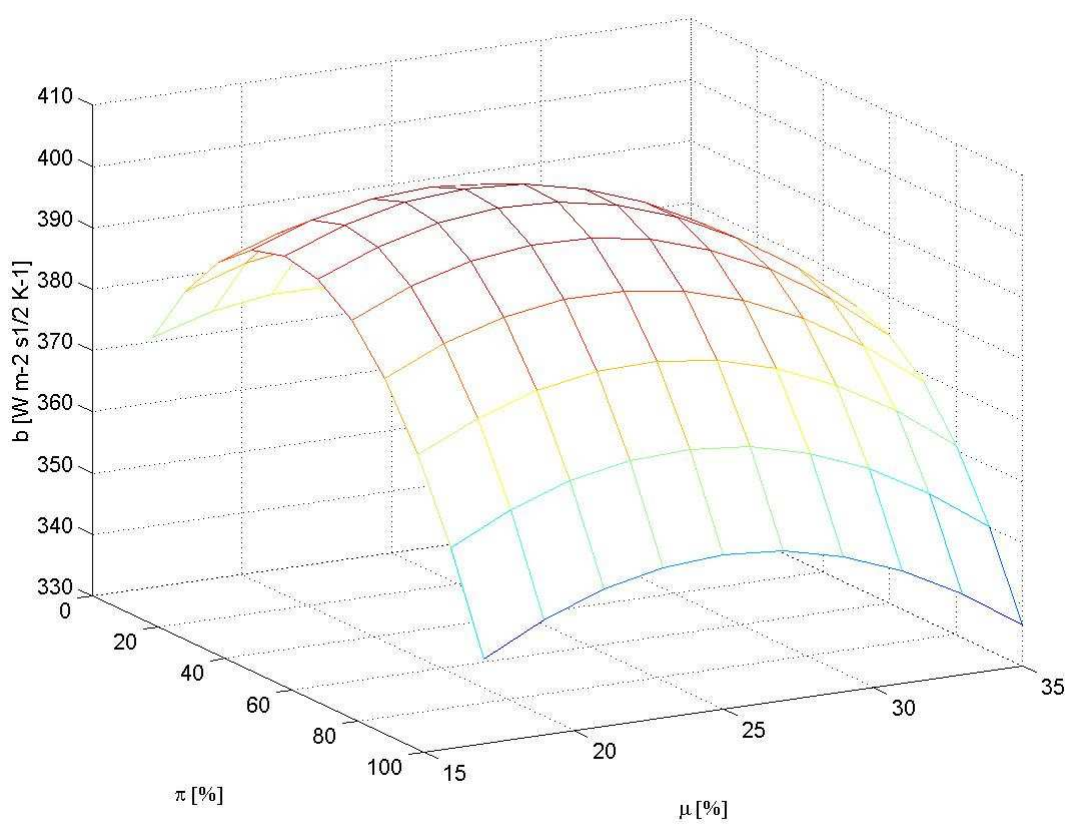
Graf č.1. Vlhkostní jímavost b pletenin CO, PP, CO / PP jako funkce jejich struktury.

5.6.2. Vlhkostní jímavost tkanin

Společná závislost vlhkostní jímavosti b tkanin na součiniteli zaplnění μ a podílu bavlněné složky π , kde je interval π od 0 do 1 a interval μ od 0,16 do 0,35 (odpovídá intervalu plošné hmotnosti 0,096 až 0,17 kg m⁻²) vyplynula z regresní analýzy v následujícím tvaru:

$$b = 2111,929 - 10830,446 \mu + 9658,1197 \mu^2 + 81,763 \pi - 1374,799 \pi^2 + 6372,469 \mu \pi \quad (18)$$

Výsledek je zpracován programem MATLAB (viz. příloha č. 4) a jeho prostorové zobrazení je znázorněno v grafu č.2.



Graf č.2. Vlhkostní jímavost b tkanin CO, PL, CO / PL jako funkce jejich struktury.

6. ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo objektivní stanovení vlhkostní jímavosti u pletenin a tkanin a jejich vzájemné porovnání. Což je možné chápat jako objektivní stanovení tepelného omaku pletenin a tkanin za vlhka.

Obecně lze říci, že pleteniny zkoumané v této diplomové práci mají za vlhka teplejší omak (nižší hodnoty b) než tkaniny za vlhka (vyšší hodnoty b). Může to být dáno rozdílným způsobem výroby vzorků, druhem vlákna, průřezem vlákna.

Většina vzorků pletenin je z materiálu Moira. Ten obsahuje speciálně upravená syntetická vlákna na bázi polypropylenu, která do sebe neabsorbují žádnou vodu. Vlhkost se pohybuje po jeho povrchu, což je rychlejší a snadnější. Navíc pleteniny Moira mají speciální vazby, které vykazují rozsáhlý vnější povrch pleteniny.

Velký povrch pletenin zvyšuje odpařivost, ale průmět členitého povrchu do kontaktní roviny při hodnocení omaku je nízký. Nízký je tedy odvod tepla a omak je teplý (b je nízká).

Tkaniny mají povrch v rovině a hmota při rovinném kontaktu je vyšší, takže tepelný omak hladké kontaktní tkaniny je chladný (mikrovlákno).

Co nejvyšší vlhkostní jímavosti textilií (teplého omaku) můžeme dosáhnout správným zvolením druhu vlákna, průřezu vlákna a vazbami textilií. Je nutno volit vlákna, která do sebe absorbují minimum vody a vlákna s velkým povrchem (např. pentalobal). Jeho vlivem dochází k odvodu vlhkosti mnohem rychleji. Také speciální dvou a vícevrstvé textilie dokáží svou vnitřní nenavlhavou vrstvou propustit vodu do vnější vrstvy, která ji absorbuje a případně postupně odpaří. Takže pokožka zůstává v suchém prostředí (např. interlokové pleteniny).

Měření bylo prováděno v laboratoři katedry oděvnictví na přístroji ALAMBETA. Všechna měření tepelného omaku byla opakována desetkrát na každém vzorku. Vlhkost lidské pokožky byla simulována pomocí perforované textilní šablony, která byla zvlhčována destilovanou vodou s přísadkou smáčedla.

Nový způsob přístrojové simulace hodnotí bez rozsáhlých subjektivních zkoušek. Výsledky jsou levné a objektivnější.

Výsledkem této diplomové práce jsou rovnice pro objektivní stanovení vlhkostní jímavosti tkanin a pletenin. Po dosazení příslušných koeficientů (koeficientu zaplnění μ [%] a koeficientu poměrného složení π [%]) dosáhneme hodnot vlhkostní jímavosti textilií bez dalšího měření.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] Axamit, P., Koldinský, O.: Oděvní technologie a komfort, Textil 1985
- [2] Delljová, R. A., Afanasjevová, R. F., Čubarovová, Z. S.: Hygiena odívání, SNTL, Praha 1997
- [3] Gagge, A. P.- Winslow, C. E. A.: The Influence of Clothing on Physiological Reaction of the Human Body to Varying Environmental Temperatures, Amer. J. Physil. 1938
- [4] Gutwirthová, A.: Studie možností hodnocení fyziologických vlastností oděvních materiálů při nízkých teplotách, diplomová práce, TU Liberec 1998
- [5] Hes, L.: Tepelné vlastnosti textilií, doktorantská disertační práce, Liberec 1991
- [6] Hes, L., Hanzl, J.: Stroje a technologie tvarování, VŠST, Liberec 1989
- [7] Militký, J.: Textilní vlákna, skriptum VŠST, fakulty textilní, Liberec 1995
- [8] Militký, J.: Zpracování experimentálních dat, přednášky pro posluchače 4. ročníku fakulty textilní TUL
- [9] Paulů, J.: Studie fyziologicko-hygienických vlastností tkanin a pletenin určených pro zátěžové sporty, diplomová práce, TU Liberec 1998
- [10] Prospekt firmy CHUNG - SHING
- [11] Prospekt firmy MOIRA
- [12] Pospíšil, Z.: Textilní příručka, SNTL, Praha 1965
- [13] Říha, M.: Vztah konstrukce oděvních vrstev na změnu tepelných vlastností oděvního výrobku, diplomová práce, TU Liberec 1997
- [14] Scheuerer, L.: Vliv vlhkosti na tepelnou propustnost a vodivost první textilní vrstvy, diplomová práce, TU Liberec 1999
- [15] Staněk, J. , Kubíčková, M.: Oděvní materiály, VŠST, Liberec 1986
- [16] Werner, G.: Heat and Humidity Transport Through Textiles, Med. Sven. Textile, 1957

SEZNAM PŘÍLOH:

1. Charakteristika použitých materiálů.
2. Výsledky měření na ALAMBETĚ.
3. Textilní šablona.
4. Zpracování obecných rovnic tkanin a pletenin v programu MATLAB.
5. Tabulky neměřených hodnot - materiály bez vlhkosti.
6. Prospekt firmy MOIRA.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ NA ALAMBETĚ - příloha č. 2

Materiál č.1

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x_1	0,121	278	0,0146	1,76
x_2	0,128	285	0,0146	1,86
x_3	0,124	281	0,0141	1,75
x_4	0,129	300	0,0139	1,80
x_5	0,126	304	0,0146	1,84
x_6	0,123	288	0,0138	1,70
x_7	0,124	278	0,0154	1,92
x_8	0,125	280	0,0158	1,97
x_9	0,123	284	0,0154	1,88
x_{10}	0,127	294	0,0152	1,93
\bar{x}	0,125	287	0,0147	1,85
$v[\%]$	2,0	3,2	4,4	4,8
s	$2,49 \cdot 10^{-3}$	9,24	$6,9 \cdot 10^{-4}$	0,088

Materiál č.2

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x_1	0,133	286	0,0155	2,07
x_2	0,126	262	0,0158	1,99
x_3	0,133	270	0,0157	2,08
x_4	0,130	273	0,0157	2,04
x_5	0,130	275	0,0158	2,05
x_6	0,134	274	0,0163	2,18
x_7	0,126	266	0,0165	2,09
x_8	0,128	276	0,0163	2,08
x_9	0,138	273	0,0156	2,15
x_{10}	0,132	273	0,0163	2,15
\bar{x}	0,131	273	0,0160	2,09
$v[\%]$	2,9	2,3	2,3	2,8
s	$3,77 \cdot 10^{-3}$	6,34	$3,63 \cdot 10^{-4}$	0,58

Materiál č.3

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x_1	0,112	285	0,0101	1,13
x_2	0,108	276	0,0103	1,12
x_3	0,113	274	0,0101	1,14
x_4	0,115	291	0,0106	1,22
x_5	0,111	292	0,0111	1,22
x_6	0,111	276	0,0110	1,22
x_7	0,113	288	0,0105	1,18
x_8	0,115	281	0,0101	1,16
x_9	0,110	275	0,0107	1,18
x_{10}	0,112	294	0,0107	1,20
\bar{x}	0,112	283	0,0105	1,18
$v[\%]$	1,9	2,7	3,5	3,3
s	$2,16 \cdot 10^{-3}$	7,76	$3,68 \cdot 10^{-4}$	0,038

Materiál č.4

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x₁	0,116	288	0,0101	1,17
x₂	0,116	280	0,0105	1,22
x₃	0,108	292	0,0106	1,14
x₄	0,113	270	0,0101	1,14
x₅	0,104	272	0,0108	1,13
x₆	0,121	309	0,0098	1,18
x₇	0,115	313	0,0100	1,18
x₈	0,121	310	0,0098	1,18
x₉	0,123	310	0,00997	1,19
x₁₀	0,122	312	0,0097	1,18
\bar{x}	0,116	296	0,0101	1,17
v[%]	5,4	5,8	3,9	2,3
s	6,26.10⁻³	17,3	3,96.10⁻⁴	0,027

Materiál č.5

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x₁	0,111	296	0,0093	1,03
x₂	0,110	317	0,0092	1,01
x₃	0,109	315	0,0087	0,95
x₄	0,104	292	0,0098	1,02
x₅	0,111	308	0,0092	1,03
x₆	0,109	289	0,0092	1,01
x₇	0,102	291	0,0097	0,99
x₈	0,105	308	0,0097	1,02
x₉	0,114	327	0,0091	1,03
x₁₀	0,104	306	0,0095	0,99
\bar{x}	0,108	305	0,0093	1,01
v[%]	3,6	4,2	3,7	2,5
s	3,9.10⁻³	12,69	3,4	0,03

Materiál č.6

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x₁	0,101	340	0,0080	0,80
x₂	0,0952	335	0,0086	0,82
x₃	0,0983	330	0,0086	0,85
x₄	0,0882	320	0,0083	0,73
x₅	0,0863	328	0,0087	0,75
x₆	0,0973	344	0,0089	0,87
x₇	0,0999	335	0,0082	0,82
x₈	0,0960	329	0,0083	0,80
x₉	0,0928	339	0,0088	0,82
x₁₀	0,0905	321	0,0094	0,85
\bar{x}	0,0946	332	0,0085	0,81
v[%]	5,3	2,4	4,9	5,4
s	4,97.10⁻³	7,95	4,14.10⁻⁴	0,044

Materiál č.7

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x₁	0,100	302	0,0099	0,99
x₂	0,100	301	0,0100	1,00
x₃	0,100	305	0,0099	0,99
x₄	0,0969	313	0,0099	0,96
x₅	0,0910	308	0,0105	0,95
x₆	0,0984	322	0,0098	0,97
x₇	0,0987	319	0,0101	0,99
x₈	0,0994	322	0,0100	0,99
x₉	0,0923	289	0,0108	1,00
x₁₀	0,0918	299	0,0105	1,00
\bar{x}	0,0969	308	0,0101	0,98
v[%]	3,8	3,5	3,4	1,9
s	3,69.10⁻³	10,92	3,4.10⁻⁴	0,02

Materiál č.8

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [Wkm^2]	h [mm]
x₁	0,109	303	0,0097	1,05
x₂	0,113	320	0,0093	1,05
x₃	0,113	330	0,0088	0,99
x₄	0,112	325	0,0092	1,03
x₅	0,107	324	0,0094	1,01
x₆	0,106	298	0,0101	1,07
x₇	0,107	309	0,0097	1,03
x₈	0,105	319	0,0098	1,03
x₉	0,109	305	0,0096	1,04
x₁₀	0,106	309	0,0097	1,03
\bar{x}	0,109	314	0,0095	1,03
v[%]	2,8	3,4	3,8	2,2
s	$3,04 \cdot 10^{-3}$	10,78	$3,61 \cdot 10^{-4}$	0,02

Materiál č.9

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [Wkm^2]	h [mm]
x₁	0,0996	331	0,0059	0,59
x₂	0,0907	326	0,0067	0,61
x₃	0,0913	339	0,0063	0,58
x₄	0,0820	322	0,0070	0,58
x₅	0,0957	338	0,0060	0,57
x₆	0,0905	348	0,0066	0,60
x₇	0,0927	343	0,0060	0,56
x₈	0,03891	333	0,0065	0,58
x₉	0,0835	323	0,0068	0,57
x₁₀	0,0885	346	0,0058	0,52
\bar{x}	0,0904	335	0,0064	0,58
v[%]	5,7	2,8	5,8	4,3
s	$5,19 \cdot 10^{-3}$	9,39	$3,74 \cdot 10^{-4}$	0,03

Materiál č.10

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x₁	0,0989	331	0,0081	0,80
x₂	0,100	331	0,0081	0,82
x₃	0,108	317	0,0089	0,88
x₄	0,111	311	0,0080	0,88
x₅	0,0983	331	0,0090	0,88
x₆	0,113	347	0,0078	0,88
x₇	0,109	324	0,0079	0,86
x₈	0,104	347	0,0085	0,88
x₉	0,0984	319	0,0091	0,90
x₁₀	0,107	346	0,0081	0,87
\bar{x}	0,105	330	0,0084	0,87
v[%]	5,3	3,9	5,8	3,6
s	$5,59 \cdot 10^{-3}$	13,01	$4,89 \cdot 10^{-4}$	0,031

Materiál č.11

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x₁	0,104	256	0,0116	1,2
x₂	0,105	262	0,0113	1,21
x₃	0,0996	258	0,0117	1,17
x₄	0,101	282	0,0110	1,12
x₅	0,105	297	0,0109	1,14
x₆	0,104	266	0,0113	1,18
x₇	0,105	288	0,0107	1,12
x₈	0,0997	299	0,0111	1,11
x₉	0,100	286	0,0110	1,10
x₁₀	0,104	304	0,0107	1,11
\bar{x}	0,103	280	0,0111	1,15
v[%]	2,3	6,4	3,1	5,4
s	$2,37 \cdot 10^{-3}$	17,98	$3,45 \cdot 10^{-4}$	0,06

Materiál č.12

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x₁	0,0955	322	0,0073	0,69
x₂	0,104	330	0,0067	0,69
x₃	0,0977	353	0,0068	0,68
x₄	0,0944	349	0,0069	0,65
x₅	0,0937	356	0,0067	0,64
x₆	0,0907	357	0,0070	0,63
x₇	0,0909	330	0,0072	0,65
x₈	0,0959	331	0,0070	0,67
x₉	0,0847	349	0,0072	0,61
x₁₀	0,0794	329	0,0080	0,63
\bar{x}	0,0927	341	0,0071	0,65
v[%]	5,8	3,9	5,4	4,3
s	5,4.10⁻³	13,3	3,86.10⁻⁴	0,03

Materiál č.13

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x₁	0,0714	320	0,0060	0,43
x₂	0,0672	310	0,0063	0,42
x₃	0,0772	313	0,0057	0,44
x₄	0,0672	300	0,0064	0,13
x₅	0,0637	299	0,0066	0,45
x₆	0,0689	299	0,0063	0,44
x₇	0,0726	339	0,0062	0,45
x₈	0,0672	330	0,0061	0,41
x₉	0,0686	337	0,0060	0,41
x₁₀	0,0650	316	0,0066	0,43
\bar{x}	0,0689	316	0,0062	0,43
v[%]	5,7	4,8	4,6	3,4
s	3,94.10⁻³	15,13	2,83.10⁻⁴	0,014

Materiál č.14

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x₁	0,0853	322	0,0058	0,50
x₂	0,0832	353	0,0058	0,48
x₃	0,0831	338	0,0057	0,48
x₄	0,0839	318	0,0056	0,47
x₅	0,0845	344	0,0060	0,50
x₆	0,0879	338	0,0055	0,48
x₇	0,0881	349	0,0057	0,50
x₈	0,0876	345	0,0055	0,48
x₉	0,0811	330	0,0062	0,50
x₁₀	0,0905	342	0,0056	0,50
\bar{x}	0,0941	338	0,0057	0,49
v[%]	3,4	3,4	4,0	2,5
s	$2,91 \cdot 10^{-3}$	11,39	$2,26 \cdot 10^{-4}$	0,012

Materiál č.15

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x₁	0,0588	344	0,0051	0,30
x₂	0,0610	350	0,0052	0,32
x₃	0,0631	349	0,0053	0,33
x₄	0,0602	3551	0,0051	,031
x₅	0,0582	313	0,0054	0,31
x₆	0,0627	641	0,0046	0,29
x₇	0,0576	330	0,0053	0,31
x₈	0,0615	337	0,0052	0,32
x₉	0,0640	339	0,0050	0,32
x₁₀	0,0634	359	0,0050	0,32
\bar{x}	0,0611	341	0,0051	0,31
v[%]	3,7	3,8	4,3	3,9
s	$2,29 \cdot 10^{-3}$	12,92	$2,19 \cdot 10^{-4}$	0,012

Materiál č.16

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [Wkm ²]	h [mm]
x₁	0,0817	367	0,0060	0,49
x₂	0,0803	359	0,0063	0,50
x₃	0,0834	368	0,0060	0,50
x₄	0,0845	378	0,0056	0,48
x₅	0,0812	375	0,0059	0,48
x₆	0,0789	356	0,0061	0,48
x₇	0,807	357	0,0058	0,47
x₈	0,0783	365	0,0065	0,48
x₉	0,0787	376	0,0061	0,48
x₁₀	0,0811	371	0,0058	0,47
\bar{x}	0,0809	367	0,0060	0,48
v[%]	2,5	2,2	4,3	2,3
s	2,0.10⁻³	7,97	2,6.10⁻⁴	0,011

Materiál č.17

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x₁	0,0574	361	0,0056	0,32
x₂	0,0553	346	0,0055	0,33
x₃	0,0588	378	0,0053	0,31
x₄	0,0551	351	0,0056	0,31
x₅	0,0559	368	0,0056	0,31
x₆	0,0602	344	0,0055	0,33
x₇	0,0598	362	0,0053	0,32
x₈	0,0619	367	0,0051	0,31
x₉	0,0631	381	0,0047	0,30
x₁₀	0,0606	371	0,0050	0,31
\bar{x}	0,0588	363	0,0053	0,32
v[%]	4,8	3,5	5,8	3,5
s	2,8.10⁻³	12,71	3,06.10⁻⁴	0,011

Materiál č.18

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x₁	0,0808	408	0,0042	0,34
x₂	0,0765	380	0,0047	0,36
x₃	0,0703	373	0,0050	0,35
x₄	0,0744	386	0,0046	0,34
x₅	0,0737	394	0,0047	0,35
x₆	0,0716	388	0,0048	0,35
x₇	0,0693	404	0,0049	0,34
x₈	0,0673	368	0,0054	0,36
x₉	0,0699	396	0,0052	0,36
x₁₀	0,0770	390	0,0048	0,37
\bar{x}	0,0731	389	0,0048	0,35
v[%]	5,7	3,3	6,9	3,0
s	4,17.10⁻³	12,69	3,32.10⁻⁴	0,011

CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MATERIÁLU - příloha č. 1

PLETENINY

Materiál č.1:

- zátažná pletenina – třívrstvá
(spojená oboulícími řádky - TRIO Moira)
- složení: PP - 1,7 dtex
PP - 2,2 dtex
Tg 9000
- tloušťka: 1,76 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,258 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 16,14 %

Materiál č.2:

- zátažná pletenina – třívrstvá
(spojená oboulícími řádky - TRIO Moira)
- složení: PP - 1,7 dtex
PP - 2,4 dtex
Tg 9000
- tloušťka: 1,93 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,256 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 14,57 %

Materiál č.3:

- zátažná oboulicní pletenina
(s chytovými klíčkami - moira)
- složení: PP - 1,7 dtex
PP - 2,4 dtex

- tloušťka: 1,09 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,115 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 11,56 %

Materiál č.4:

- zátažná oboulícni pletenina
(s chytovými kličkami - moira)
- složení: PP - 1,7 dtex
PP - 2,8 dtex
- tloušťka: 1,08 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,118 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 12,04 %

Materiál č.5:

- zátažná pletenina - dvouvrstvá
(spojená chytovými kličkami)
- složení: 100 % PP - 1,9 dtex
- tloušťka: 0,92 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,114 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 17,24 %

Materiál č.6:

- zátažná oboulícni pletenina žebrová (LAMA Moira)
- složení: 80 % WO - 5,6 dtex
20 % PP - 0,2 dtex
- tloušťka: 0,76 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,141 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 19,64 %

Materiál č.7:

- zátažná oboulícni pletenina žebrová (LAMA Moira)

- složení: 80 % WO - 6,2 dtex
20 % PP - 0,2 dtex
- tloušťka: 0,90 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,158 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 17,66 %

Matriál č.8:

- zátažná pletenina - dvouvrstvá
(spojená chytovými a lícními kličkami)
- složení: 50 % CO - 2 dtex
50 % PP - 1,7 dtex
- tloušťka: 0,96 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,175 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 15,0 %

Materiál č.9:

- zátažná jednolící pletenina
- složení: 100 % CO - 2,5 dtex
- tloušťka: 0,52 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,119 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 15,0 %

Materiál č.10:

- zátažná jednolící pletenina výplňková
- složení: 50 % PL
50 % CO
- tloušťka: 0,85 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,258 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 21,1 %

Materiál č.11:

- zátažná pletenina - dvouvrstvá
(spojená chytovými kličkami)
- složení: 45 % CO
45 % PP
10 % PA
- tloušťka: 1,12 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,232 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 14,45%

Materiál č.12:

- zátažná jedolící pletenina
- složení: 100 % PL
- tloušťka: 0,58 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,201 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 25,53 %

TKANINY

Materiál č.13:

- tkanina s plátňovou vazbou
- složení: 100 % CO
- tloušťka: 0,36 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,170 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 19,64 %

Materiál č.14:

- tkanina s plátňovou vazbou
- složení: 100 % CO
- tloušťka: 0,41 mm

- plošná měrná hmotnost : 0,107 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 17,2 %

Materiál č.15:

- tkanina s plátňovou vazbou
- úprava: sanforizace
- složení: 100 % CO
- tloušťka: 0,23 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,102 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 29,18 %

Materiál č.16:

- kreповá tkanina – odvozená od plátňové vazby
- složení: 100 % PL
- tloušťka: 0,41 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,109 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 19,49 %

Materiál č.17:

- tkanina s plátňovou vazbou
- úprava: sanforizace, fixace
- složení: 45 % PL
55 % CO
- tloušťka: 0,21 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,106 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 34,86 %

Materiál č.18:

- tkanina s plátňovou vazbou
- složení: 65 % PL
35 % CO
- tloušťka: 0,26 mm
- plošná měrná hmotnost : 0,096 kg m⁻²
- koeficient zaplnění: 26,01 %

TABULKY NAMĚŘENÝCH HODNOT - materiály bez vlhkosti - příloha č.5

1.

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x	0,0471	115	0,0373	1,75
x_2	0,0473	115	0,0370	1,75
x_3	0,0469	114	0,0387	1,79
\bar{x}	0,0471	115	0,0375	1,76
v [%]	0,4	0,6	1,7	2,7
s	$2,0 \cdot 10^{-4}$	0,71	$6,24 \cdot 10^{-4}$	0,023

2.

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x_1	0,0457	127	0,0424	1,94
x_2	0,0463	129	0,0415	1,92
x_3	0,0469	133	0,0413	1,94
\bar{x}	0,0463	130	0,0417	1,93
v [%]	1,3	2,3	1,4	0,6
s	$6,0 \cdot 10^{-4}$	3,08	$5,87 \cdot 10^{-4}$	0,012

3.

	λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	b [$\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	r [WKm^2]	h [mm]
x_1	0,0402	85,5	0,0278	1,12
x_2	0,0398	83,6	0,0273	1,09
x_3	0,0398	85,6	0,0266	1,06
\bar{x}	0,0399	84,9	0,0273	1,09
v [%]	0,5	1,3	2,1	2,5
s	$2,34 \cdot 10^{-4}$	1,13	$6,08 \cdot 10^{-4}$	0,03

4.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0400	94,1	0,0252	1,01
x_2	0,0404	93,3	0,0271	1,10
x_3	0,0414	91,6	0,0276	1,14
\bar{x}	0,0406	93,0	0,0266	1,08
$v[\%]$	1,8	1,4	4,8	6,4
s	7,21.10⁻⁴	1,28	1,27.10⁻³	0,067

5.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0404	99,2	0,0232	0,94
x_2	0,0409	95,2	0,0215	0,88
x_3	0,0419	95,4	0,0224	0,94
\bar{x}	0,0410	96,6	0,0244	0,92
$v[\%]$	1,9	2,3	4,0	3,8
s	7,68.10⁻⁴	2,25	8,5.10⁻⁴	0,035

6.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0394	133	0,0197	0,78
x_2	0,0385	122	0,0198	0,76
x_3	0,0380	119	0,0197	0,75
\bar{x}	0,0386	125	0,0197	0,76
$v[\%]$	1,8	5,6	0,4	1,8
s	7,11.10⁻⁴	7,38	7,07.10⁻⁵	0,016

7.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0437	141	0,0206	0,90
x_2	0,0421	123	0,0212	0,89
x_3	0,0443	147	0,0204	0,90
\bar{x}	0,0433	137	0,0207	0,90
$v[\%]$	2,6	9,0	1,9	0,8
s	1,14·10⁻³	12,49	4,18·10⁻⁴	7,07·10⁻³

8.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0490	131	0,0194	0,95
x_2	0,0475	125	0,0203	0,97
x_3	0,0496	139	0,0192	0,95
\bar{x}	0,0487	132	0,0192	0,95
$v[\%]$	2,2	5,4	3,0	0,8
s	1,08·10⁻³	7,04	5,92·10⁻⁴	0,012

9.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0410	113	0,0129	0,53
x_2	0,0393	114	0,0128	0,50
x_3	0,0392	113	0,0132	0,52
\bar{x}	0,0398	114	0,0130	0,52
$v[\%]$	2,6	0,5	1,4	2,6
s	1,01·10⁻³	1,0	2,12·10⁻⁴	0,016

10.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0460	106	0,0186	0,86
x_2	0,0464	107	0,0185	0,86
x_3	0,0447	104	0,0184	0,82
\bar{x}	0,0457	106	0,0185	0,85
v [%]	1,9	1,5	0,5	2,8
s	8,89.10⁻⁴	1,58	1,0.10⁻⁴	0,023

11.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0467	113	0,0246	1,15
x_2	0,0466	109	0,0241	1,12
x_3	0,0458	113	0,0239	1,09
\bar{x}	0,0464	112	0,0242	1,12
v [%]	1,1	2,1	1,5	2,7
s	4,95.10⁻⁴	2,34	3,61.10⁻⁴	0,03

12.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,040	115	0,0148	0,59
x_2	0,0405	114	0,0144	0,58
x_3	0,0385	118	0,0147	0,57
\bar{x}	0,0397	116	0,0146	0,58
v [%]	2,6	1,8	1,5	1,7
s	1,04.10⁻³	2,12	2,12.10⁻⁴	0,01

13.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0331	145	0,0107	0,35
x_2	0,0336	139	0,0107	0,36
x_3	0,0339	137	0,0110	0,37
\bar{x}	0,0336	140	0,0108	0,36
$v[\%]$	1,1	2,9	1,8	2,9
s	4,12·10⁻⁴	4,18	1,73·10⁻⁴	0,01

14.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0379	131	0,0115	0,44
x_2	0,0366	137	0,0110	0,40
x_3	0,0388	138	0,0105	0,41
\bar{x}	0,0377	136	0,0110	0,41
$v[\%]$	3,0	2,7	4,4	4,3
s	1,11·10⁻³	3,87	5,0·10⁻⁴	0,022

15.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0276	146	0,0084	0,23
x_2	0,0284	143	0,0084	0,24
x_3	0,0283	146	0,0082	0,23
\bar{x}	0,0281	145	0,0083	0,23
$v[\%]$	1,5	1,5	1,4	1,7
s	4,36·10⁻⁴	1,73	1,22·10⁻⁴	7,07·10⁻³

16.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,319	109	0,0128	0,41
x_2	0,0319	112	0,0128	0,41
x_3	0,0323	108	0,0126	0,41
\bar{x}	0,0321	109	0,0127	0,41
$v[\%]$	0,8	1,9	0,8	0,1
s	2,45·10⁻⁴	2,24	1,22·10⁻⁴	0,001

17.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0232	134	0,0085	0,20
x_2	0,0253	136	0,0083	0,21
x_3	0,0256	138	0,0085	0,22
\bar{x}	0,0247	136	0,0084	0,21
$v[\%]$	5,7	1,4	1,6	5,0
s	1,31·10⁻³	2,0	1,22·10⁻⁴	0,01

18.

	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [WKm ²]	h [mm]
x_1	0,0280	125	0,0095	0,27
x_2	0,0279	130	0,0093	0,26
x_3	0,0283	116	0,0094	0,27
\bar{x}	0,0281	124	0,0094	0,26
$v[\%]$	0,8	5,4	1,1	1,5
s	2,12·10⁻⁴	7,11	1,0·10⁻⁴	0,01

Program pro zhotovení grafu - pro tkaniny:

```
[X,Y] = MESHGRID(.16:.02:.35, 0:.1:1);  
Z = 2111.929 - 10830.446 .* X + 9658.1197 .* X.^2 + 81.763 .* Y - 1374.799 .* Y.^2  
+ 6372.469 .* X .* Y  
MESH(X,Y,Z)  
VIEW(-29,20)  
set(gca,'YDir','reverse')  
xlabel('m [1]')  
ylabel('p [1]')  
zlabel('b [W m-2 s1/2 K-1]')
```

Program pro zhotovení grafu - pro pleteniny:

```
[X,Y] = MESHGRID(.1:.01:.2, 0:.1:1);  
Z = 761.606 - 7199.134 .* X + 26.406 .* X.^2 + 954.521 .* Y - 34.216 .* Y.^2 - 5741.309 .* X .* Y  
MESH(X,Y,Z)  
VIEW(-29,20)  
set(gca,'YDir','reverse')  
xlabel('m [1]')  
ylabel('p [1]')  
zlabel('b [W m-2 s1/2 K-1]')
```