

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
NOSITEĽKA RADU PRÁCE

Fakulta textilná
odbor 31 - 12 - 8

technológia textilu a odevníctva
zameranie
netkané textilie - zušľachťovanie
Katedra chémie a zušľachťovania
153

VÝPOČET DOBY OHREVV /TEPELNEJ FIXÁCIE/
VLHKÝCH ZMESOVÝCH MATERIÁLOV

Erika Labajová

Vedúci diplomovej práce : Ing. Kvapil Miroslav

V Liberci, 11. 5. 1987

Vysoká škola: **strojní a textilní**

Fakulta: **textilní**

Katedra: **chemie a zušlechťování**

Školní rok: **1986/1987**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **s. Eriku Labajovou**

obor **31-12-8 technologie textilu a oděvnictví**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Výpočet doby ohřevu (tepelné fixace) vlhkých směso-
vých materiálů.**

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8
PSČ 461 17

Zásady pro vypracování:

- 1) Proveďte rešerši o výpočtu ohřevu deskových útvarů a stanovení termofyzikálních veličin.
- 2) K výpočtu použijte 10 různých vzorků z výrobního sortimentu n.p. TEXTILANA, Liberec.
- 3) Smočené vzorky odmačkněte na fuláru a nechte 24 h odležet.
- 4) Na přístroji vyvinutém na VŠST Liberec stanovte termofyzikální veličiny daných materiálů a to za vlhka a po úplném vysušení.
- 5) Proveďte výpočet doby ohřevu mokrého materiálu k bodu varu vody, dobu k odpaření vody a dobu ohřevu vysušeného materiálu k dosažení teploty fixace. Stanovte celkovou dobu ohřevu.
- 6) V diskuzi zhodnoťte vlivy na trvání doby ohřevu.

V. 91 / 87 7

I.	Úvod	2
II.	Teoretický výklad fixácie	3
II. 1.	Definícia a účel fixácie	3
II. 2.	Fixačný efekt, fixačný stupeň	4
II. 3.	Faktory ovplyvňujúce fixáciu	5
II. 3. 1.	Fixačné médium	6
II. 3. 2.	Teplota pri fixácii	6
II. 3. 3.	Doba pôsobenia tepla	7
III.	Rýchlosť ohrevu plošných textilií	9
IV.	Merenie termofyzikálnych veličín	10
IV. 1.	Tepelná vodivosť a metódy jej merania	10
IV. 2.	Teplotná vodivosť a metódy jej merania	12
IV. 3.	Vlastné meranie a príprava vzorkov	14
IV. 3. 1.	Príprava vzorkov	14
IV. 3. 2.	Obsluha merača tepelných vlastností plošných textilií ALAMBETA 07	15
V.	Výpočet doby ohrevu	16
V. 1.	Výpočet doby ohrevu $\tau_1/s/$ a $\tau_3/s/$	18
V. 2.	Výpočet doby odparenia vlhkosti	19
V. 3.	Celková doba ohrevu	20
VI. 1.	Použité vzorky	22
VI. 2.	Hodnoty ohrevových kriviek	23
VI. 3.	Tabuľka vypočítaných hodnôt	33
VII.	Diskusia	34
VIII.	Záver	38
IX.	Zoznam použitej literatúry	39

Súčasná ekonomická situácia vyžaduje citlivý prístup k riešeniu všetkých problémov nášho priemyslu. Uskutočňovanie vedecko-technického rozvoja je revolučnou úlohou našej spoločnosti a po dlhú dobu aj zostane.

Vyriešenie otázok úzkeho spojenia vedy, výskumu a praxe, vyriešenie naliehavej energetickej situácie a ďalších rovnako dôležitých otázok sa dostáva do popredia v myslení všetkých uvedomelých ľudí.

S rozvojom textilného priemyslu sa súčasne rozvíjalo zušľachtovanie textilných výrobkov, budovanie vhodných úpravni a používanie nových technologických postupov, ktoré ovplyvnili i vývoj moderných zušľachtovacích strojov a zariadení. Zušľachtovaním rozumieme všetky pracovné postupy, ktoré zlepšujú akýmkoľvek spôsobom vlastnosti textilných vlákien, polotovarov alebo textílií.

Progresívne kontinuálne úpravnicke procesy sa neobídu bez intenzívneho tepelného spracovania upravovaných textílií. Pre zlepšenie ekonomického účinku je požadované skrátenie tepelného pôsobenia na najkratšiu nevyhnutnú dobu. Minimálna doba tepelného pôsobenia odpovedá približne dobe nutnej k prehriatiu spracovávaného materiálu na požadovanú teplotu v celom jeho priereze.

II. TEORETICKÝ VÝKLAD FIXÁCIE

Fixácia alebo presnejšie rozmerová stabilita je dôležitým zušľachtovacím procesom, pri ktorej sa mení štruktúra a základné vlastnosti vlákien. Týmto zmenami sú ovplyvňované fyzikálne a chemické vlastnosti textilií.

II. 1. Definícia a účel fixácie

Tepelnú fixáciu možno definovať ako dočasné uvoľnenie štruktúry vlákna prechodným zrušením priečnych väzieb - koheznych síl medzi hlavnými valenčnými reťazcami a spätné upevnenie tak, aby sa vnútorná štruktúra vlákna prispôbila požadovanému vonkajšiemu tvaru, bola zbavená pnutia, a tým i snahy o preskupovanie makromolekúl pri mokrom spracovaní, zvlášť za tepla, čo je príčinou zrážania /5/.

Pri výrobnom procese je materiál vystavený tepelnému a mechanickému namáhaniu, čo ovplyvňuje zmeny v nadmolekulárnej štruktúre vlákna.

Zvýšenou teplotou dochádza k väčšiemu rozkmitaniu reťazcov makromolekúl, ktoré môže dosiahnuť takú intenzitu, až sa porušia niektoré medzimolekulárne väzbové sily.

Ak nie je vlákno pri uvoľnení väzieb mechanicky namáhané, má tendenciu sa zrážať. Ak vlákno ochladíme v polohe, ktorú sme mu dodali pri ohreve, vytvorí sa nové medzimolekulárne väzby s nižšou energetickou hladinou a vlákno prevezme trvale tvar a polohu, ktorú sme mu dodali behom fixácie /2/.

Rozmerovou stabilitou sa v praxi rozumie ustálenie rozmerov a tvarov a zvýšenie užitočnej hodnoty zmesových vlákien i výrobkov z nich v priebehu technologického procesu vyrobených.

Fixácia je dôležitá nielen z hľadiska samotného materiálu ale tiež z hľadiska možnosti riadiť fixačný pochod tak, aby bolo dosiahnuté čo najvyššieho efektu na materiály a aby

bol tento proces optimálny i čo do spotreby energie.

Účel fixácie

- a/ zvýšenie rozmerovej stálosti vlákien pri pôsobení tepla
- b/ zvýšenie tvarovej stálosti a odolnosti voči deformácii
- c/ zlepšenie omaku a celkového vzhľadu
- d/ zníženie vnútorného pnutia vo vnútri vlákien, spôsobené predchádzajúcimi výrobnými operáciami - predovšetkým dĺžením

Fixáciu je možno zaradiť na začiatok technologického procesu, potom sa jej zaistuje stabilita pri nasledujúcich operáciach /napr. farbení/ alebo sa zaraďuje na koniec a zaistuje sa stabilita pre mokré spracovanie behom používania /pre domáce pranie/.

Fixácia prináša ešte niektoré priaznivé efekty a to :

- zlepšenie nemačkovosti
- zníženie žmolkovitosti
- odstránenie zvyškov prenášača
- vyvinutie konečného odtieňa vyfarbenia

II. 2. Fixačný efekt, fixačný stupeň

Vzhľadom k tomu, že fixácia patrí z hľadiska energetického medzi najnáročnejšie procesy, sú otázky spojené s definovaním optimálneho stupňa fixácie a optimalizáciou a riadením fixačného procesu v popredí záujmu.

Fixačný efekt

Dosiahnutie takých zmien v štruktúre materiálu, ktoré zaistujú vhodné spracovateľské a spotrebiteľské vlastnosti. Je to predovšetkým tvarová stálosť znížená mačkovosť, priaznivý omak a pod.

Aby sme mohli presnejšie ohodnotiť fixačný efekt /teda konkrétne a pokiaľ možno číselne/, je nutné zistiť na fixovanom materiáli tzv. stupeň fixácie.

Fixačný stupeň

Vyjadruje do akej miery sa požadovaných efektov dosiahlo.

Stupeň fixácie je daný pomerom počtu rozrušených a novovytvorených väzieb k celkovému počtu medzimolekulárnych väzieb vo vlákne /2/.

Stupeň fixácie $/S_f/$ alebo meraný fixačný efekt $/E_f/$ môžeme vyjadriť /7/

$$S_f = E_f = f/M_f, T_m, \tau_f, r_f/$$

M_f - fixačné médium

T_m - teplota média

τ_f - doba pôsobenia tepla

r_f - napätie a možnosť zmrštenia

K celkovému hodnoteniu fixačného efektu je vedľa objektívne merateľných zmien štruktúry vlákien i výrobkov ešte nutné subjektívne vyhodnotiť fixačný účinok u výrobkov z hľadiska ich omaku, pocitom pohodlia pri nosení, vzhľadu a pod.

II. 3. Faktory ovplyvňujúce fixáciu

Pri postupnom tepelnom spracovaní vlákien a výrobkov alebo v tepelnom režime fixácie sú dôležité hlavne štyry vplyvy, ktoré sú vo vzájomnej kolerácii /7/.

a/ fixačné médium

b/ teplota pri fixácii

c/ doba pôsobenia tepla

d/ napätie a možnosť zmrštenia vlákien a výrobkov

Nesprávnym pomerom týchto štyroch faktorov môže dôjsť k degradácii štruktúry vlákien i polymerizačných reťazcov, a tým i k fyzikálnym a chemickým zmenám vo vláknach, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú užitnú hodnotu výrobku.

II. 3. 1. Fixačné médium

Podľa druhu použitého fixačného média môže sa fixácia prevádzať týmito spôsobmi :

A. Fixácia teplom za mokra

a/ vodou vriacou alebo s prísadou chemikálii, zvyšujúcich bod varu, alebo s prísadou botnadiel k zvýšeniu stupňa fixácie

b/ parou najčastejšie nasýtenou - termohydrofixácia

B. Fixácia teplom za sucha - termofixácia

a/ horúcim vzduchom

b/ horúcim telesom

c/ prehriatou parou

d/ infračervenými peprskami

e/ vysokofrekvenčným prúdom

f/ fixačnými kvapalinami

C. Fixácia chemikáliami

a/ botnadelami

b/ indiferentnými látkami /olejové roztoky - látky, ktoré sa neviažu na vlákna, majú vyšší bod varu/

D. Fixácia kombinovaná

a/ použitie chemikálii /botnadiel/ pri teplovzdušnej fixácii

b/ použitie chemikálii pri fixácii za mokra /8/

II. 3. 2. Teplota pri fixácii

Teplota je špecifická pre každý druh vlákien a riadi sa podľa požiadaviek kladených na hotové výrobky. Teplota musí

byť tak vysoká, aby uvoľnila všetky labilné molekulárne väzby vo vlákne, teda väzby disperzné.

Pri fixácii teda nesmieme rozrušiť všetky väzby, ale len väzby so zvýšenou väzbovou energiou, ale len taký počet, aby sa nezmenil pôvodný charakter vlákna.

Vyššou fixačnou teplotou docielime vyššieho stupňa zafixovania, ale pritom nesmieme prekročiť bod mäknutia vlákna, kedy sa už menia charakteristické užitné vlastnosti textilného vlákna /2/.

Predpokladá sa, že rovnaký stupeň fixácie možno dosiahnuť nižšou teplotou a dlhším časom alebo kratším časom a vyššou teplotou. Príliš dlhé pôsobenie teploty by mohlo poškodiť prírodné alebo viskózne vlákna.

Určitú úlohu zohráva i presnosť s akou sa dodržiava fixačná teplota. Zistilo sa, že vyššou teplotou sa spôsobujú nevratné škody na tovare a že i pri rovnakých dobách môže nepatrná zmena fixačnej teploty mať za následok iné hodnoty zrážania, čím sa mení afinita k farbivám a pod. /9/

II. 3. 3. Doba pôsobenia tepla

Má význam pre hospodárne využitie strojov. Doba pôsobenia teploty na fixačný proces je závislá od spôsobu ohrevu a stupňa prehriatia ohrievanej hmoty.

Textilný materiál nemá ihneď pri pôsobení fixačného média a určitej teplote, teplotu konečnú, ale najprv prebieha ohrev materiálu, až potom zotrúva po určitú dobu na vlastnej fixačnej teplote.

Stabilita závisí na riadnom prehriatí materiálu. Množstvo privedeného tepla závisí na rozdieli teplôt medzi tepelným zdrojom a výrobkom. V stroji, kde sa suší alebo fixuje materiál teplým vzduchom, môže byť teplota vzduchu iba o málo stupňov väčšia než teplota, ktorú má mať materiál. Ten ju nemôže prekročiť. Teplota materiálu stúpa stále pomalšie.

Preto trvá ohrievanie alebo sušenie teplým vzduchom dlhšie./8/

Pri ohreve smerom od povrchu vlákna k jeho stredu sa najskôr zafixujú povrchové vrstvy a vnútro vlákna až naposledy po prehriatí celej hmoty vlákna. Ak nedôjde z časových dôvodov k rovnomernému prehriatiu vlákna, bude tiež stupeň fixácie povrchovej vrstvy a vnútra vlákna rozdielny /2/.

Predlžovanie doby fixácie vedie ku zvýšeniu tuhosti textílie, ku zhoršeniu omaku a k poklesu pevnosti, ku zvýšeniu spotreby energie.

Doba fixačného procesu, teplota a prostredie, v ktorom rozmerová stabilita prebieha sú na sebe závislé.

III. RÝCHLOSŤ OHREVVU PLOŠNÝCH TEXTILIÍ

Celá rada progresívnych technologických procesov pri zušľachtovaní plošných textilií je založená na termickom spracovaní tzv. tepelným šokom. Na textíliu sa pôsobí krátku dobu teplotou vyššou než 100°C . Podľa spôsobu prenosu tepla a vplyvu prostredia môže proces prebehnúť :

- a/ v mokrom prostredí, kedy sa teplo prenáša na textíliu prostredníctvom vodného kúpeľa, pričom pre vyššie teploty nad 100°C musí prebiehať za príslušného zvýšeného tlaku.
- b/ v parnom prostredí, kedy sa prenos tepla uskutočňuje kondenzáciou pary na ohrievanie materiálu
- c/ v suchom prostredí, kde je materiál ohrievaný konvekciou za pomoci topného média /horúci vzduch, prehriata para, žiaričmi/ /11/

Účelom tepelného šoku je dosiahnuť predpokladaného priebehu chemicko-technologického procesu. Pre dosiahnutie rovnomerného výsledku je potrebné, aby proces prebiehal v celom objeme textílie rovnomerne.

Ohrev textílie sa volí tak, aby koeficient prestupu tepla α bol čo najväčší a ohrev prebiehal súčasne z oboch strán textílie.

Podľa zahraničných autorov, zaoberajúcich sa otázkou vhodnej doby fixácie textilných materiálov, vlastná štruktúrna alebo konštitučná zmena prebehne v materiály po dosiahnutí potrebnej teploty veľmi rýchlo, avšak celkový výpad úpravy alebo fixácie závisí na priebehu procesu v celom priereze materiálu t.j. prakticky na dobu, v ktorej bol materiál prehriaty na žiadanú teplotu v celom objeme.

IV. MERANIE TERMOFYZIKÁLNYCH VELIČÍN

Zmeny v štruktúre vlákien vplyvom termického pôsobenia sú veľmi rozsiahle, zložité a majú podstatný technologický význam a vplývajú na užitkové vlastnosti vlákien.

Poznanie termofyzikálnych vlastností textilií je dôležité z mnohých dôvodov. Nízka tepelná vodivosť textilií je základnou užitkovou vlastnosťou textilií pre vrchné ošatenie, netkaných obuvníckych vložiek, stavebných textilií, podlahových krytím a pod.

IV. 1. Tepelná vodivosť a metódy jej merania

Tepelná vodivosť je charakterizovaná rýchlosťou prestupu tepla v určitej látke /význam pre tepelnoizolačné procesy a vzhľadom na zohrievanie, chladenie/ /1/

$$\frac{Q}{t} = -\lambda_F \frac{\partial T}{\partial X}$$

Q je množstvo tepla, ktoré prejde za jednotku času t látkou, je úmerné ploche F kolmej na prestup tepla a tepelnému gradientu $\partial T / \partial X$.

Konštanta úmernosti λ je špecifická tepelná vodivosť, ktorá je pre jednotlivé látky rôzna a je materiálovou konštantou $[Wm^{-1}K^{-1}]$.

Tepelná vodivosť je nižšia v amorfných materiáloch ako v kryštalických. Najväčším vplyvom na tepelnú vodivosť vzorky je povrch vzorky /1/.

Vývoju metód merania tepelnej vodivosti textilií je už dlhú dobu venovaná značná pozornosť a existuje množstvo používaných metód.

Známe metódy patria väčšinou medzi metódy stacionárne, ktoré sú založené na meraní tepelného toku prechádzajúceho vrstvou meraného materiálu umiestneného medzi dvoma plochami o konštantných teplotách t_1 , t_2 . Ohrev plôch zaistuje prú-

diace médium. Príkon sa pri obsluhu postupne mení, tak aby teplota t_3 bloku 3, izolovane uloženého v bloku 2 sa po ustálení teplôt čo najmenej líšila od t_2 . Všetok príkon je potom odvádzaný meraným materiálom o hrúbke s a závisí na tepelnej vodivosti materiálu λ podľa Newtonovho vzťahu pre tepelný tok q .

$$q = -\lambda \frac{t_1 - t_2}{s}$$

Ďalšie metódy podľa Rinsuma, Schmita sa líšia tvarom vzorkov, spôsobom stabilizácie a merania teplôt t_1 a t_2 ako i spôsobom ohrevu bloku 3 a vyhodnotením príkonu.

Podstatou ďalšej normovanej metódy je meranie ustáleného tepelného toku prechádzajúceho materiálom vloženým medzi dve plochy pomocou čidla tepelného toku, nachádzajúceho sa medzi meraným materiálom a jednou plochou.

Vyvinutie veľmi tenkého čidla slúži ku stanoveniu súčiniteľa prestupu tepla a k meraniu tepelných strát ohriatých plôch. Toto čidlo bolo využité ku konštrukcii zariadenia k meraniu tepelnej vodivosti vláknitých izolácií.

Metóda pomalého ohrevu /chladenia/ je založená na meraní doby chladnutia masívneho bloku o vysokej tepelnej kapacite, obklopeného meraným materiálom o podstatne nižšej tepelnej kapacite.

Ďalšie metódy merania tepelnej vodivosti materiálov uvádza Krempaský /10/ vo svojej prehľadnej monografii. U väčšiny metód sú vyžadované kompaktné vzorky špeciálneho tvaru, ktorých teplota je meraná bodovými čidlami.

Tieto známe metódy často vyžadujú ku stanoveniu jednej hodnoty dlhý čas, alebo sú zatažené neprípustnou experimentálnou chybou /3/.

IV. 2. Teplotná vodivosť a metódy jej merania

Teplotná vodivosť $\lambda/\text{m}^2\text{s}^{-1}$ je charakterizovaná rýchlosťou šírenia tepla materiálom. U homogénneho kontinua ju možno stanoviť výpočtom ako podiel tepelnej vodivosti a tepelnej kapacity ρc . U heterogénnych útvaroch tento postup nemožno použiť.

V práci Krempaského /10/ sú popísané tiež metódy merania teplotnej vodivosti do roku 1968. Väčšina metód obsahuje bodový, lineárny či plošný zdroj tepla pre ohrev vzorku a v istej vzdialenosti x od zdroja je na vzorku umiestnené teplotné čidlo meriace teplotu t v čase τ .

Pre nesúdržné alebo sypké materiály možno k meraniu tepelných veličín využiť tzv. metódu nestacionárneho režimu vypracovanú Kondratjevom. Textília je idealizovaná na rovinnú homogénnu dosku. Je pritlačená na masívnu hliníkovú dosku o konštantnej teplote t elektronicky stabilizovanej. Teplota voľného povrchu je meraná bezdotykovým teplomerom. Pre krátkodobé deje sa považuje voľný povrch textílie za dokonale izolovaný t.j. pre $\alpha = 0$. Zariadenie sa používa pre relatívne tenké textilné útvary.

Nevýhody týchto metód pri meraní teplotnej vodivosti: nemožnosť merať nekompaktné materiály, komplikovaná príprava vzorkov, časová náročnosť spôsobená komplikovaným vkladáním vzorku do zariadenia, zdĺhavosť, nákladovosť niektorých príslušných zariadení.

Medzi najnovšiu a dostatočne presnú metódu merania termofyzikálnych veličín patrí metóda, ktorá bola vyvinutá a používa sa na katedre netkaných textilií VŠST Liberec.

Podstatou pôvodnej metódy merania teplotnej vodivosti je meranie časového priebehu tepelného toku, ktorý prechádza povrchom meranej textílie, a to v prípade, kedy sledovaný vzorok textílie o rovnomernej teplote $t/x, \tau=0=t_0$, sa dos-

tame do kontaktu s teplotou t_1 a vo vnútri je teplota počiatočná t_0 .

Povrch textilie sa uvedie do tepelného kontaktu s masívnou kovovou doskou o známej stabilnej teplote t_2 . Druhý povrch textilie je v kontakte s plošným čidlom tepelného toku, ktoré je udržiavané na teplote t_1 .

Tepelné konštanty vypočítame z výrazu /3/

$$\lambda = \frac{s q_\lambda}{t_1 - t_2} \quad \begin{array}{l} s - \text{hrúbka textilie /m/} \\ \tau_a - \text{doba merania /s/} \\ c - \text{citlivosť čidla /Wm}^{-2}\text{mV}^{-1} \\ q_\lambda - \text{tepelný tok /Wm}^{-2}/ \\ \rho - \text{hustota /kgm}^{-2}/ \end{array}$$

$$a = \frac{s^2}{4\pi\tau_a}$$

$$\rho c = \frac{\lambda}{a}$$

Meranie založené na tejto metóde vykazuje určité nedostatky, principiálnu chybu pri meraní príliš tenkých /pod 0,5 mm/ alebo silných /nad 7 mm/ textilií, ktoré sú však vyvážené jeho jednoduchosťou, pohodlnosťou a rýchlosťou, /premeriavanie jedného vzorku netrvá viac než 20 sekúnd/. Táto metóda je bližšie popísaná autorom v práci /3/.

Princíp tohto merania bol využitý k automatickému vyhodnocovaniu teplotných vlastností na prístroji ALAMBETA 07.

IV. 3. Vlastné meranie a príprava vzorkov

V súčasnosti je na katedre netkaných textilií VŠST Liberec overované meracie zariadenie ALAMBETA 07, ktoré okrem ďalších veličín meria i pre nás dôležité termofyzikálne veličiny, a to tepelnú a teplotnú vodivosť plošných textilií. Vyhodnocuje a premeriava sa rovinný vzorok.

IV. 3.1. Príprava vzorkov

K meraniu tepelných vlastností na prístroji ALAMBETA 07 sme použili tkaniny, ktoré odpovedajú sortimentu vyrábanému v národnom podniku Textilana Liberec /viď príloha/. Premeriávali sa skúšobné vzorky o rôznom obsahu vlhkosti a vzorky vysušené.

Vzorky mali rozmery 140 x 70 mm. Vlhčenie sa prevádzalo v banke s destilovanou vodou. Sušenie prebiehalo v sušiarňi v laboratóriu.

Pred zvlhčením sa na analytických váhach zistila hmotnosť suchého vzorku, po zvlhčení sa previedlo vlastné meranie termofyzikálnych veličín a hrúbky vzorky na meracom prístroji. Skúšobná vzorka sa po zmeraní ihneď vložila do vo- pred odváženej váženky, uzavrela a následne odvážila na analytických váhach. Z rozdielu hmotností váženky so vzorkou a samotnej váženky sa určila hmotnosť mokrej vzorky.

Mokrú zmesovú vzorku sa potom sušila v sušiarňi v laboratóriu až do úplného vysušenia. K výpočtu obsahu vlhkosti sa použila hmotnosť zistená pred navlhčením.

Z nameraných hmotností sa vypočítala hodnota mernej vlhkosti podľa vzťahu /6/

$$u = \frac{M_m - M_s}{M_s} 100$$

u - merná vlhkosť /%/

M_m - hmotnosť vlhkej textilie /g/

M_s - hmotnosť suchej textilie /g/

Na vzorke, ktorá sa získala po vysušení mokrej textilie sa previedlo opätovné meranie termofyzikálnych veličín a tiež hrúbky materiálu.

Klimatické podmienky v laboratóriu :

Teplota : 21°C

Relatívna vlhkosť : 66 %

IV. 3.2. Obsluha merača tepelných vlastností plošných textilií ALAMBETA 07

Meranie prebieha v nasledujúcich etapách :

1. Zapnutie napájajúceho zdroja a siete.
2. Na display sa po 3 sekundách objaví "Pr" /prepare/, prebieha príprava po studenom stave približne 10 minút.
Ukončenie prípravy je signalizované akusticky, na display bude "rd" /ready/.
3. Vloženie vzorky do meracieho priestoru.
4. Stlačenie tlačítka START.
5. Na display sa objaví "run" /run/, prebieha meranie po dobu 10 - 50 sekúnd, ukončenie je signalizované akusticky, na display sa objaví značka a hodnota predvolanej veličiny.
6. Prechod na zobrazenie ďalšej veličiny sa prevedie stlačením tlačítka ROLL.
7. Meranie ďalšieho vzorku - návrat k bodu 3.
8. Vypnutie výkonovej jednotky spínačom SIET'. Vypnutie napájacieho zdroja.

Na meracom zariadení sme odčítali tieto hodnoty :

1. tepelná vodivosť $\lambda / 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1} /$
2. teplotná vodivosť $a / 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1} /$
3. hrúbka $h / 10^{-3} \text{m} /$

V. VÝPOČET DOBY OHREUVU

Textiliu idealizujeme na neobmedzenú homogénnu dosku, charakterizovanú priemernou teplotou a teplotnou vodivosťou. Zdieľanie tepla do oboch povrchov dosky je definované pomocou dvoch okrajových podmienok /3/.

Ku stanoveniu minimálnej doby fixácie sme využili teoretického výpočtu podľa prameňa /4/.

Časový priebeh ohrevu závisí na teplote, ktorá sa vo všetkých bodoch pred započatím ohrevu rovná teplote prostredia t_0 .

Nekonečná doska o hrúbke s je rovnomerne zahriatá v počiatočnom okamžiku $\tau = 0$ na teplotu t_1 a ponorená do prostredia s konštantnou teplotou t_0 . Súčiniteľ prestupu tepla sa podľa zahraničných autorov z výskumného ústavu ARTOS v NSR pohybuje u rozpínacích mechanických rámov okolo hodnoty 200. Túto hodnotu sme použili u všetkých vzorkov pre výpočet Biotovho čísla.

Pomerná teplota v rovine, prechádzajúca osou x sa v okamžiku τ rovná /4/

$$\eta = \frac{t_F - t_X}{t_F - t_0} = \sum_{i=1}^{\infty} A_i^n \cos \left/ \beta_i \frac{x}{s/2} \right/ \exp \left/ -\beta_i^2 F_0 \right/$$

η - pomerný teplotný spád

t_F - teplota fixácie /180 °C/

t_0 - teplota prostredia / 20 °C/

Hodnoty koreňov charakteristickej rovnice k výpočtu nekonečnej dosky $\beta_i = \beta_i / Bi$ sú uvedené v tabuľke č. 4 - 1. A koeficienty $A_i^n = f / Bi$ v tabuľke č. 4 - 2. /4/

Pre náš výpočet sme zobrali prvé 3 členy, teda $i = 1$ až 3.

Kritéria pravdepodobnosti sú definované vzťahom /4/

$$Bi = \frac{\alpha \cdot s/2}{\lambda} \quad Fo = \frac{a \cdot \tau}{/s/2/2}$$

s - hrúbka textílie určená meraním /m/

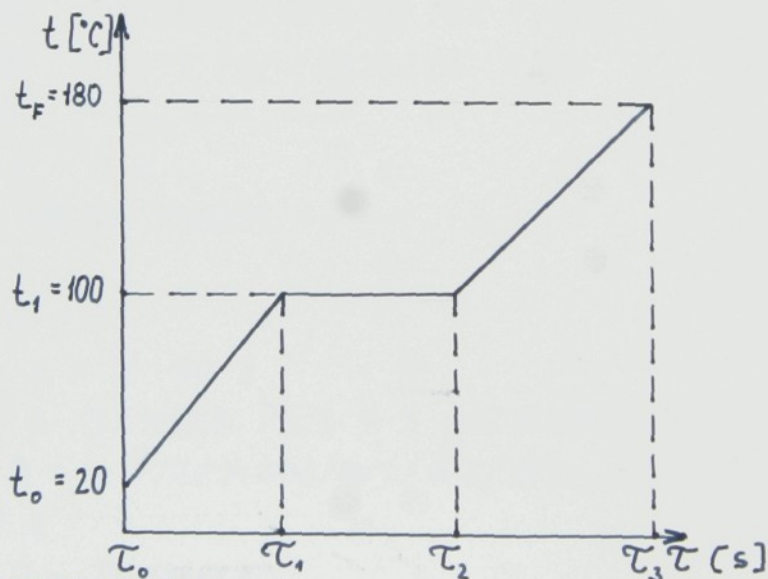
τ - hľadaný čas alebo zadaná doba ohrevu textílie /s/

Bi - Biotovo číslo

Fo - Fourierovo číslo

Biotovo číslo charakterizuje podmienky prestupu tepla s okolia do telesa a Fourierovo charakterizuje podmienky šírenia tepla v telese.

Celková doba ohrevu vlhkých materiálov sa dá superponovať nasledujúcim schématom.



τ_0 - počiatočná doba ohrevu

τ_1 - doba ohrevu mokrého materiálu

τ_2 - doba odparenia vody

τ_3 - doba ohrevu vysušeného materiálu

Celková doba ohrevu fixačného materiálu potom bude :

$$\tau_c = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 \text{ /s/}$$

V. 1. Výpočet doby ohrevu τ_1/s a τ_3/s

Hodnoty koreňov charakteristickej rovnice β_i a A_i^n použijeme na výpočet doby ohrevu mokrého materiálu τ_1/s a vysušeného materiálu τ_3/s . Pre výpočet sme ako som už uviedla, zobrali prvé tri koeficienty, ktoré sme použili v nasledujúcom programe na počítači IQ 150.

```

10 GOSUB 500: REM mezanie obrazovky
20 GOSUB 300: REM ### zadanie vstupných dát
40 INPUT "ZADAJ A1, A2, A3 : "; A/1/, A/2/, A/3/
50 INPUT "ZADAJ B1, B2, B3 : "; B/1/, B/2/, B/3/
60 J = 0
70 C = 0
75 IF X = 1 THEN PO = "POVRCH":GOTO
77 PO = "STRED"
80 PRINT "PRIEBEH TEPLoty PRE "; PO
90 PRINT "CAS T /S/ TEPLOTA TAU"
100 PRINT "-----,---"
110 C = C + 0,2
111 REM CHYBA PAMATI -----
115 R = 0
120 J = J + 1
130 FOR I = 1 TO 3
140 REM A /I/ * BOS /B/I * X /S/ * EXP /- /B/I/ ^2 < * F * C >
142 R = R + A /I/ * COS /B/I/ * X /EXP /- /B/I/ ^2 > * F * C >
150 NEXT I
160 T = Q - /Q-0/ * R
165 PRINT C,T
170 IF J < 10 GOTO 200
180 INPUT 2
190 J = 0
200 IF //Q - T/ > = 0,1/ GOTO 110

```

```

210 GOSUB 340
230 GOTO 60
240 END
300 REM  PODPROGRAM PRE VSTUPY
310 INPUT  "Fo/CAS"; F
320 INPUT  "TEPLOTA KONECNA" ; Q
330 INPUT  "TEPLOTA POCIATOCNA" : Q
340 PRINT  "POCITAME POVRCHOVU TEPLOTU ?"
350 INPUT  "ODPOVEDZ 'ANO' ALEBO 'NIE' ; INO
360 X = ABS / ASC/ INO>= 65/
370 IFX = 0 THEN PRINT "POCITAME VNUTORNU TEPLOTU"
380 RETURN
500 REM  MAZANIE
510 FOR I = 1 TO 15:PRINT : NEXT
515 POKE 12 / 2 : POKE 13 / 1
517 PRINT
520 RETURN
READY

```

V. 2. Výpočet doby odparenia vlhkosti

Teplo dodané ohriatemu materiálu zistíme zo vzťahu :

$$Q_1 = M_t C_t / t_1 - t_o / + M_v C_v / t_1 - t_o /$$

M_t - hmotnosť textilie /kg/

C_t - merné teplo textilie /Jkg⁻¹grad⁻¹/

M_v - hmotnosť vody /kg/

C_v - merné teplo vody /Jkg⁻¹grad⁻¹/

Q_1 - dodané teplo /Jkg⁻¹/

Keďže sa merné teplo textilií príliš nelíši, použili sme k výpočtu pre všetky skúšobné vzorky hodnotu 1,36071 kJkg⁻¹grad⁻¹.

$$C_v = 4,1868 \text{ kJkg}^{-1} \text{ grad}^{-1}$$

$$M_v = M_t \frac{u}{100}$$

u - merná vlhkosť /%/

Spotrebované teplo k odpareniu vody bude :

$$Q_2 = M_v r \quad / \text{kJ} /$$

r - výparné teplo, ktorého hodnota je $2,2563 \text{ kJkg}^{-1}$

Dobu pre odparenie daného množstva počiatkovej vlhkosti $\tau_2 / \text{s} /$ zistíme z rovnice :

$$\frac{Q_1}{\tau_1} = \frac{Q_2}{\tau_2}$$

V. 3. Celková doba ohrevu

Celkovú dobu ohrevu vlhkých materiálov určíme tak, že stanovíme ohrevovú krivku z teploty t_1 až na t_F .

Na predpokladanej ohrevovej krivke môžeme potom sledovať tieto tri hlavné úseky :

V prvom úseku má textília na počiatku ohrevu teplotu $t_0 = 20^\circ \text{C}$ /t.j. teplotu prostredia/ a pomaly sa ohrieva až na teplotu bodu varu vody $t_1 = 100^\circ \text{C}$. V tomto úseku sa skúšobná mokrá textília ohrieva po dobu $\tau_1 / \text{s} /$. Je to doba, ktorá je potrebná pre ohrev mokrého materiálu bez odparovania vlhkosti až do teploty t_1 .

Druhá oblasť predstavuje pri konštantnej teplote sušenia dobu $\tau_2 / \text{s} /$ potrebnú pre odparenie daného množstva vlhkosti

za predpokladu rovnekého prívodu tepla v čase τ ako v prvom úseku.

Nasleduje posledný, tretí úsek, t.j. ohrev materiálu z teploty bodu varu kvapaliny až po teplotu fixácie $t_F = 180^\circ\text{C}$ u suchého materiálu. Materiál sa ohrieva po dobu $\tau_3/\text{s/}$.

Celkovú dobu ohrevu skúšanej vzorky plošnej textilie potom dostaneme ako súčet jednotlivých dvoch dôb ohrevu τ_1 , τ_3 a doby odparenia vlhkosti τ_2 .

VI. 1. POUŽITÉ VZORKY

K premeraniu termofyzikálnych vlastností pre výpočet doby ohrevu sa použili skúšobné vzorky, ktoré odpovedajú vyrábanému sortimentu v n.p. Textilana Liberec /viď príloha/.

V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté základné údaje o hrúbke textilií, hustote, percentuálnom zložení materiálu a charakteristike jednotlivých textilií.

vz.č.	hrúbka /10 ⁻³ m/	hustota /kgm ⁻³ /	zloženie			charakteristika
			VL	PES	VS	
1.	0,42	613,9	-	70	30	dámská šatovka
2.	0,46	543,5	45	55	-	pánsky tesil
3.	0,45	541,5	-	-	100	dámska šatovka
4.	0,80	638,0	45	55	-	pánsky tesil
5.	0,53	684,7	45	55	-	POČ spoločenský a módný
6.	0,74	317,2	84	16	-	luxusná dámska šatovka /Eldaxa/
7.	0,37	539,4	PESh 30	PESs 33	37	Araxa dámska šatovka
8.	0,61	329,0	-	100	-	dámska šatovka
9.	0,52	684,7	-	70	30	pánsky tesil

VI. 2. Hodnoty ohrevových kriviek

Na stranách 23 - 32 sú zobrazené tabuľky jednotlivých vzoriek. Prvá tabuľka u každej vzorky obsahuje zistené a vypočítané hodnoty pre mokré a vysušenú vzorku. Ďalšie dve popisujú priebeh doby ohrevu do bodu varu vody a dostávame dobu τ_1 pre rôzne vlhkosti. Posledná vyjadruje ohrievanie vzorky od bodu varu až po teplotu fixácie. Dostávame dobu τ_3 ako rozdiel časov pri teplote fixácie a teplote varu.

Vzorka č. 1

u /%/	46	96	0
$\lambda / 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1} /$	93,1	213	47,6
$\alpha / 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1} /$	0,56	0,191	0,111
s / $10^{-3} \text{m} /$	0,41	0,41	0,42
$\alpha / \text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1} /$	200	200	200
Bi	0,440	0,192	0,882
Fo	12,850 τ	4,545 τ	2,517 τ

$\tau / \text{s} /$	4	5	6	7	8	9	9,8
t / $^{\circ}\text{C} /$	54,6	63,8	72,3	80,2	87,5	94,3	99,4

$\tau / \text{s} /$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t / $^{\circ}\text{C} /$	21,7	26,7	32,0	37,2	42,2	47,1	51,7	56,2	60,6	64,8
$\tau / \text{s} /$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
t / $^{\circ}\text{C} /$	69,8	72,7	76,5	80,2	83,7	87,1	90,0	93,5	96,5	99,5

$\tau/s/$	5,8	8	10	12	14	16
$t/^{\circ}C/$	98,7	119,6	135,9	144,8	153,1	159,5
$\tau/s/$	18	20	22	24	26	28
$t/^{\circ}C/$	164,3	168,0	170,8	173,0	174,7	175,9
$\tau/s/$	30	32	34	36	38	40
$t/^{\circ}C/$	176,9	177,6	178,2	178,6	178,9	179,2
$\tau/s/$	42	44	46	47		
$t/^{\circ}C/$	179,4	179,5	179,6	179,7		

Vzorka č.2

u/%/	49	81	0
$\lambda / 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1} /$	73,6	100,0	44,5
$a / 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1} /$	0,54	0,054	0,094
$s / 10^{-3} \text{m} /$	0,46	0,45	0,46
$\alpha / \text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1} /$	200	200	200
Bi	0,625	0,450	1,034
Fo	10,208 τ	1,067 τ	1,777 τ

$\tau / \text{s} /$	1	2	3	4	5	6	7	7,4
$t / ^\circ \text{C} /$	25,3	39,0	52,6	65,0	76,2	86,3	95,5	98,8

$\tau / \text{s} /$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,6
$t / ^\circ \text{C} /$	23,9	34,4	45,2	55,2	64,6	73,2	81,2	88,6	95,4	99,2

$\tau / \text{s} /$	5,3	8	10	12	14	16
$t / ^\circ \text{C} /$	99,4	126,4	140,4	150,8	158,3	164,0

$\tau / \text{s} /$	18	20	22	24	26	28
$t / ^\circ \text{C} /$	168,2	171,2	173,5	175,2	176,5	177,4

$\tau / \text{s} /$	30	32	34	36	38	40
$t / ^\circ \text{C} /$	178,1	178,6	178,9	179,2	179,4	179,6

$\tau / \text{s} /$	42	44	46	48	49
$t / ^\circ \text{C} /$	179,7	179,8	179,8	179,8	179,9

Vzorka č.3

u /%/	73	91	0
$\lambda / 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1} /$	107	198	47
$a / 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1} /$	0,72	0,085	0,082
$s / 10^{-3} \text{m} /$	0,43	0,44	0,37
$\mathcal{L} / \text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1} /$	200	200	200
Bi	0,402	0,223	0,787
Fo	15,576 τ	1,756 τ	2,396 τ

$\tau / \text{s} /$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10,6
$t / ^\circ \text{C} /$	23,6	33,1	43,0	52,4	61,0	69,2	76,7	83,8	90,4	96,5	99,94

$\tau / \text{s} /$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t / ^\circ \text{C} /$	22,0	27,7	33,7	39,6	45,2	50,7	55,9	60,9	65,7

$\tau / \text{s} /$	10	11	12	13	14	15	16	17	17,6
$t / ^\circ \text{C} /$	70,3	74,7	78,9	83,0	86,9	90,7	94,2	97,7	99,7

$\tau / \text{s} /$	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$t / ^\circ \text{C} /$	99,0	117,6	131,9	142,9	151,4	158,0	163,0	166,9	169,9

$\tau / \text{s} /$	24	26	28	30	32	34	36	38	40
$t / ^\circ \text{C} /$	172,2	174,0	175,3	176,4	177,3	177,9	178,4	178,7	179,0

$\tau / \text{s} /$	42	44	45	46	48	50	57,6
$t / ^\circ \text{C} /$	179,3	179,4	179,6	179,8	179,8	179,9	

Vzorka č. 4

u /%/	59	81	0
$\lambda / 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1} /$	141	177	63,4
$a / 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1} /$	0,75	0,083	0,213
$s / 10^{-3} \text{m} /$	0,81	0,82	0,80
$\mathcal{L} / \text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1} /$	200	200	200
Bi	0,574	0,463	1,262
Fo	4,573 τ	0,494 τ	1,331 τ

$\tau / \text{s} /$	1	2	3	4	5	6	7	8
$t / ^\circ \text{C} /$	25,0	37,7	50,5	62,3	73,1	82,8	91,7	99,7

$\tau / \text{s} /$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,4
$t / ^\circ \text{C} /$	24,0	34,8	45,8	56,0	65,5	74,3	82,4	89,8	96,7	99,4

$\tau / \text{s} /$	4,3	6	8	10	12
$t / ^\circ \text{C} /$	99,9	115,2	134,0	147,7	156,9
$\tau / \text{s} /$	14	16	18	20	22
$t / ^\circ \text{C} /$	163,6	168,4	171,8	174,2	175,9
$\tau / \text{s} /$	24	26	28	30	32
$t / ^\circ \text{C} /$	177,1	177,9	178,5	179,0	179,3
$\tau / \text{s} /$	34	36	38	40	43,8
$t / ^\circ \text{C} /$	179,5	179,6	179,7	179,8	179,9

Vzorka č.5

u /%/	61	84	0
λ / $10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$ /	113	184	56,9
a / $10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ /	0,53	0,07	0,137
s / 10^{-3}m /	0,56	0,54	0,53
$\mathcal{L}$ / $\text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}$ /	200	200	200
Bi	0,495	0,293	0,931
Fo	6,760 τ	0,960 τ	1,951 τ

τ /s/	1	2	3	4	5	6	7	8	8,8
$t/^{\circ}\text{C}/$	24,8	35,7	47,2	58,0	67,9	77,0	85,3	93,0	98,7

τ /s/	1	2	3	4	5	6	7
$t/^{\circ}\text{C}/$	22,7	29,9	37,6	44,9	52,0	58,6	64,7
τ /s/	8	9	10	11	12	13	13,8
$t/^{\circ}\text{C}/$	71,0	76,5	81,8	86,9	91,7	96,3	99,8

τ /s/	5,6	6	8	10	12	14	16	18
$t/^{\circ}\text{C}/$	98,8	103,2	122,0	136,2	146,9	155,0	161,1	165,7
τ /s/	20	22	24	26	28	30	32	34
$t/^{\circ}\text{C}/$	169,2	171,9	173,9	175,4	176,5	177,5	178,0	178,5
τ /s/	36	38	40	42	44	46	48	52
$t/^{\circ}\text{C}/$	178,9	179,1	179,4	179,5	179,6	179,7	179,8	179,9

Vzorka č.6

u /%/	85	89	0
$\lambda /10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}/$	107	148	45,5
$\alpha /10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1}/$	0,85	0,073	0,221
$s /10^{-3} \text{m}/$	0,69	0,67	0,74
$\mathcal{L} / \text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}/$	200	200	200
Bi	0,645	0,453	1,626
Fo	7,141 τ	0,651 τ	1,614 τ

$\tau/\text{s}/$	1	2	3	4	5	6	7	7,3
$t/^{\circ}\text{C}/$	25,4	39,4	53,3	65,9	77,4	87,6	96,9	99,9

$\tau/\text{s}/$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,6
$t/^{\circ}\text{C}/$	23,9	34,5	45,3	55,4	64,8	73,4	81,4	88,9	95,7	99,6

$\tau/\text{s}/$	4,1	6	8	10	12	14	16	18	20
$t/^{\circ}\text{C}/$	99,9	125,5	143,8	156,0	164,0	170,0	172,9	175,3	176,8
$\tau/\text{s}/$	22	24	26	28	30	32	34	36	37
$t/^{\circ}\text{C}/$	178,0	178,6	179,0	179,3	179,5	179,7	179,8	179,8	179,9

Vzorka č. 7

u /%/	59	84	0
$\lambda / 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1} /$	83,5	121	42,7
$a / 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1} /$	0,49	0,062	0,100
$s / 10^{-3} \text{m} /$	0,37	0,38	0,37
$\mathcal{L} / \text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1} /$	200	200	200
Bi	0,443	0,314	0,867
Fo	14,317 τ	1,718 τ	2,922 τ

$\tau / \text{s} /$	1	2	3	4	5	6	7
$t / ^\circ \text{C} /$	22,9	30,6	38,7	46,4	53,8	60,7	67,3
$\tau / \text{s} /$	8	9	10	11	12	13	
$t / ^\circ \text{C} /$	73,5	79,3	84,9	91,1	95,0	99,7	

$\tau / \text{s} /$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,8
$t / ^\circ \text{C} /$	23,9	34,2	44,8	54,8	64,0	72,6	80,5	87,8	94,6	99,7

$\tau / \text{s} /$	5,9	6	8	10	12	14	16	18
$t / ^\circ \text{C} /$	99,9	100,2	118,8	133,1	144,0	152,5	158,9	163,8
$\tau / \text{s} /$	20	22	24	26	28	30	32	34
$t / ^\circ \text{C} /$	167,6	170,5	172,7	174,4	175,7	176,7	177,5	178,1
$\tau / \text{s} /$	36	40	42	44	46	48	50	54
$t / ^\circ \text{C} /$	178,5	178,9	179,1	179,3	179,5	179,6	179,7	179,9

Vzorka č.8

$u \text{ } / \%$	83	92	0
$\lambda \text{ } / 10^{-3} \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1} /$	143	312	53,9
$a \text{ } / 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} /$	0,89	0,301	0,202
$s \text{ } / 10^{-3} \text{ m} /$	0,59	0,59	0,61
$\mathcal{L} \text{ } / \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1} /$	200	200	200
Bi	0,413	0,189	1,132
Fo	10,227 τ	3,459 τ	2,171 τ

$\tau \text{ } / \text{ s} /$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10,2
$t \text{ } / ^\circ \text{C} /$	23,7	33,4	43,5	53,0	61,8	70,1	77,7	84,9	91,5	97,7	98,9

$\tau \text{ } / \text{ s} /$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$t \text{ } / ^\circ \text{C} /$	21,7	26,6	31,8	36,9	41,8	46,6	51,2	55,7	60,0	64,1	68,1

$\tau \text{ } / \text{ s} /$	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20,4
$t \text{ } / ^\circ \text{C} /$	72,0	75,7	79,3	82,8	86,0	89,4	92,6	95,6	98,5	99,6

$\tau \text{ } / \text{ s} /$	5,0	6	8	10	12
$t \text{ } / ^\circ \text{C} /$	98,8	110,8	129,8	143,5	153,5

$\tau \text{ } / \text{ s} /$	14	16	18	20	22
$t \text{ } / ^\circ \text{C} /$	160,8	166,0	169,8	172,6	174,6

$\tau \text{ } / \text{ s} /$	24	26	28	30	32
$t \text{ } / ^\circ \text{C} /$	176,1	177,2	177,9	178,5	178,9

$\tau \text{ } / \text{ s} /$	34	36	38	40	44
$t \text{ } / ^\circ \text{C} /$	179,2	179,4	179,6	179,7	179,9

Vzorke č. 9

u /%/	61	92	0
λ / $10^{-3} \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$ /	110	249	55,1
a / $10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ /	0,60	0,128	0,138
s / 10^{-3} m /	0,49	0,51	0,52
$\mathcal{L}$ / $\text{Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$ /	200	200	200
Bi	0,445	0,209	0,944
Fo	9,996 τ	1,969 τ	2,041 τ

τ /s/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,8
t / $^{\circ}\text{C}$ /	23,9	34,3	44,9	54,9	64,2	72,8	80,7	88,0	94,9	99,9

τ /s/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t / $^{\circ}\text{C}$ /	21,9	27,2	32,8	38,3	43,6	48,8	53,7	58,4	63,0	67,4

τ /s/	11	12	13	14	15	16	17	18	18,8
t / $^{\circ}\text{C}$ /	71,6	75,7	79,6	83,3	87,0	90,5	93,8	97,1	99,6

τ /s/	5,6	8	10	12	14	16
$t/^{\circ}\text{C}/$	99,4	122,6	136,8	147,5	155,5	161,5
τ /s/	18	20	22	24	26	28
$t/^{\circ}\text{C}/$	166,1	169,5	172,1	175,5	176,8	177,5
τ /s/	30	32	34	36	38	40
$t/^{\circ}\text{C}/$	177,5	178,1	178,6	178,9	179,2	179,4
τ /s/	42	44	46	48	53	
$t/^{\circ}\text{C}/$	179,5	179,7	179,7	179,8	179,9	

VI. 3. Tabuľka vypočítaných hodnôt

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené vypočítané hodnoty dodaného a spotrebovaného tepla, doby na odparenie daného množstva počiatkovej vlhkosti a celková doba ohrevu pre jednotlivé vzorky.

vz.č.	u/%/	$Q_1/\text{kJkg}^{-1}/$	$Q_2/\text{kJkg}^{-1}/$	$\tau_2/\text{s}/$	$\tau_c/\text{s}/$
1.	46	2,43	2,17	8,8	59,8
	96	4,36	4,98	22,8	84,0
2.	49	2,28	2,10	6,8	57,9
	81	3,33	4,49	12,9	66,2
3.	73	3,43	3,62	11,1	73,3
	91	3,96	4,45	19,8	89,0
4.	59	5,87	5,78	7,8	55,3
	81	5,23	7,98	14,3	63,2
5.	61	4,52	4,51	8,7	63,9
	84	5,68	6,25	15,1	75,3
6.	85	3,72	4,11	8,1	48,3
	89	4,13	4,61	10,7	53,2
7.	59	2,70	2,66	12,8	73,9
	84	3,46	3,81	10,8	68,7
8.	83	3,09	3,40	11,2	60,4
	92	2,91	4,31	30,2	89,6
9.	61	3,94	3,93	9,8	67,0
	92	5,30	5,97	21,2	87,4

VII. DISKUSIA

Doba ohrevu je doba potrebná k prehriatiu hmoty vlákna na teplotu fixácie prívodom tepelnej energie. Doba pôsobenia teploty na textilný materiál je závislá na spôsobe ohrevu a spôsobe prestupu tepla.

Pre lepšiu orientáciu v nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté hodnoty počiatočnej vlhkosti, plošnej hmotnosti a materiálneho zloženia vzorky.

vz.č.	u/%/	τ_c /s/	plošná hmotnosť /kgm ⁻² /	zloženie		
				Vl	PES	VS
1.	46 96	59,8 84,0	310	-	70	30
2.	49 81	57,9 66,2	300	45	55	-
3.	73 91	73,3 89,0	300	-	-	100
4.	59 81	55,3 63,2	520	45	55	-
5.	61 84	63,9 75,3	430	45	55	-
6.	85 89	48,3 53,2	230	84	16	-
7.	59 84	73,9 68,7	260	PESh PESs 30 33 37		
8.	83 92	60,4 89,6	230	-	100	-
9.	61 92	67,0 87,4	430	-	70	30

Ak porovnáme dobu ohrevu toho istého vzorku v závislosti na počiatočnej vlhkosti, zistíme že vo väčšine prípadov rastie celková doba ohrevu s počiatočnou vlhkosťou. Táto závislosť neplatí u vzorky č. 7, čo mohlo byť spôsobené nesprávnym odčítaním hmotnosti pri vážení vzorky.

Vzorky č. 1 a 9 sú rovnakej manipulácie, preto je teda možné porovnať ich doby ohrevu. Vzorka č. 9 má väčšiu plošnú hmotnosť a pri nižšej vlhkosti má dlhšiu dobu ohrevu ako vzorka č. 1. Tá má menšiu plošnú hmotnosť a hoci vyššiu počiatočnú vlhkosť, je jej doba ohrevu nižšia. Ak má vzorka č. 9 vyššiu vlhkosť je i doba ohrevu dlhšia. Teda vplyv na dobu ohrevu okrem počiatočnej vlhkosti má i plošná hmotnosť tkaniny.

Rovnakej manipulácie sú aj vzorky č. 2, 4, 5. Vzorka č. 5 má väčšiu plošnú hmotnosť ako vzorka č. 2 a pri obsahu vlhkosti, ktoré môžeme porovnať je doba ohrevu dlhšia u vzorky č. 5. Ale pri porovnaní vzorky č. 4 so vzorkami č. 2 a 5, ktoré majú nižšie hodnoty plošnej hmotnosti pri porovnateľnej vlhkosti sú ich doby ohrevu dlhšie.

Vzorka č. 6 patrí ku tkaninám o nízkej plošnej hmotnosti a pri vysokom obsahu vlhkosti sú jej doby ohrevu, pri porovnaní s inými vzorkami, nízke. Avšak pri jej materiálovom zložení by tieto hodnoty mali byť vyššie.

Vzorka č. 8 je tkaninou s rovnakou plošnou hmotnosťou ako vzorka č. 6. Pri hodnotení s touto vzorkou zisťujeme, že má oveľa dlhšie doby ohrevu, hoci jej zloženie je 100% PES, u ktorého sa predpokladá kratšia doba ohrevu.

Medzi tkaniny s vyššou a rovnakou plošnou hmotnosťou patria aj vzorky č. 9 a 5. Pri zhodnej počiatočnej vlhkosti má vzorka č. 9 dlhšiu dobu ohrevu a pri vyššej vlhkosti je tiež doba ohrevu dlhšia. Takže objavujeme ďalší, a to materiálový vplyv tkaniny na dĺžku doby ohrevu.

Pri zrovnaní vzorky č. 5 a 1, nám u vzorky č. 1, ktorá

má menšiu plošnú hmotnosť, vychádzajú dlhšie doby ohrevu. Takže tu opäť môže dobu ohrevu ovplyvňovať materiálové zloženie vzorkov.

Vzorky č. 2 a 3 sú zhodnej plošnej hmotnosti. Vzorka č.2 pri vyššej vlhkosti má kratšiu dobu ohrevu. Opäť je to vplyvom materiálového zloženia tkaniny.

Ak porovnáme skoro totožný obsah počiatočnej vlhkosti u vzorky č. 3 a 9, vychádza nám pre vzorku č. 3 dlhšia doba ohrevu i keď patrí ku materiálom s menšou plošnou hmotnosťou. Rolu tu opäť zohráva jej zloženie 100% VS.

Vzorka č. 8 pri hodnotení so vzorkou č.9 vykazuje dlhšiu dobu ohrevu i keď patrí medzi materiály s menšou plošnou hmotnosťou a jej zloženie je 100% PESh.

Z rozboru doby ohrevu u skúšaných vzorkov môžeme vyvodiť záver, že dĺžka doby ohrevu je ovplyvňovaná tromi základnými faktormi :

- počiatočnou vlhkosťou materiálu
- plošnou hmotnosťou tkaniny
- materiálovým zložením tkaniny

Zo zistených výsledkov vyplýva, že doba ohrevu rastie s počiatočnou vlhkosťou materiálu ako i s plošnou hmotnosťou tkaniny a svoju úlohu tu zohráva i materiálové zloženie vzorkov. Najvyššie doby ohrevu vychádzajú u vzorky č. 3, ktorá je zložená zo 100% VS. Ako je známe toto vlákno ovplyvňuje vysokou navlhavosťou. Vzorky č. 1 a 9 majú kratšie doby ohrevu než vzorka č. 3, ale dlhšie ako vzorky č. 2, 4, 5.

Tieto závery neplatia pre vzorky č. 6, 7, 8 a čiastočne pre vzorku č. 4 . Ako som už uviedla u vzorky č. 7 nerastie doba ohrevu s rastom počiatočnej vlhkosti. Vzorka č. 6 by mala vykazovať dlhšie doby ohrevu a vzorka č. 8 veľmi krátke. Tiež u vzorky č. 4 by mali byť doby ohrevu niečo dlhšie.

Z dosiahnutých výsledkov môžeme vyvodiť obecný záver, pre dĺžku doby ohrevu rôznych materiálov. Syntetické polyméry, ktoré nebotnejú, majú minimálny obsah sorbčnej vlhkosti, doby ohrevu sú kratšie, materiál potrebuje menšie množstvo tepla. Naopak materiály s obsahom VS vlákien, ktoré majú vysokú botnaciú schopnosť, potrebujú pre odparenie vlhkosti väčšie množstvo tepla, ich doby ohrevu sú dlhšie.

VIII. ZÁVER

Podmienky fixácie sa ešte stále skúmajú a hľadajú sa optimálne podmienky, pri ktorých daná textília má najlepšie vlastnosti. Rozhodujúca je doba a teplota fixácie, ktoré ovplyvňujú najmä ekonomickú a efektívnu stránku výroby.

Úlohou tejto diplomovej práce bol výpočet jednej z podmienok fixácie, a to doby ohrevu v celom objeme hmoty vlhkých textilných materiálov.

Po uvedenom predchádzajúcom zhodnotení by som chcela podotknúť, že fixácia je pomerne náročná operácia hlavne na energiu ako i z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že doba ohrevu vlhkých materiálov je pomerne dlhá.

Aby došlo k dokonalému prebehnutiu fixačného procesu, v praxi sa používa dlhšia doba ohrevu materiálu. Dlhšia doba ohrevu je nutná z toho dôvodu, aby sa získala rezerva pre dostatočné zafixovanie materiálu v celej hmote.

Táto metóda teoretického výpočtu určuje najkratšiu dobu ohrevu vlhkých textilných materiálov.

IX. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- /1/ Blažej, A., Šulá, Š.: Vlastnosti textilných vlákien,
Alfa Bratislava 1982
- /2/ Prášil, M., Kvapil, M., Hofman, J. : Stroje a mechanická technológia zušlechťovaní, VŠST Liberec, 1985
- /3/ Informativní přehled VÚV, Brno, 1986 č. 4 /str. 24 - 43/
- /4/ Kutateladze, S. S., Borišanskij, V. M. : Příručka sdílení tepla SNTL 1962
- /5/ Rais, J. : Základy chemickéj technológie textilní, Liberec VŠST 1967
- /6/ Blahník, R. , Kosubud, J. : Metódy laboratórneho vyhodnocovania a meranie vlhkosti
- /7/ Šefčík : Textil, 1963
- /8/ Gajdošová, E. : Diplomová práca, 1982
- /9/ Piler, Trávníček : Syntetické vlákna, 1956
- /10/ Krempaský, J. : Meranie termofyzikálnych veličín SAV, Bratislava , 1969
- /11/ Kvapil, M., Kyncl : Rychlost ohřevu plošných textilií Textilní strojírenství 1966, č. 42

PRÍLOHA - VZORKY

č.1



č.2



č.3



č.4



č.5



č.6



č.7



č.8



č.9

