

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

NOSITELKA ŘADU PRÁCE

FAKULTA TEXTILNÍ

OBOR 31 - 12 - 8

TECHNOLOGIE TEXTILU A ODĚVNICTVÍ

KATEDRA TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ A PŘADELNICTVÍ

ZJIŠŤOVÁNÍ IZOLAČNÍCH VLASTNOSTÍ PLOŠNÝCH ÚTVARŮ OBSAHUJÍCÍCH
SPECIÁLNÍ POLYPROPYLENOVÁ VLÁKNA

Jana GABČÍKOVÁ

KMP-005

Vedoucí práce: Ing. Jana HYNČICOVÁ, KMP

ROZSAH PRÁCE A PŘÍLOH:

počet stránek - 80

počet příloh - 17

počet tabulek - 17

počet obrázku - 4

V Liberci dne 11. 5. 1987

Katedra: textilních materiálů Školní rok: 1986/1987
a přádelnictví

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Janu G a b ě ě k o v o u

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: Zjišťování izolačních vlastností plošných útvarů
obsahujících speciální polypropylenová vlákna.

Zásady pro vypracování:

1. Specifikace používaných polypropylenových vláken.
2. Přehled používaných metodik na zjišťování izolačních vlastností plošných útvarů.
3. Výběr vhodné metody a zjištění izolačních vlastností u vybraných vrstvených izolačních textilií obsahujících speciální polypropylenová vlákna.

V 248 / 87 T

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

1.0 VŠEOBECNÁ ČASŤ

1.1 Úvodný list	1
1.2 Zadanie DP	2
1.3 Miestoprísazne prehlásenie.....	3
1.4 Poďakovanie	4
1.5 Obsah.....	5-6
1.6 Zoznam použitých skratiek a symbolov.....	7

2.0 ÚVOD 8-9

2.1. Tézy diplomovej práce	10
----------------------------------	----

3.0 TEORETICKÁ ČASŤ 11

3.1. Fyzikálna podstata šírenia zvuku v tuhom telese	11-13
--	-------

3.1.1 Rýchlosť zvuku vo vlákne a predpoklady zvukovej pohltivosti.....	13-15
--	-------

3.1.2 Využitie zvuku na stanovenie fyzikálnej charakteristiky vlákna	15-17
---	-------

3.2 Fyzikálna podstata šírenia tepla v tuhom telese.....	18-19
--	-------

3.2.1 Prestup tepla a tepelná vodivosť vo vláknach	20-21
--	-------

3.3 Kvalitatívne predpoklady textilných vlákien pre zvukovú a tepelnú izoláciu	21-25
--	-------

3.3.1 Špeciálne typy textilných vlákien pre tepelné a zvukové izolácie	25-27
--	-------

4.0. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ 28

4.1 Základné experimentálne materiály a ich	
---	--

4.1.1	Technológia prípravy izolačných materiálov zo špeciálnych POP vlákien	32-34
4.2	Metodická časť	34
4.2.1	Stanovenie základných parametrov textilných vlákien a izolačných materiálov	34-36
4.2.2	Stanovenie rýchlosti šírenia zvuku vo vlák- nach	39-41
4.2.3	Metóda stanovenia zvukovej pohltivosti tex- tilných materiálov	43-45
4.2.4	Metódy merania tepelnej vodivosti plošných textilií	46-51
4.2.5	Metódy merania teplotnej vodivosti plošných textilií	51-53
4.2.6	Metóda súčasného merania tepelnej a teplot- nej vodivosti	53-56
4.3.	Podmienky experimentov a dosiahnuté výsledky pri meraní zvukovej pohltivosti	57-63
4.3.1	Diskusia výsledkov z merania zvukovej pohlti- vosti	64-66
4.4	Podmienky experimentov a dosiahnuté výsledky pri me- raní tepelnej vodivosti	66-72
4.4.1	Diskusia výsledkov z merania tepelnej vodi- vosti	73-74
5.0	ZÁVER	75-76
6.0	Literatúra	77-80

1.6 Zoznam použitých skratiek a symbolov

POPs	-	polypropylénová striž
PES	-	polyester
vz.	-	vzorka
obr.	-	obrázok
tab.	-	tabuľka
č.	-	číslo
D	-	duté
AP	-	anorganicky plnené
PVC	-	polyvinylchlorid
NT	-	netkané textílie
konšt.	-	konštanta
VKFp	-	variačný koeficient pevnosti
VKŤ	-	variačný koeficient ťažnosti
kap.	-	kapitola

2.0 ÚVOD

Hlavnou príčinou štrukturálnych zmien v textilnom priemysle v posledných rokoch je stále širšie uplatňovanie syntetických vlákien.

Na sklonku päťdesiatych rokov sa prvýkrát objavili priemyslovo vyrobené vlákna polypropylénové.

U nás sa od samého začiatku k problematike POP vlákien pristupovalo systematicky a komplexne. Základňu preto vytvára komplexná výskumná úloha POLYP-ROPYLEN, do jeho riešenia boli zapojené pracoviská chemické, textilné a strojárenské. Riešila sa celá problematika tvorby základného polyméru, jeho zvlákňovanie, skúmali sa vlastnosti, spracovanie a použitie POP vlákien.

Tieto snahy boli motivované jednak plánovanou rozsiahlou tuzemskou surovinovou základňou, jednak predpokladanou nízkou cenou týchto syntetických vlákien, u ktorých sa predovšetkým zdôrazňovala malá objemová hmotnosť.

Do bytových textílií začal prenikať polypropylén hneď v prvom období svojho vývoja. Musel pritom prekonávať ťažkú konkurenciu vlákien PAD, avšak na druhej strane k jeho širšiemu uplatneniu prispel intenzívny rozvoj výroby podlahových textílií. Predovšetkým vpichované podlahové textílie poskytl výbornú príležitosť k uplatneniu POP striže.

Čoraz viac sa POP vlákna začínajú používať pri výrobe technických textílií, hlavne v automobilom priemysle a v priemysle stavebníckom, poľnohospodárstve /geotextílie a pod./, potravinárskom priemysle. V automobilovom priemysle k rýchlemu rozvoju došlo hlavne u podlahovín a sedadiel. Začiatkom 80. rokov bolo napr. vo Veľkej Británii asi 80 % textilných potáhov na sedadlách. Sedadlo by malo zodpovedať požiadavkám, pri ktorých sa dosiahne transport vlhkosti pri potení povrchu tela. Dvere a bočné časti sú potiahnuté čalúnnickými materiálmi, ktoré znižujú i úrazovosť.

Textílie poskytujú príležitosť dosiahnúť odlišnosť a pohodlie. Hlavné druhý ukazovateľ sa stáva dôležitejším. Dnešná rôznorodosť bytového vybavenia sa odráža okrem iného i v štýle vybavenia interiéru dopravných prostriedkov.

XVII. zjazd KSČ stanovil pre textilný priemysel ne-malé úlohy ako je zvyšovanie kvality a technickej úrovne výrobkov, zintenzívnenie inovácie sortimentu, obohacovanie vnútorného trhu novinkami a luxusnými výrobkami ako i využitím výsledkov vedecko-technického pokroku zabezpečovaním uspokojovania rastúcich kvalitatívnych a kvantitatívnych potrieb spoločnosti pri zhodnocovaní a efektívnom využití energie a surovín z tuzemska.

Taktiež širšie uplatnenie syntetických vlákien, v súčasnosti už aj špeciálneho charakteru, môže prispieť k zvýšeniu užitkovej a technickej úrovne výrobkov textilného priemyslu.

2.1 Tézy diplomovej práce

Z dostupných literárnych zdrojov vyplýva, že pre tepelnú a zvukovú izoláciu sa využívajú rôzne typy a sortimenty samotných textilných útvarov, resp. ich kombinácie s anorganickými a organickými látkami. Cieľom ich kombinácie je zlepšenie izolačných vlastností, prípadne vytvorenie takej makroštruktúry kompozitného izolačného materiálu, ktorá by tieto vlastnosti podstatne ovplyvnila. Základné tézy tejto diplomovej práce sledujú časť možnosti pre dosiahnutie týchto zmien. Predmetom diplomovej práce je overenie vplyvu rôznych typov vlákenných materiálov z toho istého polyméru - polypropylén TATREN 471 na izolačné vlastnosti v textíliach pripravených technológiou vpichovania za tých istých podmienok. Predpokladáme, že porovnaním dosiahnutých výsledkov s klasickými typmi vlákenných materiálov sa prejaví vplyv podielu špeciálne upravených vlákien, dutých a anorganicky plnených, na zmenu izolačných vlastností textilne plošného útvaru.

Cieľom práce je preveriť možnosti zabudovania textilného rúna z týchto vlákenných materiálov do kompozitných izolačných materiálov.

3.0 TEORETICKÁ ČASŤ

3.1 Fyzikálna podstata šírenia zvuku v tuhom telese -----

Zvukom rozumieme usporiadaný kmitavý pohyb molekúl, prenášaný pôsobením síl, ktorými na seba molekuly vzájomne pôsobia. Zvukom teda nazývame vlnenie molekúl.

Veľkosť zvukovej vlny závisí na okamžitých podmienkach prostredia /na tlaku, teplote a vlhkosti/. Rýchlosť šírenia týchto vĺn je definovaná ako rýchlosť zvuku s označením c .

Zvukové vlny sa šíria rôznym prostredím rôznou rýchlosťou, pričom sa zoslabujú, Ich intenzita ubúda šírením na väčšie a väčšie vlnoplochy, čiastočným pohlcovaním v prostredí a pri odraze na telesách.

Podobne ako náš sluchový orgán rozochvievajú sa aj iné telesá dopadom zvukových vĺn, ktoré sa potom šíria nielen vo vzduchu, ale i v plyne, v kvapalinách i v pevných látkach.

Na hmotné prvky telesa môžeme pozerat' ako na oscilátory /približne harmonické/, ktoré nie sú voľné, ale sú viazané s ostatnými hmotnými prvkami telesa. Ak je vychýlený jeden prvok,

prenáša sa zmena jeho polohy aj na susedné prvky telesa. Šírenie kmitu v určitom prostredí nazývame postupným vlnením. Obecne sa šíri vlnenie z miesta rozruchu na všetky strany, nielen v telese samom, ale sa prenáša i na okolité prostredie. Tento jav predstavuje vyžarovanie postupných vln. Pri šírení vln sa prenáša kmitová energia na ďalšie prvky. Táto energia sa odníma oscilátoru, kde rozruch vzniká. Vyžarovanie vln je okrem premeny mechanickej energie v teplo dôležitou príčinou útlmu.

Pozdĺžne vlnenie vznikne, ak vychýlime jednu guľu v smere rady a následne uvoľníme, guľa vychýli susednú, ktorá opäť vychýli ďalšiu a tak kmit prebehne celou radou, na ktorej konci sa odrazí, šíri späť, až sa utlmí.

Ak je štruktúra rady všade rovnaká, bude výmena energie medzi všetkými oscilátormi rovnako rýchla a preto rýchlosť c , akou vlnenie postupuje v rade, bude stála.

Vlnenie vykoná za kmitovú dobu T určitú dráhu, ktorá sa nazýva vlnová dĺžka a je daná vzt'ahom:

$$\lambda = cT \quad / 1 /$$

Harmonický opakovaný kmit je pritom daný vzt'ahom:

$$y / t / = A \sin \omega t = A \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t \quad / 2 /$$

kde: t - čas

Rýchlosť c šírenia vlny nazývame fázová rýchlosť. Určiť rýchlosť vln v pružných telesách napr. vo vlákne, je zložité. Najvhodnejšie je možné prispôbiť podľa rýchlos-

ti pozdĺžných vĺn v tenkej tyči. Pozdĺžne kmity v tyči sa prejavujú tým, že prierez v mieste $\underline{M}$ sa vychylí o dĺžku $\underline{u}$. Táto okamžitá výchylka sa prenáša pružnosťou tyče na ďalšie prierezy, ktoré kmitajú s istým meškaním, závislým na vzdialenosti od bodu $\underline{M}$. Tyčou postupuje pozdĺžna vlna. Ak označíme $\underline{u}$ súčasnú výchylku prierezu v mieste $\underline{M}$ vzdialenom od $\underline{M}$ v nedeformovanej tyči o $\Delta \underline{x}$. Deformáciami $\underline{u}$ a $\underline{u}$ sa zmení táto vzdialenosť na $\Delta \underline{x}'$, pričom:

$$\Delta x' - \Delta x = u - u = \Delta u \quad / 3 /$$

a pomerné predĺženie ξ tyče MaM' :

$$\xi = \frac{\Delta x' - \Delta x}{\Delta x} = \frac{\Delta u}{\Delta x} \quad / 4 /$$

Podľa Hookova zákona je napätie σ rovné:

$$\sigma = E \cdot \xi \quad / 5 / \quad \text{kde: } E - \text{Youngov modul pružnosti,}$$

takže na celý prierez tyče v mieste M pôsobí sila:

$$F = S \cdot \sigma \quad / 6 /$$

3.1.1 Rýchlosť zvuku vo vlákne a predpoklady zvukovej pohltivosti

Vlákno môžeme prirovnat' k strune a potom na základe tohto porovnania pre rýchlosť šírenia priečnych elastických vĺn v strune platí vzťah:

$$c = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}} = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad / 7 /$$

kde: μ - dĺžková hustota struny

Z toho vyplýva, že rýchlosť je tým väčšia, čím väčšie je napätie struny $\sigma = F/S$ a čím menšia je hustota struny ρ . Vzt'ah vyjadruje pomery približne, lebo nezohľadňuje tuhosť struny.

Odraz zvuku sa prejavuje ozvenou, pri ktorej sluchom rozoznávame odrazený zvuk od pôvodného zvuku. Dva po sebe nasledujúce zvukové signály rozoznávame sluchom len vtedy, ak uplynie medzi nimi najmenej 0,1 s. Za túto dobu urazí zvuk približne dráhu 34 m a polovica tejto vzdialenosti je teda najkratšia vzdialenosť struny od zvukového zdroja, aby vznikla ozvena. Pri menších vzdialenostiach splýva pre sluch odrazená vlna s vlnou postupujúcou priamo od zdroja, takže odrazom vzniká jav, ktorý nazývame dozvukom.

Odrazený zvuk nepôsobí rušivo a zosiluje zvuk pôvodný, ak je časový rozdiel medzi pôvodným a odrazeným zvukom kratší než 0,06 s. Pri väčšom časovom rozdiely medzi rovnakými zvukmi nastáva tzv. zmesovanie, pôsobiacie nepriaznivo na akosť počutia.

Druhý zmienený jav, pohlcovanie zvuku, vzniká tak, že odrazenou stenou sa dozvuk zoslabuje, pohltivosť α /súčiniteľ zvukovej pohltivosti, absorbcia/ je preto dôležitou akustickou veličinou rôznych látok. Je to pomer látkou pohltenej intenzity zvuku I_p k intenzite dopadajúceho zvuku I_d ,

$$\alpha = \frac{I_p}{I_d} \quad / 8 /$$

ktorý je pre všetky látky menší než 1

Všeobecne je pohltivost' pre nižšie tóny menšia a pre vyššie tóny väčšia. Pohltivost' ďalej závisí na uhle dopadu zvukových vln. Preto sa určuje stredná zvuková pohltivost' látky pre všetky smery.

Celková pohltivost' miestnosti v m^2 je daná nasledovným vzťahom:

$$A = \sum_{i=1}^m \alpha_i S_i \quad / 9 /$$

kde: S_i - plošný obsah i -tej steny

α_i - pohltivost' steny

3.1.2 Využitie zvuku na stanovenie fyzikálnej charakteristiky vlákna

Deformačné procesy vo vlákne sú charakterizované rôznymi veličinami. Jednou zo základných je stanovenie modulu pružnosti vlákna. Spôsoby merania tohto modulu môžeme rozdeliť na statické a dynamické.

Bežným spôsobom stanovenia počiatočného modulu je odčítanie z pracovnej krivky a takto zistená hodnota sa nazýva počiatočný modul vlákna.

Ďalšou možnosťou stanovenia počiatočného modulu sú dynamické metódy. Takto zmeraná hodnota sa nazýva dynamický modul. Dynamický modul sa vzťahuje k orientácii a jeho hodnoty sú cenné pre určenie štrukturál-

nych prechodov. Dynamický modul má preto isté vlákno o niečo vyššie hodnoty, než statický modul.

V posledných rokoch sa stále viac uplatňuje stanovenie počiatočného modulu z merania rýchlosti šírenia zvuku vo vlákne. Takto stanovená hodnota sa nazýva zvukový, alebo sonický modul. Výhodou stanovenia je krátky časový interval, počas ktorého je možné získať predstavu o orientácii vlákna. Metóda je vhodná pre priadze, ale bola použitá aj pre zväzky nekonečných vlákien.

Hodnoty modulu zistené meraním rýchlosti zvukových impulzov sú podľa DUMBLETONA približne dvakrát väčšie než hodnoty modulu zistené na dynamometre INSTRON.

Viskoelastické chovanie vlákna súvisí s vnútorným usporiadaním a štrukturálnymi pomermi vo vlákne. Z toho dôvodu bol zavedený pojem priemernej orientácie vlákna.

Pri sledovaní orientačných procesov sa porovnávajú vlastnosti rôzne orientovaných polymérov so základným neorientovaným polymérom. Všetky vlákna, ako polymérne útvary vykazujú istý stupeň orientácie tzv. predorientácia, čo je spôsobené už vlastným procesom vzniku vlákna. Tento stupeň orientácie je malý a väčšinou sa zanedbáva.

Stupeň celkovej orientácie vlákna, vypočítaný z merania dvojlomu je daný vzťahom

$$f_o = \frac{n_{\parallel} - n_{\perp}}{n_d - n_p} \cdot \frac{dc}{d} \quad / 10 /$$

kde $n_{\parallel} - n_{\perp}$, resp. d je dvojlom, resp. hustota premeriavaného vzorku

$n_d - n_h$, resp. d_c je dvojlom, resp. hustota ideálne orientovaného vzorku

Stupeň celkovej orientácie molekúl vlákna, vypočítaný z merania rýchlosti šírenia zvuku, je daný vzťahom podľa MOSELEYHO

$$f_d = 1 - \frac{C_u^2}{C^2} \quad / 11 /$$

kde C_u - je rýchlosť šírenia zvuku v neorientovanom vzorku

C - je rýchlosť šírenia zvuku v premeriavanom vzorku

Tento vzťah bol pre prax upravený. V poslednej dobe sa užíva v tvare

$$f_d = \frac{1 - \frac{C_u^2}{C^2}}{1 - \frac{C_u^2}{C_m^2}} \quad / 12 /$$

kde C_m - je rýchlosť šírenia zvuku v maximálne orientovanom polymére s daným stupňom kryštalického podielu.

Uvedené spôsoby využitia šírenia zvukovej vlny sú v poslednej dobe v značnej miere využívané pri stanovení základných charakteristík syntetických vlákien.

3.2 Fyzikálna podstata šírenia tepla v tuhom telese

Tepelná energia sa šíri v hmote, v podstate tro-
ma nasledovnými spôsobmi:

- vedením
- prúdením

Prenos energie sprostredkuje hmotné prostredie.

- žiarením alebo sálaním, pri ktorom tepelná energia je prenášaná elektromagnetickými vlnami.

Ak nemá teleso vo všetkých svojich častiach rovnakú teplotu, vyrovnáva sa vzájomným pôsobením častíc ich kinetická energia. Prenos tepelnej energie nazývame vedením tepla. Keď sa teploty rôznych častíc telesa postupne vyrovnávajú jedná sa o neustálené /nestacionárne/ vedenie a keď je v telese časovo stály teplotný spád jedná sa o ustálené /stacionárne/ vedenie tepla.

Tepelné žiarenie alebo sálanie je inej povahy, lebo sa ním prenáša tepelná energia z telesa na teleso. Prenos energie žiarením medzi dvoma telesami prebieha, aj keď teplota prostredia medzi nimi je nižšia alebo vyššia, než je teplota oboch telies.

Vedenie tepla:

Ak udržujeme povrchy rovinnej dosky na stálych teplotách t_1 a t_2 / $t_1 > t_2$ /, vznikne po určitej dobe rov-

novážny stav. Teplo Q , ktoré prejde za dobu τ plochou S , je podľa skúseností priamo úmerné veľkosti plochy S , teplotnému rozdielu $/t_1 - t_2/$ a dobe τ a nepriamo úmerné hrúbke dosky δ .

Teda platí:

$$Q = \lambda S \tau \frac{t_1 - t_2}{\delta} \quad / 13 /$$

kde: λ - tepelná vodivosť

Šírenie tepla žiarením:

Pri výmene tepelnej energie žiarením medzi telesom ide o úhrnnú tepelnú energiu, ktorá sa medzi týmito telesami vymení. Vystačíme tu so zákonom Stefan - Boltzmanovým, podľa ktorého je intenzita vyžarovania H , t.j. číselne energia, ktorú vyžiari plošná jednotka povrchu žiariaceho telesa do celého polopriestoru za jednotku času, úmerná štvrtej mocnine absolútnej teploty T žiariaceho telesa.

Pre dokonale čierne teleso platí:

$$H_0 = \sigma T^4 \quad / 14 /$$

kde: σ - Stefan - Boltzmanová konštanta

Pretože táto hodnota je veľmi malá a ťažko sa s ňou prakticky počíta, používa sa tvar:

$$H_0 = c_0 \frac{T}{100}^4 \quad / 15 /$$

kde: $c_0 = 100^4 \sigma = 10^8 \sigma$ - je súčiniteľ sálania čierneho telesa.

3.2.1 Prestup tepla a tepelná vodivosť vo vláknach

Tepelné vlastnosti vlákien tvoria dôležitú skupinu ich fyzikálnych vlastností. Patrí medzi ne predovšetkým tepelná kapacita, vodivosť a ich zmeny v závislosti od teploty, latentné teplo tavenia, teplotná roztlačnosť, teplota tavenia a teplota zoskelenia.

Tepelné vlastnosti sú dôležité, lebo v mnohých prípadoch sú rozhodujúce pre voľbu vhodných parametrov spracovania alebo používania vlákien.

Zmeny štruktúry vlákien vplyvom termického pôsobenia sú veľmi rozsiahle, zložité a majú podstatný technologický význam a významne vplývajú taktiež na úžitkové vlastnosti vlákien.

Tepelná vodivosť je vlastnosť, ktorá charakterizuje rýchlosť prestupu tepla v určitej látke a má teda veľký význam v technickej praxi najmä vzhľadom na tepelnoizolačné procesy.

Špecifická tepelná vodivosť λ , súčiniteľ tepelnej vodivosti, vyplýva zo základnej rovnice, ktoré charakterizujú všetky deje transportu tepelnej energie cez látku:

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

Je definovaná množstvom tepla Q , ktoré prejde za jednotku času t látkou, ktoré je úmerné ploche F , kolmej na prestup tepla a teplotnému gradientu $\partial T / \partial x$. V prípade určitého vlákna vodivosť môže ovplyvňovať najmä pomer kryštalickej a amorfnej fázy. V amorfných polyméroch so stereoštruktúrou sa tepelné vlny lámu, alebo ohýbajú. Tepelná vodivosť je nižšia v amorfných materiáloch než v kryštalických. Ovplyvňujú ju aj štrukturálne defekty. Na týchto miestach sa vyskytuje intenzívny lom, alebo ohýbanie tepelných vln. Tepelná vodivosť je okrem toho ovplyvnená mikro - a makrokapilárnou distribúciou v materiáli. Najväčší vplyv na tepelnú vodivosť má povrch vzorky.

Súčiniteľ prestupu tepla α nie je materiálová konštantá ako tepelná a teplotná vodivosť, ale veličina, ktorá nadobúda veľmi rôzne hodnoty podľa okolností. Číselne udáva množstva tepla, ktoré prejde prúdením a vedením jednotkovou plochou.

3.3 Kvalitatívne predpoklady textilných vlákien pre zvukovú a tepelnú izoláciu

Súčasnú potrebu rôznych odvetví na rôzne typy izolačných prvkov sa čoraz vo väčšej miere orientujú na textilné materiály, resp. kompozitných materiálov s podielom textilií. V súlade so zámermi pracoviska, na ktorom bola vypracovaná diplomová práca zásadná

orientácia prípravy izolačných materiálov je zameraná hlavne na oblasť automobilového priemyslu a stavebníctvo.

Na výrobu textílií pre úpravu interiéru a exteriéru dopravných vozidiel sa používajú prírodné a syntetické vlákna. Čoraz širšie uplatnenie nachádza polypropylén. Príležitostne sa používa bavlna a akryl v zmesi so syntetickými vláknami, ktorými sú polyamid, polyester, viskóza a polypropylén.

Bavlna sa používa hlavne v oblasti netkaných textílií, kde je dôležitý bavlnený odpad, odletky alebo krátka bavlna z druhého vyžrňovania. Používa sa na výrobu zvukovo a tepelnoizolačných materiálov, čalúnnických rún a laminátov pre sedadlá vozidiel a výrobu autokobercov.

Juta sa používa na zvukovú izoláciu automobilov a ako primárna podkladovka autokobercov. Jej význam sa zmenšil pod vplyvom náporu priemyslu chemických vlákien.

Kokosové vlákna sa môžu použiť na zvukovú izoláciu, ako výplnkový materiál a na výrobu autokobercov. Je však potrebné znížiť ich horľavosť.

Odpadové vlnené vlákna sa môžu využiť na tepelnú a akustickú izoláciu automobilov.

Celulóza sa používa pri výrobe autokobercov a kompozitných materiálov pre interiér automobilu.

Odpady z acetátových tkanín sa môžu použiť na výrobu netkanej textílie pre tepelno a zvukovoizolačnú vložku do kabín áut.

Akrylové vlákno je pružné, ale používa sa len ako efekt-ná priadza do textilií na sedadlá do automobilov. Odpadové PAN vlákna sa môžu použiť na výrobu tepelno a zvukovoizolač-ných materiálov.

Polyamid je mimoriadne pevný, odolný voči chemikáliam a dostatočne pružný. Odpady z vlákna Kapron sa používajú na výrobu tepelno a zvukovoizolačných materiálov.

Polypropylén /polyolefín/ patrí v súčasnosti medzi naj-používanéjšie vlákno v západnej Európe. V posledných 10 ro-koch boli podstatne zlepšené jeho užitkové vlastnosti a spracovateľnosť. Najväčší technický pokrok u POP vlákna sa dosiahol aplikáciou statilizátorov na zlepšenie odolnosti voči UV žiareniu, čo rozšírilo jeho použitie v automobiloch. V súčasnosti sa vynakladá značné úsilie na zníženie hmotnos-ti jednotlivých zložiek vozidiel za účelom zníženia spotre-by paliva na minimum. Výber textilií pre interiéry automobi-lov sa orientuje na použitie ľahších materiálov, ktoré sú atraktívne a zároveň funkčné. Tomuto kritériu veľmi dobre zodpovedá špeciálne upravené POP vlákno, ktoré má veľmi níz-ku mernú hmotnosť, iba $0,91 \text{ g.cm}^{-3}$. Je odolné voči oderu, má malú špinivosť, jednoducho sa čistí, má dobrú rozmerovú stabilitu, biologickú a chemickú odolnosť, malý statický ná-

boj a vysokú schopnosť mechanického namáhania. To sú dôvody, pre ktoré stúpa význam POP vlákna v oblasti automobilov. POP patrí dnes k najdôležitejším typom vlákien pre toto použitie. Je vhodný na výrobu autokobercov, potahov obkladačích priestorov, zadných častí sedadiel, batožinových priestorov, vnútornej karosérie, ďalej na výrobu tepelno a zvukovoizolačných materiálov na sedadlá vozidiel.

Polyester je jedným z najdôležitejších vlákien pre vnútorné vybavenie automobilov. Má dobrú rozmerovú stabilitu, ako aj dobrú odolnosť voči pôsobeniu svetla. Je vhodný na výrobu autokobercov, potahoviek a tepelno a zvukovoizolačných materiálov na sedadlá vozidiel.

PVC vlákna sa javia ako najperspektívnejšie pre tepelno a zvukovoizolačné materiály. Používajú sa v čalúnictve, napr. pre sedadlá alebo vnútornú časť dverí automobilov, ako aj tepelno a zvukovoizolačná vložka do kabín áut.

Duté vlákna vznikajú profilovaním. Tvar profilu zvlákňovacej trysky sa volí tak, že možno regulovať veľkosť dutiny, resp. aj počet dutín vo vlákne. Dutina má vplyv na tepelnoizolačné vlastnosti vlákna. V patentovej literatúre sa vyskytlo použitie dutých vlákien v automobile v patente NSR 3 013 134, v ktorom sa rohožový materiál, obsahujúci termoplastický vlákenný materiál vo forme dutých vlákien, používa z dôvodu ľahkej váhy pre konštrukciu prístrojových dosiek do automobilov.

Dôležitou úlohou textilného priemyslu je úplné využitie odpadov, vznikajúcich pri spracovaní surovín. Jednou z oblastí použitia odpadových vlákien je automobilový priemysel.

Boli uskutočnené výskumy použitia netkaných vpichovaných podkladoviek pri výrobe kože typu Vinilis NT s tepelne a zvukovoizolačnými vlastnosťami, určenej pre vnútorné vybavenie automobilov a výrobu tepelne izolačných potáhov pre rôzne klimatické oblasti. Vpichované materiály boli získané z odpadov syntetických vlákien /Kapron, Lavsan, Nitron/.

Pre tepelnú a zvukovú izoláciu automobilov sa používajú odpadové prírodné vlákna /bavlnené, vlnené/ a syntetické vlákna /lavsanové, PAN/. Pre tepelné izolačné materiály je najperspektívnejšie vlákno PVC, ktoré má aj výborné zvukovoizolačné vlastnosti.

3.3.1 Špeciálne typy textilných vlákien pre tepelné a zvukové izolácie

Medzi súčasné špecifické požiadavky na časť sortimentu technických textilných výrobkov patria aj nároky na zvukovo a tepelnoizolačné vlastnosti.

- V tejto súvislosti sa objavujú aj špeciálne požiadavky na nové typy syntetických vlákien zamerané hlavne na:

- viacnásobnú zmenu profilu vlákna

- zvýšenú poréznosť povrchu vlákna
- vytváranie rôznych dutín a makrodefektov v štruktúre vlákna a na jeho povrchu.

V poslednej dobe sa vo svete využívajú pre zlepšenie tepelnoizolačných vlastností. Vytvorené dutiny vo vlákne zadržiavajú vzduch ako prirodzený izolátor a tak zvyšujú izolačnú schopnosť textílií z týchto vlákien. Na zvukové izolačné vlastnosti textilného materiálu, napr. vo forme rúna, okrem technologických podmienok jeho prípravy, sú rozhodujúce aj fyzikálno-mechanické parametre aplikovaného vlákna. Bolo potvrdené, že koeficient zvukovej pohltivosti závisí, okrem iného, aj na rozptýlení mechanickej energie v rôznych defektoch štruktúry vlákna. Základné súvislosti vyplývajú z úrovne molekulárnej orientácie vlákna a tým aj ovplyvnenie koeficientu šírenia zvuku vo vlákne.

Pri konštrukcii zvukovoizolačných textilných materiálov je potrebné vychádzať z nasledovných predpokladov:

- makroštruktúry textilného útvaru, ktorá je charakterizovaná makropórmami. Pre šírenie elastického vlnenia v tomto priestore platí Laplaceov vzťah:

$$c = \sqrt{\frac{k}{\rho}} \quad / 17 /$$

kde: k - modul objemovej pružnosti.

- mikroštruktúry plošného textilného útvaru /napr. rúna/, t.j. štruktúry použitého syntetického vlákna.

Ako vyplýva z fyzikálnej podstaty polymérov pre šírenie rýchlosti zvuku platia vzťahy pre elastické vlnenie v tuhých látkach, definované Youngovým modulom pružnosti E , napätím σ vo vlákne úmerným dĺžiacemu pomeru λ a hustote vlákna ρ .

Z uvedených teoretických predpokladov vyplýva, že k znižovaniu intenzity zvuku vedú cesty jeho šírenia na väčšie vlnoplochy, zaistenia čiastočného pohlcovania a odrazu.

Pri konštrukcii textilných zvukovo absorbčných materiálov je preto potrebné zohľadniť nasledovné predpoklady:

- ovplyvnenie makroštruktúry textilného útvaru, t.j. makropórov, okrem iného aj použitím rôznych profilov vlákien, resp. s rôznou poréznosťou na povrchu
- zmeny mikroštruktúry aplikovaných vlákien hlavne vo vzťahu k modulu pružnosti, ich vnútorného napätia, orientácie a hustoty.

4.0 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

4.1 Základné experimentálne materiály a ich príprava

Pre experimentálne práce boli použité dva typy špeciálnych syntetických vlákien vyrobených na báze normálneho polyméru - polypropylénu.

Použité boli strižové vlákna:

a/ anorganicky plnené

b/ duté vlákna

Pri výrobe kompozitného, anorganicky plneného vlákna - POP striže, bol ako plnidlo použitý mikromletý vápenec s priemernou veľkosťou častíc $2,8\mu m$. Makromorfologická charakteristika týchto vlákien sa vyznačuje tým, že častice plni-va sa nachádzajú v dutinách pretiahnutých v axiálnom smere rozvoľnenej defektnej fibrilárnej štruktúry vlákna. Defekty prenikajú aj na povrch vlákna.

Bola zistená tendencia poklesu rýchlosti šírenia zvuku v týchto vláknach so zvyšujúcim sa plnivom vo vlákne. Na základe uvedeného boli získané určité zlepšené izolačné vlastnosti takýchto vlákien.

Plnené vlákna predstavujú heterogénnu zmes vláknotvorného polyméru a jemných práškovitých látok, ktoré sa netvoria, nerozpúšťajú v polymére a nemenia svoje chemické zloženie v procese tvorby a úpravy vlákna.

Vzhľadom na to, že sú častice plniva zabudované v polymérnej matrici, je zrejmé, že plnivo sa musí pridávať k základnému polyméru pred výstupom taveniny z kanála zvlákňovacej hubice.

Spôsoby pridávania jemných častíc plniva k polyméru je možné rozdeliť na:

- suché zmiešanie plniva s POP pred vytláčaním taveniny
- zmiešanie predom plnenej časti POP s neplneným POP
- pridávanie koncentrátov plniva do neplneného POP

Najvhodnejší je postup cez prípravu koncentrátov plnív, ktorý zabezpečuje dokonalé preddispergovanie plniva v nosiči pri procese prípravy koncentráta.

Od kvality disperzie plniva bude závisieť filtrovateľnosť, proces tvorby vlákna, jeho dĺžiteľnosť a fyzikálno-mechanické vlastnosti.

Zmes taveniny POP a rovnomeru rozdispergovaných častíc plniva sa vedie na zvlákňováciu hubicu, cez ktorú sa pretláča vo forme vlákien, ktoré sa podľa oblasti aplikácie následne upravujú.

Plnené vlákna so sorbčnými vlastnosťami sú určené pre čistenie priemyselných plynných odpadov od toxických látok, pre výrobu ľahkých a účinných respirátorov, určených pre priemyselné a zdravotnícke použitie, zachytávanie rôznych látok z kvapalín, absorpciu organických pár a pod..

Ďalšou širokou možnosťou aplikácie plnených POP vlákien je oblasť armovania stavebných kompozitov. Hlavnými prednosťami POP kompozitov je vynikajúca rázová pevnosť, ako dôsledok schopnosti absorbovať ohybovú rázovú energiu a vysoká odolnosť POP vlákien voči alkalickému prostrediu silikátovej matrice.

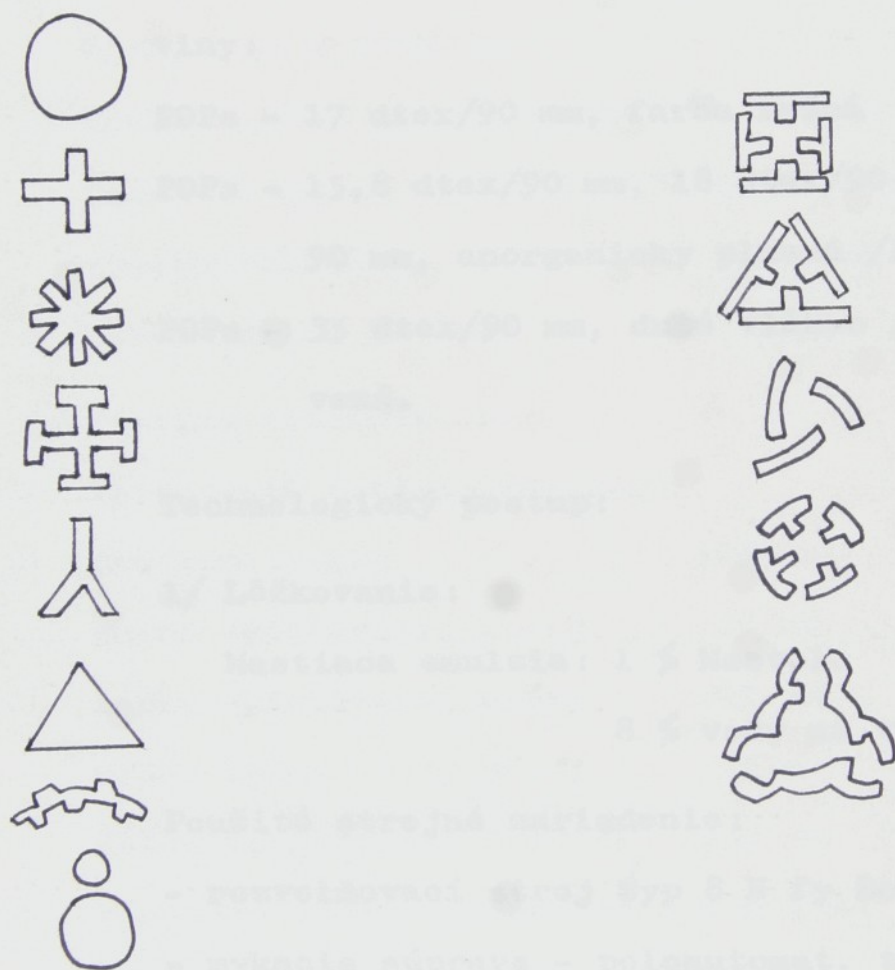
Použitú dutú vlákno bolo vyrobené za bežných technologických podmienok výroby normálnej polypropylénovej striže. Pre výrobu bola špeciálne upravená hubica s vnútorným kruhovým profilom a vonkajším vo forme 8-článkového profilu /tzv. OKTALOBÁL/.

Ďalšia technologická úprava dutého POP vlákna je totožná s technológiou prípravy polypropylénovej striže.

Predbežne experimentálne, v podmienkach aplikovaného výskumu ČSSR, je duté vlákno využívané k príprave rôznych typov, najmä filtračných textílií, sorbčných materiálov a pod..

Pre ilustráciu uvádzam na obr. č. 1 základné typy

zvlákňovacích hubíc, ktoré je možné pripraviť v podmienkach n.p. CHZJD Bratislava, pre výrobu dutých POP vlákien.



Obr. č.1 Základné typy zvlákňovacích hubíc

4.1.1 Technológia prípravy izolačných materiálov zo špeciálnych POP vlákien

Príprava textilných plošných útvarov zo špeciálnych POP vlákien bola zabezpečená v podmienkach poloprevádzky VÚTCH Žilina.

Na výrobu rúna boli použité nasledovné suroviny:

POPs - 17 dtex/90 mm, farba režná

POPs - 15,8 dtex/90 mm, 18 dtex/90 mm, 23,2 dtex/90 mm, anorganicky plnená /AP/

POPs - 35 dtex/90 mm, duté vlákno /D/, farba červená.

Technologický postup:

1/ Lôžkovanie:

Mastiaca emulzia: 1 % Mastolu

8 % vody na váhu materiálu

Použité strojné zariadenie:

- rozvolňovací stroj typ 8 N fy Befama
- mykacia súprava - poloautomat, typ CR - 27 fy Befama ukončený rúnovacím zariadením pre priečne uloženie vlákien
- vpichovací stroj ROLIS I - 200
- vpichovací laboratórny stroj

2/ Tri pasáže rozvolňovania

3/ Mykanie:

Rýchlosť hlavného bubna $100 \text{ n} \cdot \text{min}^{-1}$

Rýchlosť snímacieho bubna $7-10 \text{ n} \cdot \text{min}^{-1}$

Rýchlosť volantů $570 \text{ n} \cdot \text{min}^{-1}$

4/ Vpichovanie:

Vpichovací stroj ROLIS I - 200 - predvpichovanie

šírka stroja 2000 mm

šírka spracovávaného rúna 1900 mm

pracovná rýchlosť stroja $150 - 450 \text{ zdvihov} \cdot \text{min}^{-1}$

vpichovacie ihly sú uložené cik - cak

hĺbka vpichu 10,8 mm

5/ Finálne vpichovanie:

Vpichovací laboratórny stroj

pracovná šírka 500 mm

zdvih vpichovacej hlavy 60 mm

šírka vpichovacej hlavy 205 mm

výška vpichovacej hlavy 25 mm

dĺžka vpichovacej hlavy 530 mm

rýchlosť posunu materiálu $1,1 \text{ m} \cdot \text{m}^{-1}$

typ ihiel 15 x 18 x 32 x 3" CB super špeciál

4.2 Metodická časť

4.2.1 Stanovenie základných parametrov textilných vlákien a izolačných materiálov

V tab. č. 1 sú uvedené základné technické parametre experimentálne použitých špeciálnych typov vlákien. Príprava jednotlivých typov experimentálnych vzoriek je uvedená v kapitole 4.1.1, na základe čoho vyplýva aj ich základné označenie v tab. č. 2.

Základné technické parametre pripravených textilných plstí boli stanovené v podmienkach mechanickej skúšobne VÚTCH Žilina podľa nasledovných metodík:

1. stanovenie merných ukazovateľov - plošná hmotnosť, objemová hmotnosť, hrúbka - ČSN 80 0 845
2. nasiakavosť plošných textílií - ČSN 80 0 831.

V tabuľke č. 2 je základné označenie izolačných plstí pre experimentálne práce, ako boli zadané základné hmotnosti pre ich prípravu.

V tabuľkách č. 3, 4, 5, 6, 7 uvádzam zistené základné parametre textilných plstí.

vzorka	dĺžiaci pomer λ/λ	jemnosť $T/dtex$	pevnosť $Fp/cN/dtex$	t'ážnosť $T/\%$	VK pevnosti $VK Fp/\%$	VK t'ážnosť $VK T/\%$	obj. hmotnosť $\rho/g.cm-3$	rýchlosť zvuku $c/km.s-1$
POPs-AP	1 : 5	15,8	3,14	24,0	13,2	34,3	0,9135	2,94
POPs-AP	1 : 4,2	18,0	2,54	42,6	9,1	47,6	0,9254	2,63
POPs-AP	1 : 3,1	23,2	2,0	142,9	12,2	38,0	0,9424	2,58
POPs-D	1 : 2,5	35,0	1,75	7,28	9,52	19,95	-	-
POPs-št.	1 : 4	17,1	2,73	35,8	8,75	15,70	-	3,14

Tab.č. 1 Fyzikálno-mechanické vlastnosti použitých POP vlákien

Poznámka:

POPs-AP - polypropylénová striž, anorganicky plnená, experimentálne pripravená vo VÚCHV Svit

POPs-D - polypropylénová striž, duté vlákno, experimentálne pripravené v n.p. CHZJD Bratislava

POPs-štandard - polypropylénová striž, štandardné vlákno z n.p. CHZJD Bratislava

Fyzikálno-mechanické vlastnosti POPs-AP boli stanovené podľa platných ČSN v podmienkach mechanickej skúšobne VÚCHV Svit. Parametre POPs /štandard/ POPs-D okrem λ a c boli stanovené v mechanickej skúšobni VÚTCH Žilina.

Pre pôvodne postavený zámer diplomovej práce sa nepodarilo zabezpečiť z n.p. CHZJD Bratislava

POPs - duté vlákno v rozsahu jemnosti 17 - 35 dtex/90 mm.

č.vz.	plošná hmotnosť vzoriek /10 ⁻³ kg.m ⁻² /
1	200
2	300
3	400
4	2 x 200
5	2 x 300
6	2 x 400

Tab. č. 2 Základné označenie vzoriek izolačných
plstí pre experimentálne práce

č.vz.	zist.ploš.hmot. /10 ⁻³ kg.m ⁻² /	hrúbka h/10 ⁻³ m	objem.hmot. /10 ³ kg.m ⁻³ /	nasiakavosť N %/
1	-	-	-	-
2	255,66	3,64	0,069	434,67
3	391,33	4,39	0,088	380,10
4	445,00	5,40	0,082	372,78
5	592,6	6,50	0,091	363,97
6	835,3	7,85	0,106	338,29

Tab. č. 3 Zistené základné parametre textilných
plstí z POPs - štandard jemnosti
17 dtex/90 mm

č.vz.	zist.ploš.hmot. /10 ⁻³ kg.m ⁻² /	hrúbka h/10 ⁻³ m/	objem.hmot. /10 ³ kg.m ⁻³ /	nasiakavost' N /%/
1	207,66	2,94	0,071	441,26
2	325,66	3,71	0,088	405,49
3	281,0	3,69	0,076	314,72
4	478,0	5,70	0,084	264,36
5	591	7,48	0,078	329,14
6	691	6,99	0,099	320,95

Tab. č. 4 Zistené základné parametre textilných pls-
tí z POPs-D jemnosti 35 dtex/90 mm

č.vz.	zist.ploš.hmot. /10 ⁻³ kg.m ⁻² /	hrúbka h/10 ⁻³ m/	objem.hmot. /10 ³ kg.m ⁻³ /	nasiakavost' N /%/
1	189,33	2,37	0,080	688,14
2	296,67	3,96	0,075	636,23
3	249,67	3,39	0,074	785,15
4	431,00	4,84	0,088	576,71
5	557,00	6,54	0,084	536,71
6	673,30	6,88	0,098	539,33

Tab. č. 5 Zistené základné parametre textilných pls-
tí z POPs-AP jemnosti 15,8 dtex/90 mm

č.vz.	zist.ploš.hmot. /10 ⁻³ kg.m ⁻² /	hrúbka h/10 ⁻³ m/	objem.hmot. /10 ⁻³ kg.m ⁻³ /	nasiakavost' N /%/
1	246,00	3,17	0,077	465,13
2	274,60	3,48	0,079	536,03
3	303,67	3,69	0,083	580,76
4	628,33	7,61	0,082	585,48
5	697,00	7,18	0,098	505,08
6	810,00	7,72	0,105	479,06

Tab. č.6 Zistené základné parametre textilných plstí
z POPs - AP jemnosti 18 dtex/90 mm

č.vz.	zist.ploš.hmot. /10 ⁻³ kg.m ⁻² /	hrúbka h/10 ⁻³ m/	objem.hmot. /10 ⁻³ kg.m ⁻³ /	nasiakavost' N /%/
1	223,00	3,11	0,077	411,04
2	241,00	3,17	0,070	430,20
3	362,00	4,68	0,077	433,79
4	418,67	5,22	0,080	413,22
5	458,33	5,55	0,083	389,85
6	672,67	6,91	0,097	356,62

Tab. č.7 Zistené základné parametre textilných plstí
z POPs - AP jemnosti 23,2 dtex/90 mm

Každé predpichované rúno bolo rostrihnuté po dĺžke na 3 kusy v šírke 500 mm, vpichovanie bolo prevedené na laboratórnom vpichovacom stroji s hĺbkou vpichu 12 mm a s počtom vpichov 60 vp/cm^2 .

Takto boli získané základné plošné hmotnosti v rozsahu 200, 300, 400 g.m^{-2} . Za účelom zvýšenia počtu experimentálnych vzoriek boli tieto základné vrstvy rúny navzájom spájané ďalším vpichovaním, čím boli dosiahnuté vyššie plošné hmotnosti rúna: 400 /2x200/, 600 /2x300/, 800 /2x400/ g.m^{-2} .

Základné označenie vzoriek je uvedené v tab. č. 2 v kapitole 4.2.1.

4.2.2 Stanovenie rýchlosti šírenia zvuku vo vláknach

Definícia rýchlosti zvuku:

Rýchlosť šírenia zvuku vo vlákne je rovná času, potrebnému na prechod pozdĺžneho mechanického vlnenia vláknom jednotkovej dĺžky.

Merná jednotka rýchlosti zvuku $/\text{km.s}^{-1}/$.

Princíp stanovenia:

Vzorka vlákna sa dotýka vysielacieho a prijímacieho čidla. Pozdĺžne mechanické impulzy z vysielacieho čidla sa použijú na spustenie časového obvodu a prenášajú sa presnou rýchlosťou vzorkou.

Po prechode meraným úsekom sa snímajú pomocou prijímacieho čidla a použijú sa k vypnutiu časového obvodu. Tieto opakované rozdiely medzi časom vstupu a časom výstupu sa prevedú na hodnotu času, ktorý medzi vstupom a výstupom uplynul a zaznamenajú sa na zapisovače ako funkcie vzdialenosti skúmaného vzorku.

Skúšobné pomôcky:

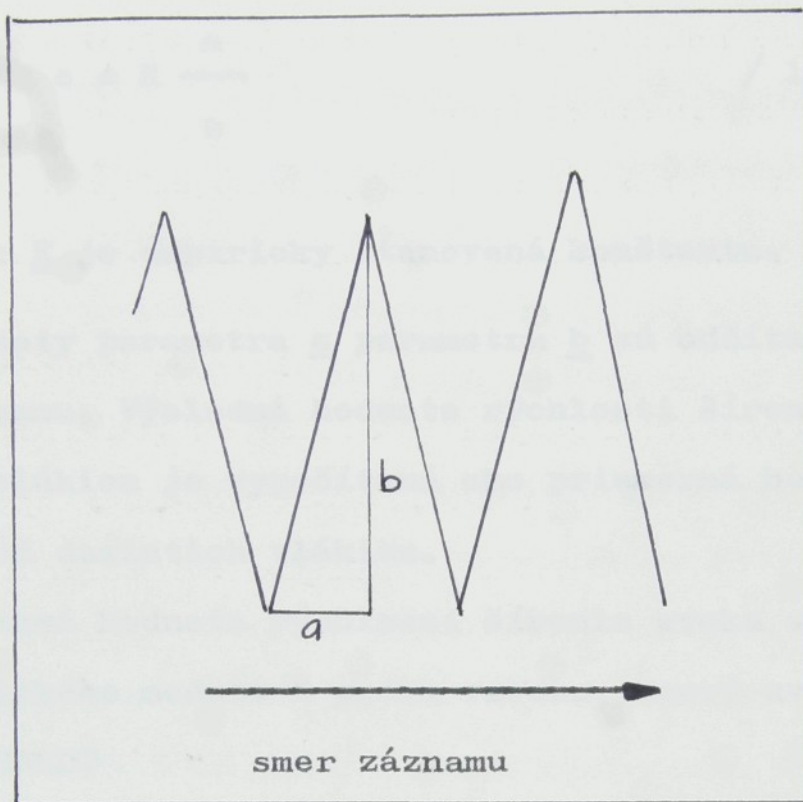
- prístroj na stanovenie dynamického modulu PPM-5R firmy H. M. Morgan CO., INC.
- závažie k analytickým váham
- nožnice

Postup merania:

Vlákno sa nastrihá na cca 60 cm dlhé úseky.

Ak je prístroj PPM-5R pripravený k meraniu, zapne sa hlavný vypínač, zapisovač a pohon vysielacieho čidla a nechajú sa previesť dva zápisy v každom smere na registračnom papieri. Trenie vlastností meraného materiálu môžu zapríčiniť, že sa nedosiahne rovnaký záznam pri pohybe kryštálu na jednu a druhú stranu, alebo nie je možné získať úplne súvislú krivku. V takýchto prípadoch ponecháme previesť viac zápisov a do výpočtu sa berú iba úseky najdlhšie. Zaznamená sa rýchlosť pohybu papiera, rýchlosť čidla a rozsah, na ktorý je nastavená hodnota mikrosekúnd.

Výpočet sa prevádza zo získaného záznamu.



Obr. č. 2 Grafický záznam merania na PPM - 5R

$$c = \frac{A \cdot a \cdot 100}{B \cdot b \cdot C} \quad / 18 /$$

c - rýchlosť pozdĺžneho šírenia zvuku

A - rýchlosť pohybu čidla

B - rýchlosť pohybu registračného papiera

C - nastavený rozsah papiera

a - dĺžka úseku naznačeného na zázname vo zvislom smere

b - počet dielikov na zázname vo vodorovnom smere

Pre ľahší priebeh výpočtu rýchlosti šírenia zvuku možno zaviesť zjednodušený matematický vzťah:

$$c = K \frac{a}{b} \quad / 19 /$$

kde: K je empiricky stanovená konštanta.

Hodnoty parametra a parametru b sú odčítané z grafického záznamu. Výsledná hodnota rýchlosti šírenia zvuku vo vzorke vlákien je vypočítaná ako priemerná hodnota premeraných aspoň desiatich vlákien.

Získaná hodnota rýchlosti šírenia zvuku slúži pre výpočet sonického modulu E podľa vzťahu, ktorý uvádza SCHULTZ - GEBHARDT

$$E = d \cdot c^2 + 2\sqrt{G} \quad / 20 /$$

kde: d - je hustota vzorku /kg . m⁻³/

c - je rýchlosť zvuku /km . s⁻¹/

2√G - je korekčný člen, ak meranie je prevádzané
pri rozpätí

Obvykle sa počíta podľa zjednodušeného vzťahu:

$$E = d \cdot c^2 \quad / 21 /$$

4.2.3 Metóda stanovenia zvukovej pohltivosti textilných materiálov

Prístroj na meranie stojatých vln - typ 4002 fy BRUEL AND KJEAR je určený na meranie koeficientu absorpcie a špecifickej akustickej impedancie kruhových vzoriek materiálov absorbujúcich zvuk v rozsahu frekvencie 90 - 6500 Hz.

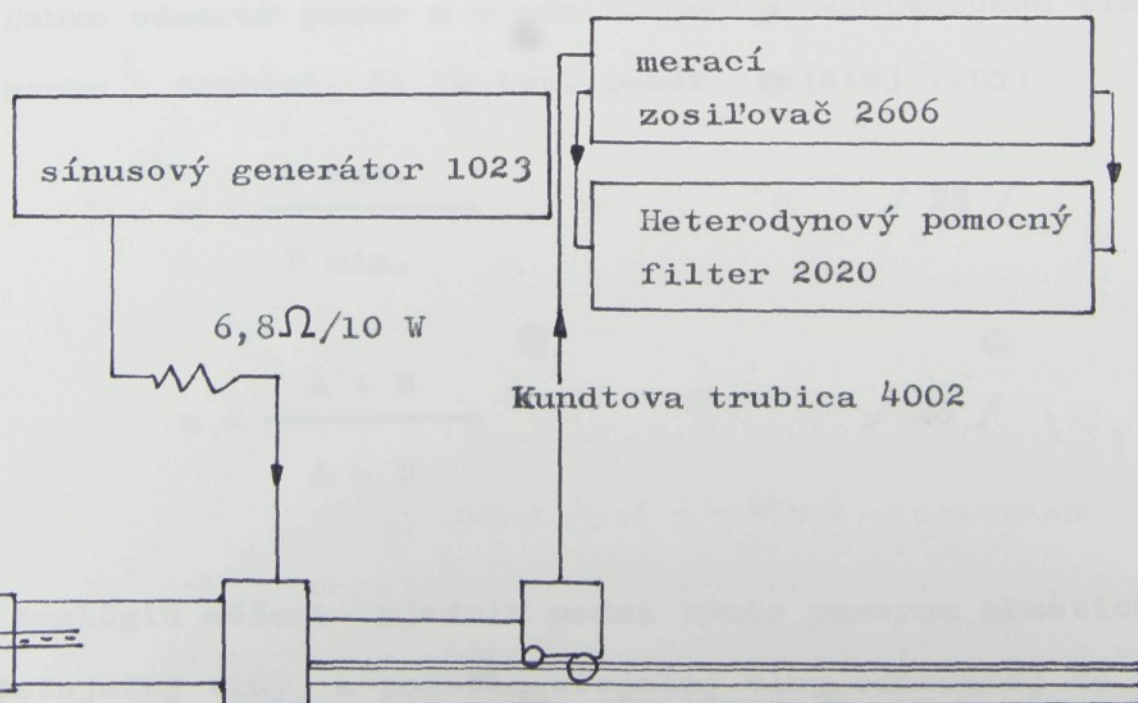
Merania sa uskutočňujú metódou stojatých vln, pri ktorých reproduktor vytvára zvukové pole v trubici ohraničenej skúmanou vzorkou. Odrazom od vzorky vznikajú v trubici zvukové vlny. Meraním pomeru medzi maximálnym a minimálnym akustickým tlakom sa môže vypočítat' koeficient absorpcie vzorky pre nulový stupeň dopadu. Meraním vzdialenosti medzi povrchom vzorky a minimálnym a maximálnym tlakom sa dá tiež ľahko vypočítat' komplexná akustická impedancia vzorky.

Pretože metóda merania vyžaduje rovinné zvukové vlny v meracej trubici, nesmie byť priemer vzorky väčší než polovina vlnovej dĺžky zvuku. Aby sa mohlo merať v relatívne širokom rozsahu frekvencie, je prístroj na meranie stojatých vln vybavený dvoma meracími trubicami s rôznymi priermi. Väčšia s priemerom trubice 100 mm sa môže použiť v rozsahu frekvencie 90 - 1800 Hz a menšia

s priemerom 30 mm by sa mala používať od 800 Hz do 6500 Hz.

Pri zostavovaní systému sa najskôr z absorbčného materiálu vyreže kruhová vzorka a umiestní sa na jednom z troch držiakov vzoriek. U jedného držiaka je hĺbka nastaviteľná, zatiaľ čo ostatné dva majú hĺbky stabilné. Pomocou upínacieho zariadenia sa držiak vzorky upevní k jednému koncu meracej trubice, jej druhý koniec sa priskrutkuje k jednotke s reproduktorom. Cez osový /axiálny/ otvor v reproduktore sa vedie snímací mikrofón trubicového typu. Snímací mikrofón je na jednej strane podopretý malým posuvným vozičkom a na druhej strane vozíkom s mikrofónom. Jeho polohu ukazuje stupnica merítka.

Na obr. č.3 je znázornené kompletne zariadenie na meranie koeficientu akustickej absorpcie.



Obr. č.3 Zariadenie na meranie koeficientu akustickej absorpcie - bloková schéma

Koeficient zvukovej absorpcie vzorky α je definovaný ako pomer medzi energiou absorbovanou vzorkou k celkovému dopadu energie na vzorku a pretože energia je úmerná štvorcu tlaku zvuku, potom

$$\alpha = 1 - \left/ \frac{B}{A} \right/ ^2 \quad / 22 /$$

$$\alpha = 1 - r^2 \quad / 23 /$$

kde: r - pomer medzi amplitúdami odrazenej a pôvodnej vlny, t.j.

$$r = \frac{B}{A} \quad / 24 /$$

Ak použijeme prístroj na meranie stojatých vĺn, dá sa ľahko odmerať pomer n - maximálneho a minimálneho tlaku zvuku v trubici, čo je tzv. pomer stojatej vlny:

$$n = \frac{P \text{ max.}}{P \text{ min.}} \quad / 25 /$$

$$n = \frac{A + B}{A - B} \quad / 26 /$$

Analógiu môžeme vyjadriť medzi týmto pomerom akustickej stojatej vlny a pomerom stojatej vlny odmeranej vo vedení elektromagnetickej vlny.

$$\frac{B}{A} = \frac{n - 1}{n + 1} \quad / 27 /$$

Takže koeficient absorpcie môžeme taktiež vyjadriť členmi pomeru stojatej vlny dosadením vzťahu / 26/ do vzťahu /22 /.

$$\alpha = 1 - \left/ \frac{n - 1}{n + 1} \right/ ^2 \quad / 28 /$$

alebo

$$\alpha = \frac{4 n}{n^2 + 2n + 1} \quad / 29 /$$

Uvedené meranie je obzvlášť ľahké, keď sa použije vhodne kalibrovaná stupnica, ktorá umožňuje odčítat' koeficient absorpcie priamo zo stupnice meracieho zosilňovača.

4.2.4 Metódy merania tepelnej vodivosti plošných textilií

Medzi známe metódy patria stacionárne, ktorých podstatou je meranie tepelného toku prechádzajúceho vrstvou meraného materiálu umiestneného medzi dvoma plochami o konštantných teplotách

t_1 , t_2 . Príkon P je odvádzaný meraným materiálom o hrúbke s a závisí na tepelnej vodivosti materiálu podľa Newtonovho vzťahu.

$$q = - \lambda \frac{t_1 - t_2}{s} \quad / 30 /$$

Popísaná metóda je dostatočne presná, ale vyžaduje mnoho času k ustáleniu všetkých teplôt.

Ďalšie známe metódy podľa RINSUMA I SCHMIDTA a ďalších autorov sa od popísaného príkladu líšia tvarom vzorky, spôsobom stabilizácie, meraním teplôt, spôsobom ohrevu bloku a vyhodnotením príkonu.

Podstatou ďalšej známej normovanej metódy podľa ISO je meranie ustáleného tepelného toku prechádzajúceho materiálom vloženým medzi dve plochy 1, 2 pomocou čidla tepelného toku /prechádzajúceho materiálom/ nachádzajúceho sa medzi materiálom a jednou z plôch.

Ďalšou metódou je tzv. metóda pomalého ohrevu /chladnutia/ založená na meraní doby chladnutia masívneho bloku a vysokej tepelnej kapacity, obklopeného meraným materiálom o nižšej tepelnej kapacity. Tepelná kapacita meraného materiálu na vonkajšom povrchu udržiavaného na konštantnej teplote sa potom neuplatní.

Stacionárna metóda

1. Tepelná vodivosť:

- schopnosť látky viesť teplo. Číselne vyjadruje množstvo tepla, ktoré prejde za jednotku času plochou 1 m^2 a vytvorí v textilií na vzdialenosť 1 m teplotný spád 1°K .

Vyjadruje sa v jednotkách $/\text{Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}/$.

2. Podstata metódy:

Princíp metódy spočíva v kolmom prietoku tepla z výhrevnej dosky vrstvou skúšanej vzorky k chladenej doske. Pri meraní sa zisťuje hrúbka vzorky, povrchové teploty oboch dosiek a množstvo tepla prevodom elektrickej energie spotrebovanej vo výhrevnom zariadení. Základnou podmienkou pre túto meraciu metódu je poznanie tepelných strát výhrevného zariadenia.

Spotreba elektrickej energie sa vypočíta podľa vzorca:

$$E = E_2 - E_1 \quad / \text{Wh}/ \quad / 31 /$$

kde: E - spotreba elektrickej energie počas vlastného merania

E_1 - stav elektromera na začiatku merania

E_2 - stav elektromera na konci merania

Spotreba elektrickej energie bez tepelných strát spôsobených nedokonalou izoláciou prístroja sa vypočíta

podľa vzorca:

$$Q = E - k \cdot T \quad / Wh/ \quad / 32 /$$

kde: Q - množstvo tepla / W / dodané elektrickým prúdom
do hornej /teplej/ dosky prechádzajúce skúšanou
vzorkou

k - konštanta prístroja vyjadrujúca tepelné straty
bez vzorky, pri $t = 40^{\circ}\text{C}$ $k = 4 \text{ W}$

T - čas vlastného merania / hod. /

Čas vlastného merania sa vypočíta podľa vzorca:

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad / \text{hod.} \quad / 33 /$$

kde: T_1 - začiatok vlastného merania /hod./

T_2 - koniec vlastného merania /hod./

Tepelná vodivosť plošných textilií sa vypočíta podľa vzorca:

$$\lambda = \frac{Q \cdot h}{F \cdot \Delta t \cdot \Delta T} \quad /W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}/ \quad / 34 /$$

kde: h - hrúbka skúšanej vzorky /m/

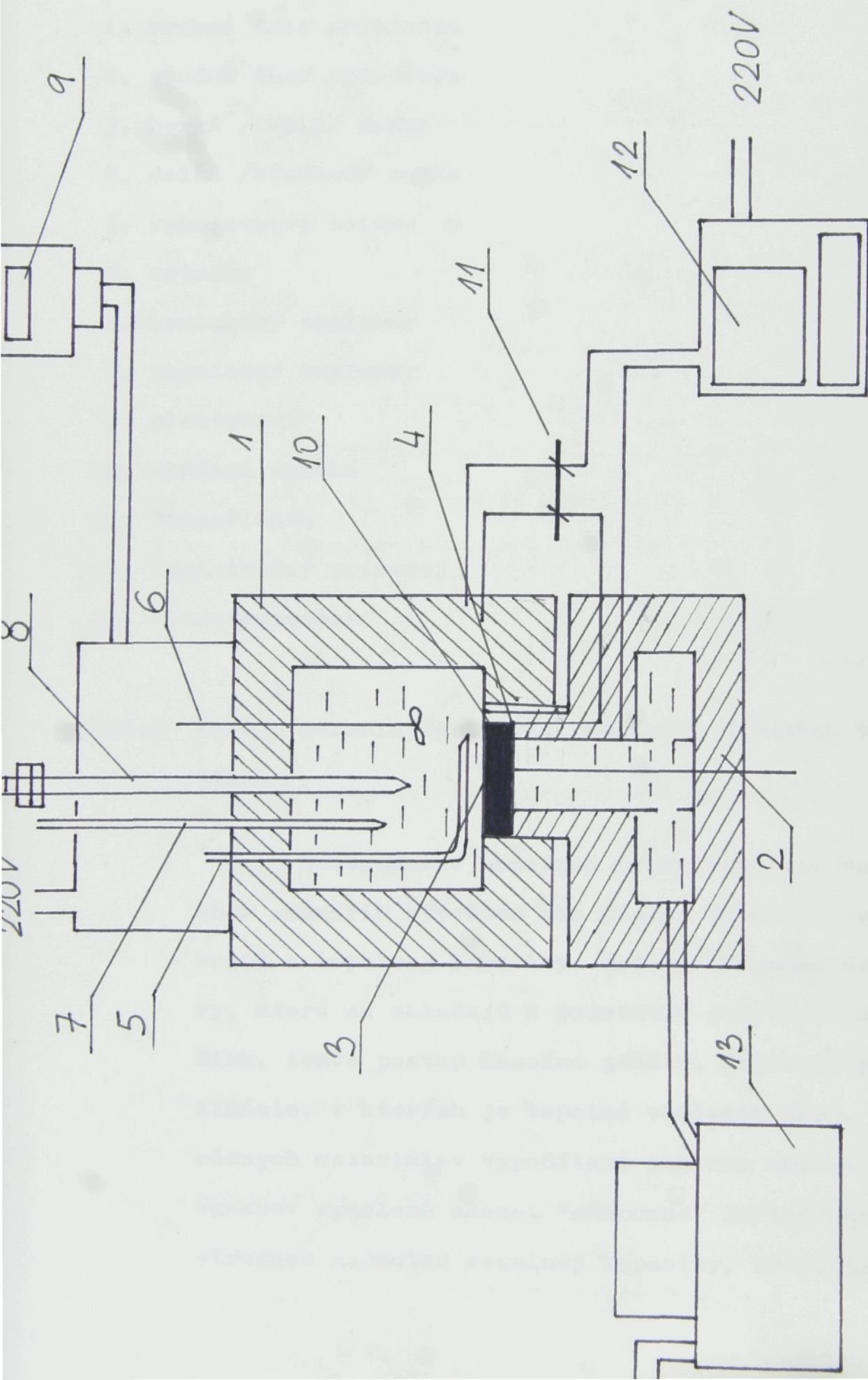
F - účinná plocha vzorky /zhodná s plochou spodnej
dosky = $0,00785 \text{ m}^2$ /

Δt - rozdiel teplôt tepelnej a studenej dosky / $^{\circ}\text{C}$ /

potom

$$\lambda = 127,388 \cdot \frac{Q \cdot h}{t \cdot T} \quad /W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}/ \quad / 35 /$$

Princíp meracieho prístroja je znázornený na obr. č.4



Obr. č. 4 Schéma prístroja na meranie tepelnej vodivosti plošných textilií

Legenda k schéme prístroja:

1. vrchná časť prístroja
2. spodná časť prístroja
3. horná /teplá/ doska
4. dolná /studená/ doska
5. vyhrievacie teleso
6. vrtuľka
7. kontaktný teplomer
8. regulačný teplomer
9. elektromer
10. skúšaná vzorka
11. termočlánok
12. registračný prístroj
13. ultratermostat

4.2.5 Metódy merania teplotnej vodivosti plošných textilií

U homogenného kontinua možno teplotnú vodivosť stanoviť výpočtom ako podiel tepelnej vodivosti a tepelnej kapacity. Pre heterogenné útvary, ktoré sa skladajú z podstatne odlišných zložiek, tento postup nemožno použiť. Existujú publikácie, v ktorých je tepelná vodivosť napr. poréznych materiálov vypočítaná pomocou empirických vzťahov vydelená akousi "súkromne" definovanou strednou hodnotou tepelnej kapacity, resp. stred-

nou kapacitou, avšak tieto postupy postrádajú fyzikálne zdôvodnenie.

V práci Krempaského autor popisuje rôzne metódy merania teplotnej vodivosti do roku 1968. Žiadna z popísaných metód nie je založená na priamom meraní tepelného toku, väčšina metód obsahuje bodový, lineárny a plošný zdroj tepla Q pre ohrev vzorku a v istej vzdialenosti x od zdroja na vzorku umiestnené teplotné čidlo meria teplotu t v čase τ .

Pre takto usporiadané experimentálne zariadenie uvádza Kubičár vo svojej poslednej práci z r. 1984 nasledujúce vzťahy pre výpočet tepelných veličín:

$$t(x, \tau) = Q / f_c \sqrt{\pi a \tau}^{-1} \exp[-x^2 / 4a\tau]^{-1} \quad / 36 /$$

$$a = z^2 / 2\tau_m f_R^{-1} \quad / 37 /$$

kde: z - x -ova vzdialenosť teplotného maxima t_m v čase τ_m

f_c, f_R - korekčný faktor

$$c = f_c Q / \sqrt{2\pi c} z Q t_m^{-1} \quad / 38 /$$

Nevýhody doteraz známych metód merania teplotnej vodivosti:

a/ nemožnosť merať nekompaktné materiály /u zariadení s bodovými a lineárnymi zdrojmi tepla a bodovými čidlami/

- b/ veľký vplyv tepelnej kapacity čidiel pri meraní pomocou plošných čidiel známych konštrukcií
- c/ principiálna chyba meraní spôsobená okrajovými vplyvmi
- d/ časová náročnosť spôsobená komplikovaným vkladáním vzorku do skúšobného zariadenia
- e/ komplikovaná príprava vzorkov /napr. v prípadoch, keď je vyžadovaný vzorok valcového tvaru/
- f/ značná zdĺhavosť celého meracieho postupu a komplikované vyhodnocovanie
- g/ nákladnosť niektorých príslušných zariadení

4.2.6 Metóda súčasného merania tepelnej a teplotnej vodivosti

Jednou z posledných uvažovaných aplikácií komplexného štúdia tepelných vlastností, je charakteristika štruktúry plošných textílií, najmä textílií netkaných, pomocou tepelnej a teplotnej vodivosti a ďalších parametrov nedeštrukčných metód.

Na katedre NT VŠST Liberec je v súčasnosti jednoduchý prístroj pôvodnej koncepcie pre súčasné meranie tepelnej a teplotnej vodivosti plošných textílií. Pre meranie a vyhodnotenie jednoduchého vzorku o rozmeroch 50 x 50 mm ne-

trvá dlhšie než 50 s. Tento mikropočítačom riadený meriaci prístroj má názov ALAMBETA 07.

Metód a príslušných zariadení k meraniu tepelnej vodivosti textílií je známo relatívne mnoho, ale ich nevýhodou je však značná náročnosť merania.

Táto nová metóda, založená na použití špeciálneho veľmi rýchleho kontaktného snímača tepelného toku priloženého k textílii.

Princíp a funkcie prístroja ALAMBETA 07

Merací cyklus začína meraním tepelnej kapacity textílií. Textilný vzorok o pôvodnej teplote t_0 je pri meraní náhle na jednom svojom povrchu ohriat' na teplotu t_1 , takže jeho vnútorná priemerná teplota má hodnotu t_s . Pri tomto ohreve je pomocou špeciálnych veľmi tenkých plošných čidiel snímaný a registrovaný jednak tepelný tok q_1 vstupujúci z kovového bloku o konštantnej teplote t_1 do textílie, jednak tepelný tok q_2 , ktorý z textílie vystupuje do základne, ktorej teplota je udržiavaná na pôvodnej teplote celého vzorku t_0 .

Tepelnú kapacitu vzorku o ploche F , hrúbke δ , mer-
nom teple c a hustote ρ stanovíme zo vzt'ahu

$$\Delta Q = \int_0^{\tau} (q_1 - q_2) d\tau = d F \rho c \frac{t_1 + t_2 - t_0}{2} \quad /39/$$

Veľkosť tepelnej vodivosti λ sa zisťuje na druhej, stacionárnej fázy tepelného deja výpočtom zo známeho vzt'a-

hu:

$$\lambda = \frac{q \delta}{t_1 - t_0} \quad / 40 /$$

Ak zistíme popísaným postupom hodnoty tepelnej kapacity a tepelnej vodivosti, potom teplotnú vodivosť a stanovíme výpočtom zo vzťahu:

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \quad / 41 /$$

Okrem týchto hodnôt je zaujímavé poznať i tepelnú jímavosť b, ktorá charakterizuje napr. množstvo tepla odvedeného z pokožky pri krátkodobom kontakte s textiliou, a tak čiastočne objektivizuje ohmat textilie.

Tepelná jímavosť je definovaná vzťahom /42/:

$$b = \sqrt{\lambda \rho c} \quad / 42 /$$

V mikropočítači prístroja je vložený program jak pre výpočet uvedených veličín, tak pre korekciu niektorých vlastných principiálnych chýb prístroja, ako napr. chyby spôsobenej nenulovým tepelným odporom snímačov tepelného toku a chyby spôsobenej odvodom tepla mimo oblasť snímačov.

Popis konštrukcie prístroja

Prístroj sa skladá zo 4 častí. Hlavnú časť tvorí meriaca jednotka zostávajúca zo základnej, meracej hlavice

uloženej na zvislom posuvnom vedení a z mechanizmu merania hrúbky vzorku. Tepelnoizolované jadro hlavice je elektricky vyhrievané na zvolenú teplotu. Meranie začína rýchlym spustením hlavice prostredníctvom elektromotoricky poháňaného pohybového mechanizmu na vzorok, položený na základne o teplote okolia. Snímače merajú nestacionárny tepelný tok textílií. Po ustálení je hlavica pritisknutá na vzorok definovaným prítlakom a zdvihnutá do východzej polohy. Súčasne je pôvodnou metódou meraná hrúbka vzorku.

Malý riadiací mikropočítač na bázi procesorovej dosky JPR-1 obsahuje zosilovače, analogový multiplex a analogočíslicový prevodník pre vstup signálov snímačov tepelného toku a teplomerov a pre vstup a výstup logických riadiacích signálov včetně impulzného výstupu regulácie vytápanej hlavice.

Mikropočítač prevádza štatistické vyhodnotenie súboru max. 10 meraní, vypočíta hodnotu tepelnej vodivosti, teplotnej vodivosti, plošného tepelného odporu, tepelnej kapacity, jímavosti, pomer špičkového a ustáleného tepelného toku a hrúbku vzorky, strednú hodnotu a smerodatnú odchylku.

Konečná varianta prístroja by však mala umožniť meranie v širšom teplotnom rozsahu než doposiaľ /včetně záporných teplôt/, istú pozornosť bude nutno ešte venovať odstráneniu okrajových vplyvov pri meraní textílií väčšej hrúbky.

4.3 Podmienky experimentov a dosiahnuté výsledky pri meraní zvukovej pohltivosti

Cieľom experimentálnych prác pri meraní zvukovej pohltivosti pripravených izolačných textilných plstí bolo vzájomné porovnanie účinnosti jednotlivých typov vlákien na dosiahnutú úroveň zvukovej pohltivosti - α .

Uvedené experimenty boli vykonané s vedomím, že podstatný vplyv v tomto smere bude mať makroštruktúra textilného útvaru, ktorá však v našom prípade bola ovplyvnená:

- rôznou jemnosťou použitého vlákna
- rôznou schopnosťou jednotlivých typov vlákien kmitať pri dopade mechanickej vlny vo vytvorenej štruktúre
- približne rovnakými technologickými podmienkami prípravy izolačných plstí s rôznou plošnou hmotnosťou.

Pripravené vzorky izolačných plstí boli podrobené hodnoteniu úrovne zvukovej pohltivosti podľa metodiky uvedenej v kapitole 4.2.3 na interferometri - Kundtová trubica, typ 4002.

Rozsah frekvencií bol stanovený tak, aby pokryl najviac sledovanú oblasť počuteľnosti ľudským sluchom.

Hodnoty zvukovej pohltivosti uvedené pre jednotlivé typy plstí v tab. č. 8 - 12, boli vypočítané na základe nameraných hodnôt minimálneho a maximálneho akustického tlaku stojatej vlny podľa vzťahov / 25/ a / 29 / uvedených v kapitole 4.2.3.

Z dôvodov obmedzeného rozsahu diplomovej práce neuádzam v tabuľkovom prehľade namerané hodnoty akustických tlakov, ale priamo vypočítané hodnoty zvukovej pohltivosti.

Pre kompletnejšie zhodnotenie vplyvov jednotlivých parametrov izolačných plstí na sledovanú úroveň zvukovej pohltivosti boli vo forme grafických závislostí vyhodnotené nasledovné:

- zvuková pohltivosť - α / % / = f / frekvencia - f / Hz /
- zvuková pohltivosť - α / % / = f / plošná hmotnosť - m / $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ /
- zvuková pohltivosť - α / % / = f / objemová hmotnosť - ρ / $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ /

Jednotlivé grafické závislosti sú uvedené v prílohe.

Vzorka č.	Použité frekvencie / Hz /							
	125	250	500	1000	1600	2500	3150	4000
	Zvuková pohltivosť - α - / % /							
1	0,76	1,24	5,26	3,82	4,01	9,09	13,68	10,01
2	0,86	1,32	6,20	5,07	5,16	10,09	15,42	13,22
3	0,74	1,26	6,45	5,55	6,66	11,79	18,64	24,95
4	0,85	1,37	7,09	6,33	8,02	18,14	18,63	23,44
6	0,70	1,67	7,69	7,63	9,56	18,14	25,28	29,57

Tab. č. 8 Zistené hodnoty zvukovej pohltivosti pre rúna z POPs - jemnosti 17 dtex

Vzorka č.	Použité frekvencie / Hz /							
	125	250	500	1000	1600	2500	3150	4000
	Zvuková pohltivosť - α - / % /							
1	0,58	0,92	4,64	9,60	3,50	7,70	13,90	12,20
2	0,87	1,08	5,20	3,90	5,30	7,60	13,20	16,40
3	-	0,92	4,68	4,90	4,40	8,50	15,10	11,80
4	-	1,16	5,90	8,00	5,90	11,40	22,10	19,90
5	-	1,22	7,40	7,20	8,70	17,90	26,50	31,70
6	1,98	1,21	8,50	9,50	12,70	19,10	32,70	33,70

Tab. č. 9 Zistené hodnoty zvukovej pohltivosti pre rúna z POPs-D jemnosti 35 dtex

Vzorka č.	Použité frekvencie / Hz /							
	125	250	500	1000	1600	2500	3150	4000
	Zvuková pohltivosť - α - / % /							
1	0,62	1,10	5,44	5,16	4,40	9,40	11,90	11,60
2	0,70	0,97	5,65	7,57	4,50	8,60	12,90	11,10
3	0,70	0,98	5,44	8,36	4,30	7,80	11,80	11,50
4	0,69	1,29	6,38	6,20	6,70	12,30	14,90	19,90
5	0,76	0,43	7,60	8,33	8,90	14,80	27,40	28,10
6	0,78	1,50	8,23	10,59	8,20	13,10	19,70	22,90

Tab. č. 10 Zistené hodnoty zvukovej pohltivosti pre rúna z POPs-AP jemnosti 15,8 dtex

Vzorka č.	Použité frekvencie / Hz /							
	125	250	500	1000	1600	2500	3150	4000
	Zvuková pohltivosť - α - / % /							
1	0,78	1,03	5,45	6,80	4,60	9,10	14,60	15,10
2	0,73	1,11	5,50	5,59	5,30	11,60	17,90	18,30
3	0,70	1,40	6,32	6,41	5,60	10,30	15,50	14,00
4	0,70	1,29	8,06	8,91	7,80	13,50	19,50	22,60
5	0,91	1,47	8,79	11,19	10,10	19,60	27,90	33,10
6	0,59	1,38	7,13	11,15	11,90	22,90	31,50	39,20

Tab. č.11 Zistené hodnoty zvukovej pohltivosti pre rúna z POPs-AP jemnosti 18 dtex

Vzorka č.	Použité frekvencie / Hz /							
	125	250	500	1000	1600	2500	3150	4000
	Zvuková pohltivosť - α - / % /							
1	0,82	1,19	4,83	3,34	3,00	5,55	10,80	9,90
2	0,69	1,15	5,33	4,65	3,13	6,18	10,80	9,50
3	0,88	1,38	6,39	6,79	4,44	8,89	15,20	14,30
4	0,73	1,24	9,89	7,32	5,25	8,51	15,50	15,60
5	0,86	1,11	5,31	8,42	5,72	9,98	19,30	18,10
6	0,79	1,45	7,42	9,34	7,52	14,51	23,70	24,50

Tab. č.12 Zistené hodnoty zvukovej pohltivosti pre rúna z POPs-AP jemnosti 23,2 dtex

4.3.1 Diskusia výsledkov z merania zvukovej pohltivosti

Výsledky uvedené v kapitole 4.3 a grafické závislosti v prílohe sú podkladom k diskusii a porovnaniu účinnosti jednotlivých typov použitých vlákien a vzťahu parametrov k úrovni zvukovej pohltivosti. Základné porovnanie uvádzam k POPs - štandardnému vláknu a dosiahnutý rozdiel pri použití špeciálnych typov vlákien.

Nakoľko namerané hodnoty zvukovej pohltivosti α v rozsahu nižších frekvencií od 125 - 500 Hz nezaznamenali podstatný rozdiel /t.j. nad 5 %/ nie sú predmetom uvádzaného porovnania.

Z porovnania dosiahnutej úrovne zvukovej pohltivosti, v závislosti od frekvencie pri rôznej úrovne plošnej hmotnosti uvedeného na grafoch č. 5 až 9 vyplýva, že jednoznačne bola najvyššia pohltivosť dosiahnutá u vlákna POPs - AP s jemnosťou 18,0 dtex. Naopak hrubší typ vlákna sa v tomto smere prejavuje negatívne, čo potvrdzuje prípad aplikácie POPs - AP 23,2 dtex, POPs - D 35 dtex, pri porovnaní so štandardom POPs.

Priebeh závislosti u POPs - AP 15,8 dtex je v podstate na úrovni štandardu.

Zaujímavé je však konštatovanie, že pri nižších frekvenciách /500 - 1600 Hz/ u každého typu

špeciálneho vlákna bola dosiahnutá vyššia pohltivosť ako u štandardu. Posunom k vyšším frekvenciám dochádza postupne k zmene. Z uvedeného je možné predpokladať, že zatiaľ čo pri nižších frekvenciách sa podstatnejšie prejavuje vplyv mikroštruktúry použitých vlákien /napr. modul pružnosti/, pri vyšších frekvenciách sú tieto vplyvy prekryté vplyvom makroštruktúry materiálu.

Pri zmene premenných λ , m , f sa najmä pri frekvencii 3150 Hz a 4000 Hz dostáva na úroveň POPs - AP 18 dtex aj POPs - D, čiastočne aj POPs - AP 15,8 dtex, ktoré dosahujú vyššiu pohltivosť ako štandard.

Uvedené konštatovanie vyplýva najmä z grafu č. 12 a 13 a tento rozdiel je podstatnejší so zvyšujúcou sa plošnou hmotnosťou.

Vplyv objemovej hmotnosti pri f /Hz/ = konšt. na úroveň pohltivosti zvuku, uvedený na grafoch č. 14 - 17 má v podstate rovnaký priebeh u všetkých typov použitých vlákien. Je zaujímavé, že v rozsahu hodnôt objemovej hmotnosti okolo $0,09 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ dochádza k poklesu úrovne pohltivosti v podstate u všetkých frekvencií. Je možné predpokladať, že bola stanovená určitá medzná hodnota, pri ktorej je izolačná schopnosť materiálu značne nižšia. Pomer jednotlivých typov vlákien vo vzťahu k úrovni pohltivosti a porovnaní so štandardom sa v podstate zachoval, výraznejšie sa však prejavilo POPs - duté vlákno a POPs - AP 15,8 dtex/90 mm.

Záverom tejto časti je možné konštatovať, že z hľadiska zvukovej pohltivosti sa u niektorých typov kladne prejavil vplyv ich špeciálnej úpravy oproti štandardnej POPs.

4.4 Podmienky experimentov a dosiahnuté výsledky pri meraní tepelnej vodivosti

Meranie tepelnej vodivosti a ostatných teplotných charakteristík prístrojom ALAMBETA 07 bolo vykonané v podmienkach laboratória katedry NT na VŠST v Liberci. Podmienky merania boli výhodné, nakoľko premeranie jedného vzorku netrvalo dlhšie ako 50 s. Každá vzorka bola hodnotená 6 krát a zistené priemerné hodnoty sú uvedené v tab. č. 13 - 17. V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené zistené tepelné vodivosti a ostatné teplotné charakteristiky.

V tab. č. 13 a 17 nie sú uvedené hodnoty zisťovaných charakteristík textilného rúna z POPs - D 35 dtex a textilného rúna z POPs - štandard 17 dtex, plošnej hmotnosti $800 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, nakoľko hrúbky vzoriek presahovali povolený rozsah prístroja. Taktiež nie sú uvedené hodnoty textilného rúna POPs - štandard 17 dtex, plošnej hmotnosti $200 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, nakoľko táto vzorka nebola pripravená.

Zo zistených hodnôt tepelnej vodivosti boli vypracované jednotlivé závislosti parametrov v nasledovnom rozsahu:

- tepelná vodivosť - $\lambda = f$ /plošnej hmotnosti - m /
- tepelná vodivosť - $\lambda = f$ /objemovej hmotnosti - ρ /
- tepelná vodivosť - $\lambda = f$ /hrúbky - h /
- plošný tepelný odpor - $r = f$ /plošnej hmotnosti - m /

Uvedené sú v prílohe na grafoch č. 1 - 4.

Vzor. č.	Tepelná vodivost'	Tepločná vodivost'	Tepelná jímavost'	Pomer špičkového a ustáleného tepelného toku	Plošný tepelný odpor
	λ $/10^{-3} W m^{-1} K^{-1}$	a $/10^{-6} m^2 s^{-1}$	b $/1/$	p $/1/$	r $/10^{-3} W^{-1} K m^{-2}$
1	-	-	-	-	-
2	59,3	0,921	61,9	5,25	112,0
3	58,5	0,771	67,0	5,71	129,7
4	60,4	0,779	68,5	5,34	129,3
5	62,8	0,792	71,7	4,95	129,1
6	-	-	-	-	-

Tab. č. 13 Zistené hodnoty tepelnej vodivosti a ďalších teplotných charakteristík
text. rúna z POPs jemnosti 17 dtex

Vzor. č.	Tepelná vodivost'	Tepločná vodivost'	Tepelná jíímavost'	Pomer špičkového a ustálené- ho tepelné- ho toku	Plošný tepelný odpor
	λ $/10^{-3} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} /$	a $/10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} /$	b $/1 /$	p $/1 /$	r $/10^{-3} \text{ W}^{-1} \text{ Km}^{-2} /$
1	57,3	1,330	50,5	3,79	84,2
2	57,9	0,899	61,3	4,99	115,0
3	57,4	0,992	58,1	4,97	119,0
4	58,7	1,160	54,7	5,17	150,0
5	59,2	1,490	48,5	5,36	169,0
6	-	-	-	-	-

Tab. č. 14 Zistené hodnoty tepelnej vodivosti a ďalších teplotných charakteris-
tík text. rúna z POPs - D jemnosti 35 dtex.

Vzor. č.	Tepelná vodivost'	Teplotná vodivost'	Tepelná jíímavost'	Pomer špičkového a ustálené- ho tepelné- ho toku	Plošný tepelný odpor
	λ $/10^{-3} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} /$	a $/10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} /$	b $/1 /$	p $/1 /$	r $/10^{-3} \text{ W}^{-1} \text{ Km}^{-2} /$
1	53,3	0,832	58,8	4,9	93,8
2	53,4	0,806	59,6	5,6	106,0
3	53,7	0,804	60	5,79	124,0
4	54,8	0,634	69,1	5,61	118,1
5	54,6	0,814	61,2	6,77	159,3
6	53,3	0,852	57,5	5,83	140,0

Tab. č. 15 Zistené hodnoty tepelnej vodivosti a ďalších teplotných charakteristík
text, rúna z POPs - AP jemnosti 15,8 dtex

Vzor. č.	Tepelná vodivost'	Tepločná vodivost'	Tepelná jínavost'	Pomer špičkového a ustálené- ho tepelné- ho toku	Plošný tepelný odpor
	λ $/10^{-3} W m^{-1} K^{-1} /$	a $/10^{-6} m^2 s^{-1} /$	b $/1 /$	p $/1 /$	r $/10^{-3} W^{-1} K m^{-2} /$
1	54,2	0,812	60,2	5,27	97,8
2	55,4	0,869	61,6	4,92	122,4
3	54,3	0,763	62,2	6,08	107,0
4	53,0	0,871	57,2	6,50	140,9
5	54,6	0,666	67,4	6,24	141,0
6	55,2	0,785	62,5	6,52	168,5

Tab. č. 16 Zistené hodnoty tepelnej vodivosti a ďalších teplotných charakteristík
text. rúna z POPs - AP jemnosti 18 dtex

Vzor. č.	Tepelná vodivost'	Teplotná vodivost'	Tepelná jíímavost'	Pomer špičkového a ustálené- ho tepelné- ho toku	Plošný tepelný odpor
	λ $/10^{-3} Wm^{-1}K^{-1}/$	a $/10^{-6} m^2s^{-1}/$	b $/1/$	p $/1/$	r $/10^{-3} W^{-1}Km^{-2}/$
1	56,7	1,020	56,2	5,00	102,5
2	56,1	1,090	54,2	5,11	112,5
3	56,1	0,896	59,5	4,74	122,6
4	58,0	0,869	62,8	4,88	130,3
5	58,2	0,818	65,3	4,56	133,3
6	59,1	1,010	58,5	4,77	155,9

Tab. č. 17 Zistené hodnoty tepelnej vodivosti a ďalších teplotných charakteristík

text. rúna z POPs - AP jemnosti 23,2 dtex

4.4.1 Diskusia výsledkov z merania tepelnej vodivosti

Vypracované závislosti vo všetkých štyroch prípadoch $\lambda = f(m, \rho, h)$ a $r = f(m)$ potvrdzujú, že vo vzťahu k tepelnoizolačným vlastnostiam je rozdiel štandardných POP vlákien a špeciálnych POP vlákien /dutých a anorganicky plnených/ podstatný.

V prvom rade z porovnania vyplýva, že sa výrazne prejavila výhoda jemnejších typov vlákien /15,8 a 18 dtex/ najmä AP. Nepodstatný nezostáva fakt, že v tomto hodnotení sa výrazne neprejavili predpokladané vyššie izolačné vlastnosti u dutého vlákna.

Zatiaľ, čo u POPs - AP 15,8 dtex je priebeh tepelnej vodivosti vo všetkých troch prípadoch málo závislý od rozsahu parametra, u ďalších typov vlákien má závislosť strmejší priebeh.

Podstatný vplyv izolačných vlastností špeciálnych typov vlákien sa ukazuje pri hodnotení plošného tepelného odporu, tak ako je uvedený v tab. č. 13 - 17 a grafe č. 4. Zatiaľ, čo pre štandardné vlákno sa podstatne ^{ne}mení s plošnou hmotnosťou a zostáva na rovnakej úrovni, u špeciálnych sa plošný odpor s hmotnosťou podstatne zvyšuje.

V tomto prípade sa ako najvhodnejšie javia POP vlákna AP s jemnosťou 18 dtex a POP - D vlákno.

Bolo potvrdené, že zmena tepelnoizolačných vlastností textilného plošného útvaru je kladne ovplyvnená použitím špeciálnych typov vlákien. Aj v tomto prípade je účinnnejšie vlákno plnené anorganickým plnidlom /vápencom/ ako s dutým priestorom v profile vlákna.

5.0 ZÁVER

Predmetom mojej diplomovej práce bolo zhodnotenie tepelnoizolačných a zvukovoizolačných vlastností plošných textilných útvarov obsahujúcich špeciálne POP vlákna v porovnaní so štandardným vláknom.

K zisťovaniu fyzikálnych hodnôt bolo použité celkom dvadsaťdeväť vzoriek.

Výsledky meraní potvrdili, že najlepšie tepelnoizolačné vlastnosti dosiahli vzorky s POP - AP s jemnosťou v rozsahu 15,8 - 18 dtex. Bolo potvrdené, že podiel anorganickkej hmoty v organickom polymére sa kladne prejaví vo vzťahu k tepelnej izolácii. Tento potvrdený predpoklad je možné ďalej využiť v hľadaní náhrady minerálnych vlákien /sklenené, azbestové/ ako izolačných materiálov tam, kde napr. z hľadiska životného a pracovného prostredia ich aplikácia je nevýhodná.

Pri zhodnotení zvukovoizolačných vlastností nám poslúžili zistené hodnoty zvukovej pohltivosti α . Porovnaním jednotlivých typov vlákien, na základe dosiahnutej účinnosti zvukovej pohltivosti sa potvrdilo, že u POP - AP a POP - D vlákien bola dosiahnutá vyššia účinnosť /asi 10 % - AP a 4-5 % - D/, opro-

ti štandardu.

Vyššia účinnosť AP vlákien je možné vysvetliť ich podstatne priaznivejšou elasticitou /YOUNGOV modul pružnosti/, ale aj čiastočným vplyvom porézności a defektov na povrchu vlákna, ktoré priaznivo ovplyvňujú pohltivosť zvuku.

Z praktického hľadiska je možné využiť dosiahnuté výsledky diplomovej práce priamo na pracovisku, kde táto časť bola vykonaná pri optimalizácii parametrov zvukopohltivých materiálov pre automobilový priemysel.

V závere diplomovej práce chcem poďakovať vedúcemu katedry NT s. doc. Hesovi za umožnenie merania tepelných konštánt na prístroji ALAMBETA 07 a Ing. Jozefovi Šestákovovi z VÚTCH Žilina, ktorý mi pomáhal pri zaistovaní a príprave skúšobných vzoriek pre experimentálne práce a za umožnenie merania zvukovej pohltivosti na Kundtovej trubici, typ 4002.

6.0 LITERATÚRA

1. HORÁK, Z., KRUPICA, F., ŠINDELÁŘ, V.:
Technická fyzika, SNTL Praha 1960
2. Ing. MERGL, V.:
Dizertačná práca: Meranie sónického modulu PES vlákien, VÚV Brno, 1983
3. Ing. ŠESTÁK, J.:
Izolačné textílie zo špeciálnych vlákien, VÚTCH Žilina, 1986
4. CLAUSON, D.:
Transportation fabric, Ind. Fabr. Prod., 1983,
č. 10 A, str. 110-111
5. Vliesstoffe im Fahr zeugbau
Allgemeiner Vliesstoffreport, 1976, č. 10, str. 346-
- 347.
6. PARK, J.:
The technology and Production of Fabrics for the
Automotive Industry, Rev. Prog. Color., 1981, č.11,
str. 19 - 24.
7. MOTTE, K. B.:
Nonwoven Fabrics Attract Automakers, Automotive
Engineering, 86, 1978, č. 5, str. 58 - 61.

8. IZYCKA, T.:

Laboratornyje badania procesu wytwarzania samochodowych izolacji wyguszajacych, Cz. II.

Zastosowanie żywicy fenolowej do wiązania izolacji, Technik Wokienniczy, XXXIII, 1984, č. 12, str. 353-355

9. KAZAKOVA, L. M. - ORLOVA, Z.N.:

Novyje prokladočnyje materialy dlja automobilnoj promyšlennosti, Tekstil'naja promyšlennost', 1985, č. 5, str. 58 - 59.

10. Coir in cars, High Performance Textiles, 1981, č. 9, str. 8

11. Teplozvukoizoljacionnyj prokladočnoj wetkanyj material s ispolzovanijem otchodov, Tekstil'naja promyšlennost, 1985, č. 2, str. 50

12. Kladina, M. J., Ing.; Konjuchova, Š.V., Ing.:

Netkanoje polotno iz otchodov polia midnych nitej, Tekstil'naja promyšlennost', 1985, č. 2, str. 48 - 49

13. New Non wovens, High Performance Textiles, 1983, č. 7, str. 6

14. HOFINGER, G. Dr.:

Polypropylenfasern und ihre wirtschaftliche Bedeutung, Chemiefasern Textilindustrie, 35/87, 1985, č. 11, str. 704 - 706

15. Automotive applications for nonwoven fabrics, Nonwoven Industry, 10, č. 6, 1979, str. 10, 50.

16. SCHNEIDER, H. - SUPANZ, P.:

Einsatz von Textilbelägen aus Polypropylen im Automobil, Chemiefasern ITEXTIL industrie, 31/83, 1981, č. 10, str. 756 - 759

17. Chemie - Linz reorients, Non wovens Industry, 1986, č. 5, str. 13

18. FOSS, S. W.:

Nonwovens fabrics in transportation, Nonwovens Industry, 10, 1979, č. 6, str. 8, 10

19. Mikrofaser - Wirbel in diese für Autobezugstoffe, Chemiefasern /Textilindustrie, 36, 88, 1986, č. 3, str. 514

20. Stamping Ware Apparatus Type 4002

Instruction Manual, firma Brøndeland Kjaer 1979

21. FLEMING, D.:

Use of nonwoven fabrics in the automotive industry, INDEX 81, Congress papers 7. Nonwoven for technical application, EDANA, Brussels, str. 109 - 121

22. PAJGR - REICHSTADTER - ŠEVČÍK a kol.:

Polypropylénové vlákna, ich vlastnosti, textilné spracovanie a využitie

23. MORGAN, H.M. Co, Ing.:

Dynamie Modulus Tester PPM - 5R Instruktion

24. BLAŽEJ, A., ŠUTÁ, Š.:

Vlastnosti textilných vlákien

25. HLADÍK, V.:

Textilné vlákna

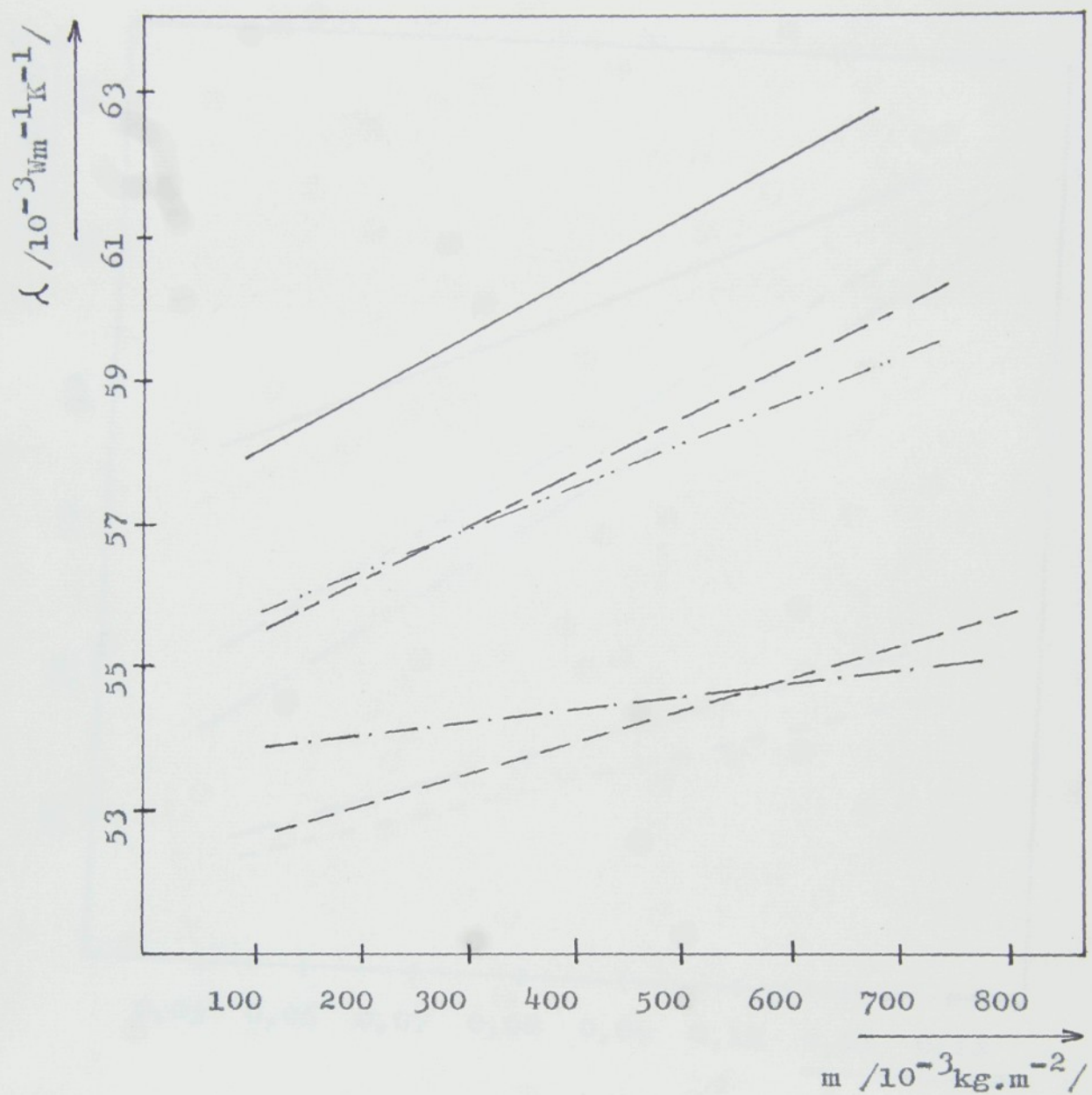
26. MICHLÍK, P.:

Dizertačná práca: Štúdium prípravy špeciálnych typov
POP vlákien, VÚCHV Svit 1984

27. Doc. Ing. HES, L., Ing. DOLEŽAL, I.:

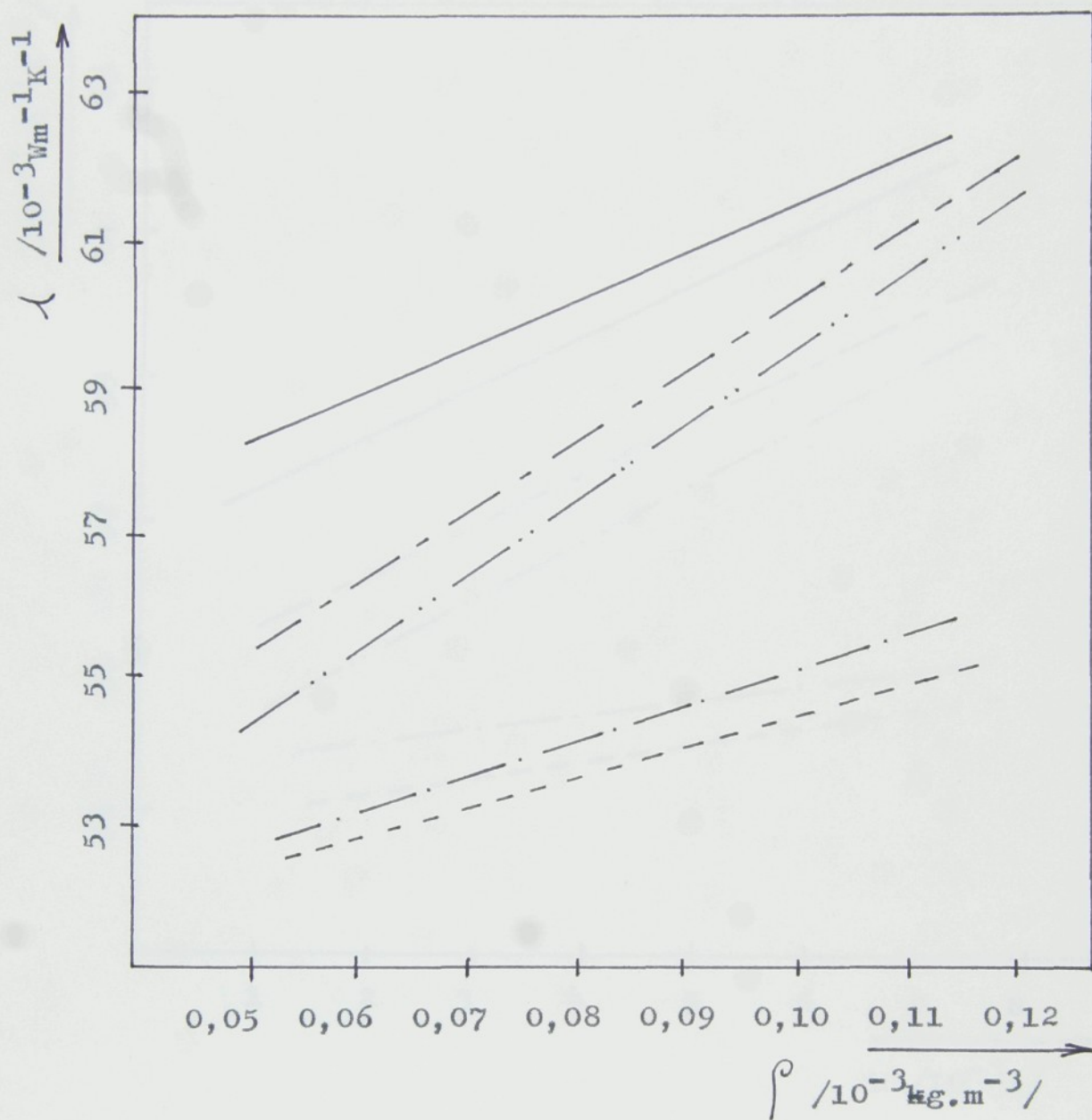
Meranie tepelnej kapacity a vodivosti textílií príst-
rojom ALAMBETA 07

Graf č. 1 Závislost' tepelnej vodivosti na plošnej
hmotnosti



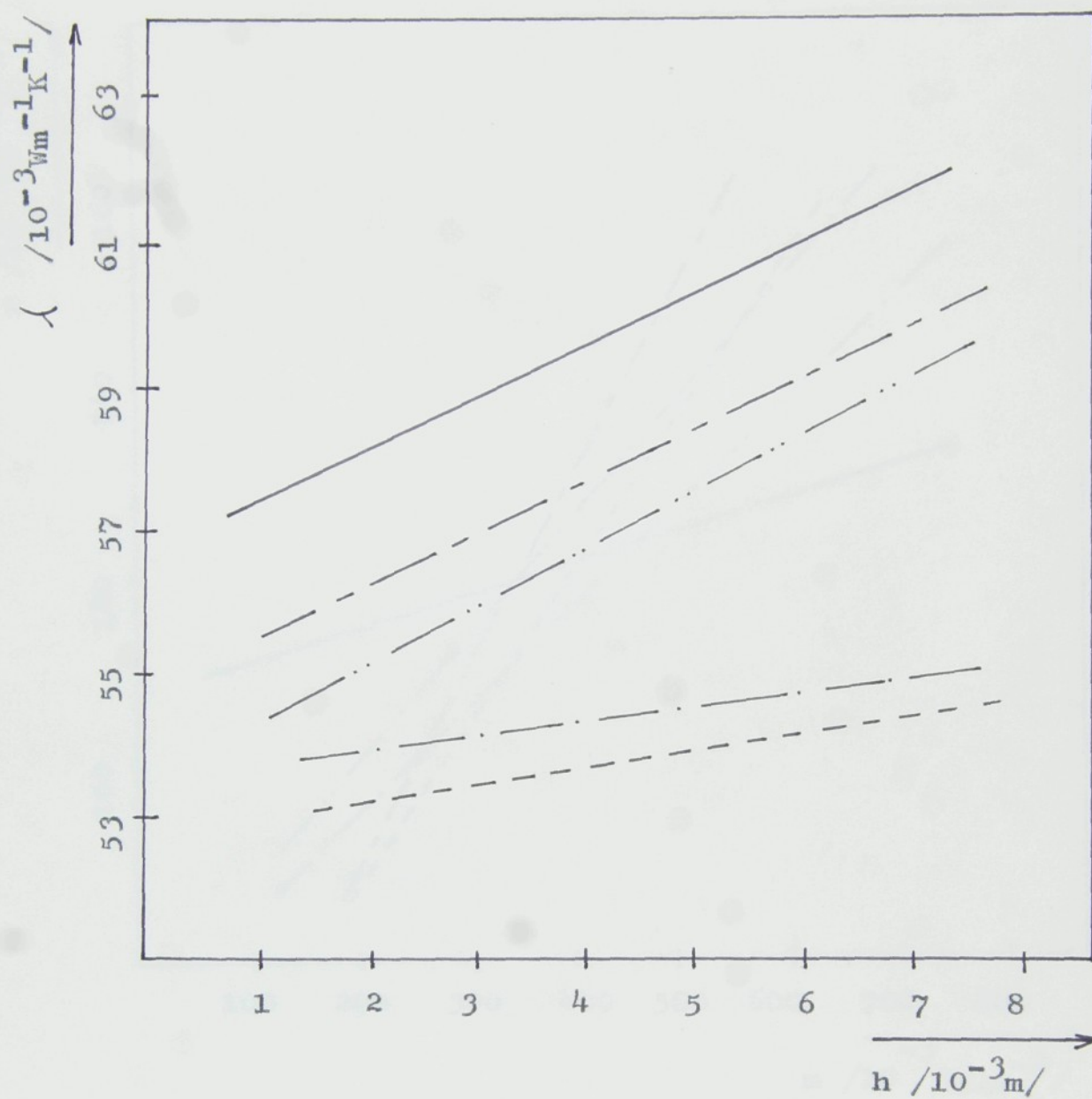
- POPs - 17 dtex/90
- POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - . POPs - AP 18,0 dtex/90
- . . - . - POPs - AP 23,2 dtex/90
- POPs - D 35 dtex/90

Graf č. 2 Závislost' tepelnej vodivosti na objemovej
hmotnosti



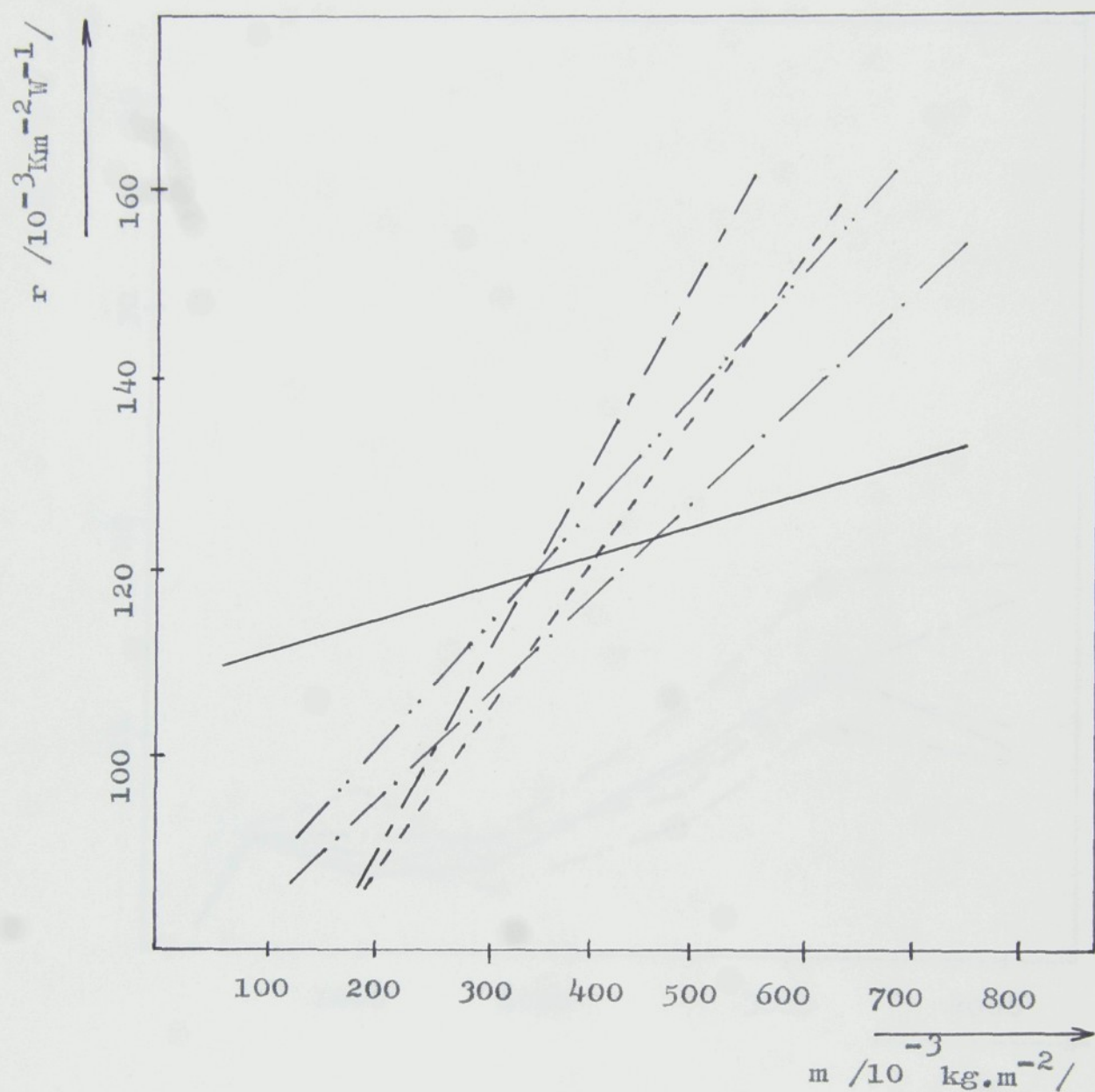
- | | |
|---------------|------------------------|
| ————— | POPs - 17 dtex/90 |
| ----- | POPs - AP 15,8 dtex/90 |
| — · — · — | POPs - AP 18,0 dtex/90 |
| — · · — · · — | POPs - AP 23,2 dtex/90 |
| — - - - - | POPs - D 35 dtex/90 |

Graf č. 3 Závislost' tepelnej vodivosti na hrúbke
vzoriek



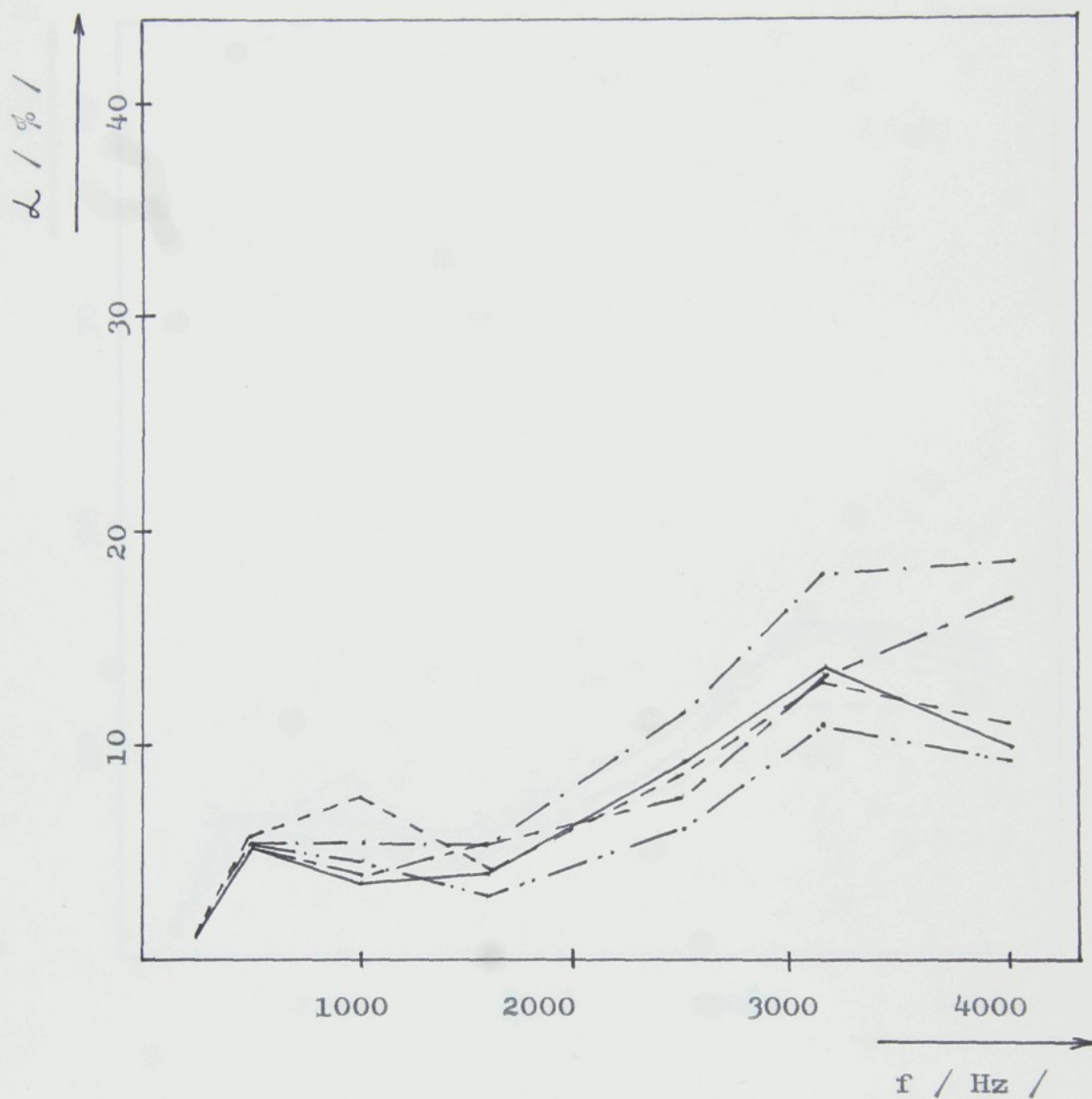
- POPs - 17 dtex/90
- POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - . POPs - AP 18,0 dtex/90
- . . - . . POPs - AP 23,2 dtex/90
- - - - - POPs - D 35 dtex/90

Graf č. 4 Závislost' plošného tepelného odporu
na plošnej hmotnosti



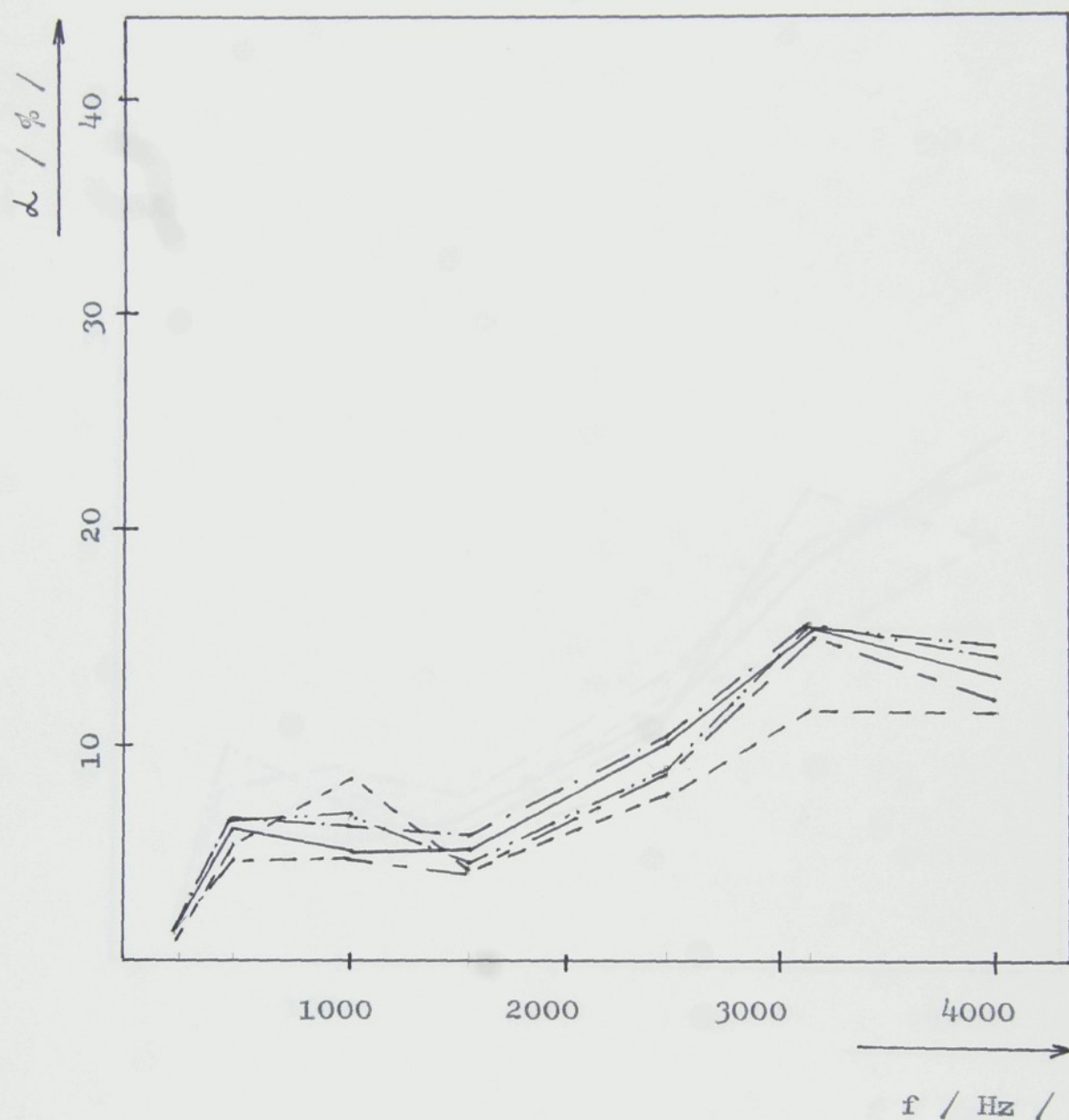
- POPs - 17 dtex/90
- POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - . POPs - AP 18,0 dtex/90
- POPs - AP 23,2 dtex/90
- POPs - D 35 dtex/90

Graf č. 5 Závislost' zvukovej pohltivosti na
frekvencii pre plošnú hmotnosť 300 g.m⁻²



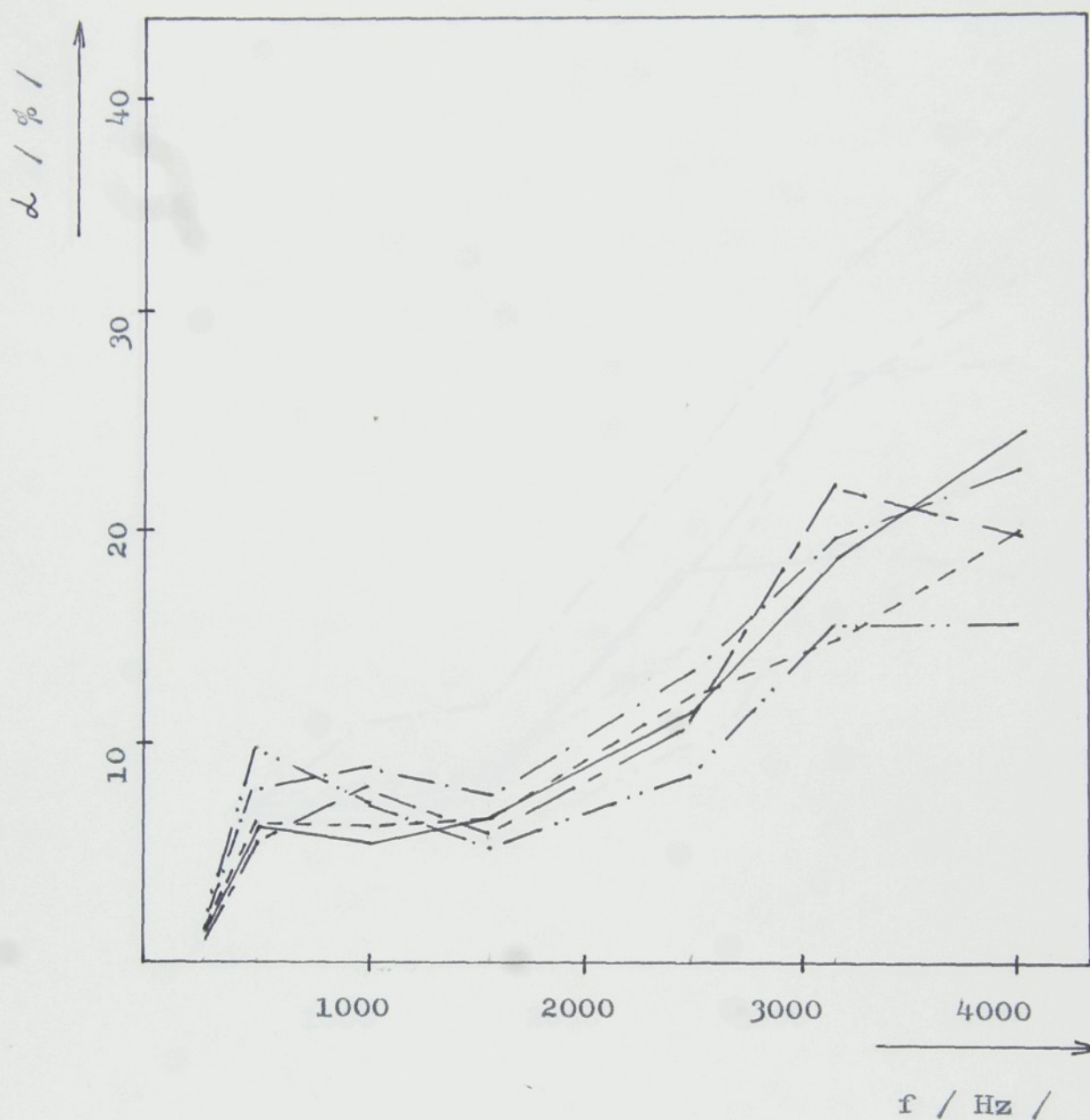
- POPs - 17 dtex/90
- POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - . POPs - AP 18,0 dtex/90
- . . - . - POPs - AP 23,2 dtex/90
- POPs - D 35 dtex/90

Graf č. 6 Závislost' zvukovej pohltivosti na frekvencii pre plošnú hmotnosť 400 g.m^{-2}



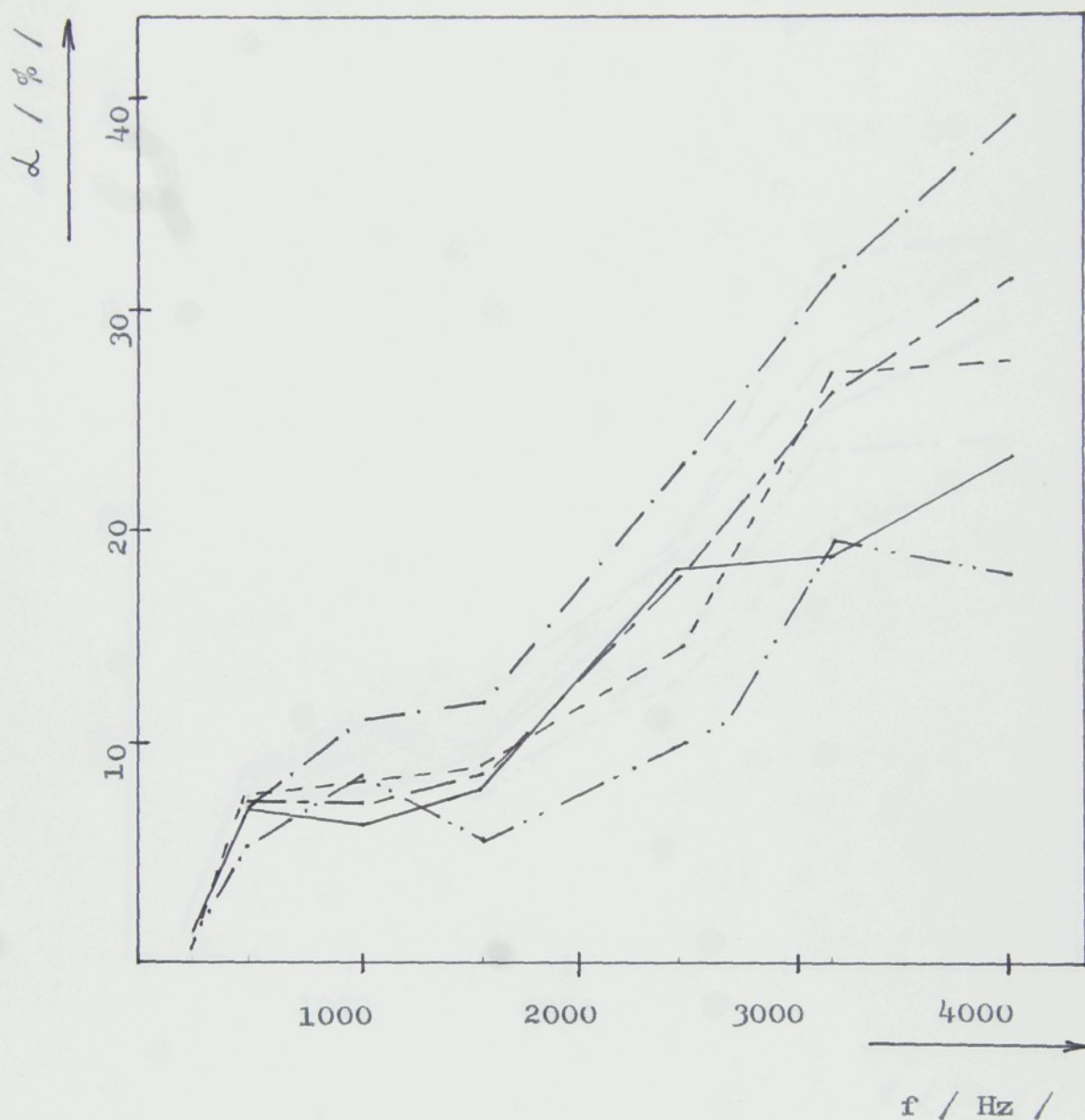
- POPs - 17 dtex/90
- POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - . POPs - AP 18,0 dtex/90
- . . . — POPs - AP 23,2 dtex/90
- - - - - POPs - D 35 dtex/90

Graf č. 7 Závislosť zvukovej pohltivosti na frekvencii pre plošnú hmotnosť $2 \times 200 \text{ g.m}^{-2}$



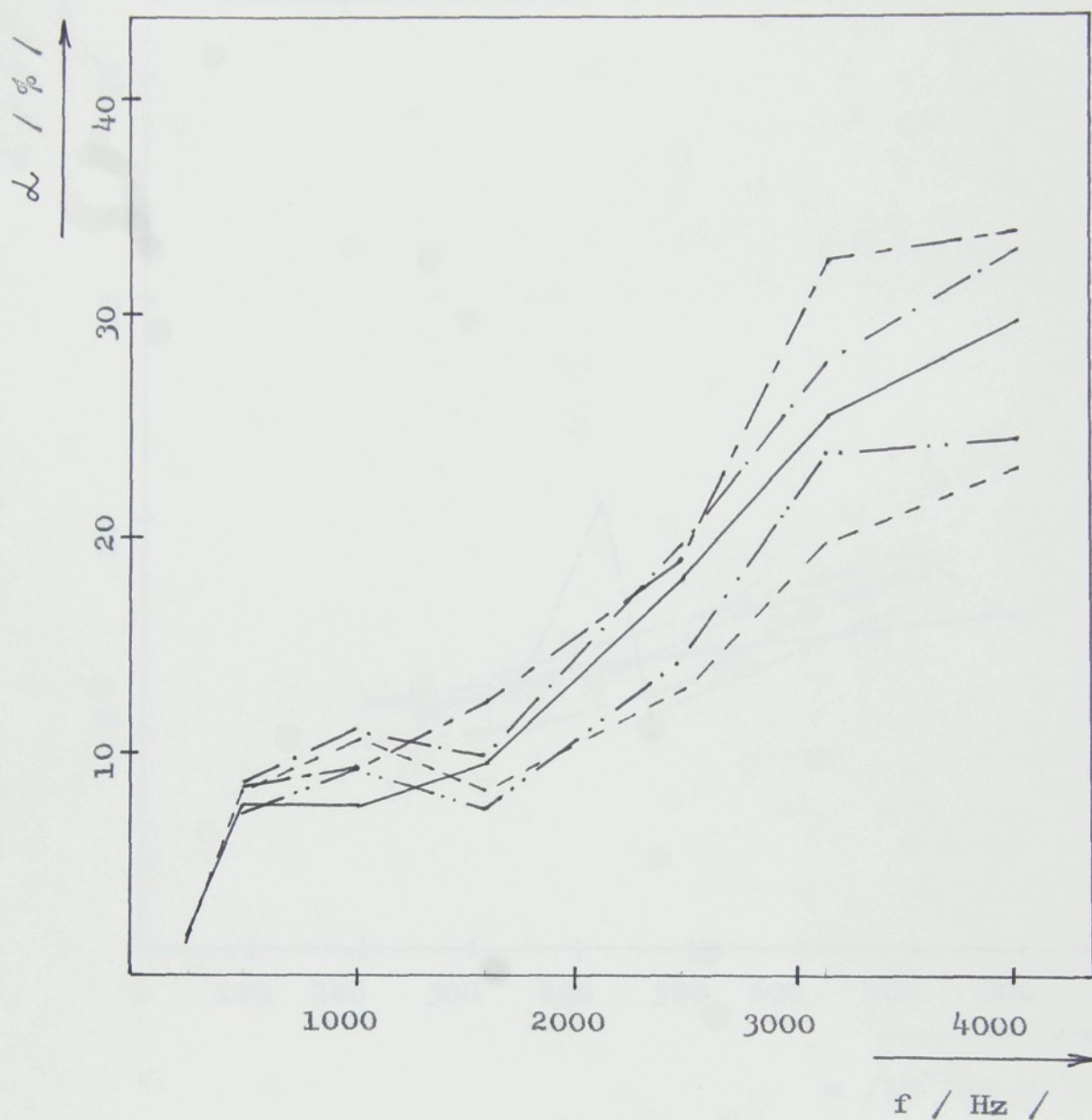
- POPs - 17 dtex/90
- POPs - AP 15,8 dtex/90
- POPs - AP 18,0 dtex/90
- POPs - AP 23,2 dtex/90
- POPs - D 35 dtex/90

Graf č. 8 Závislost' zvukovej pohltivosti na frekvencii pre plošnú hmotnosť $2 \times 300 \text{ g.m}^{-2}$



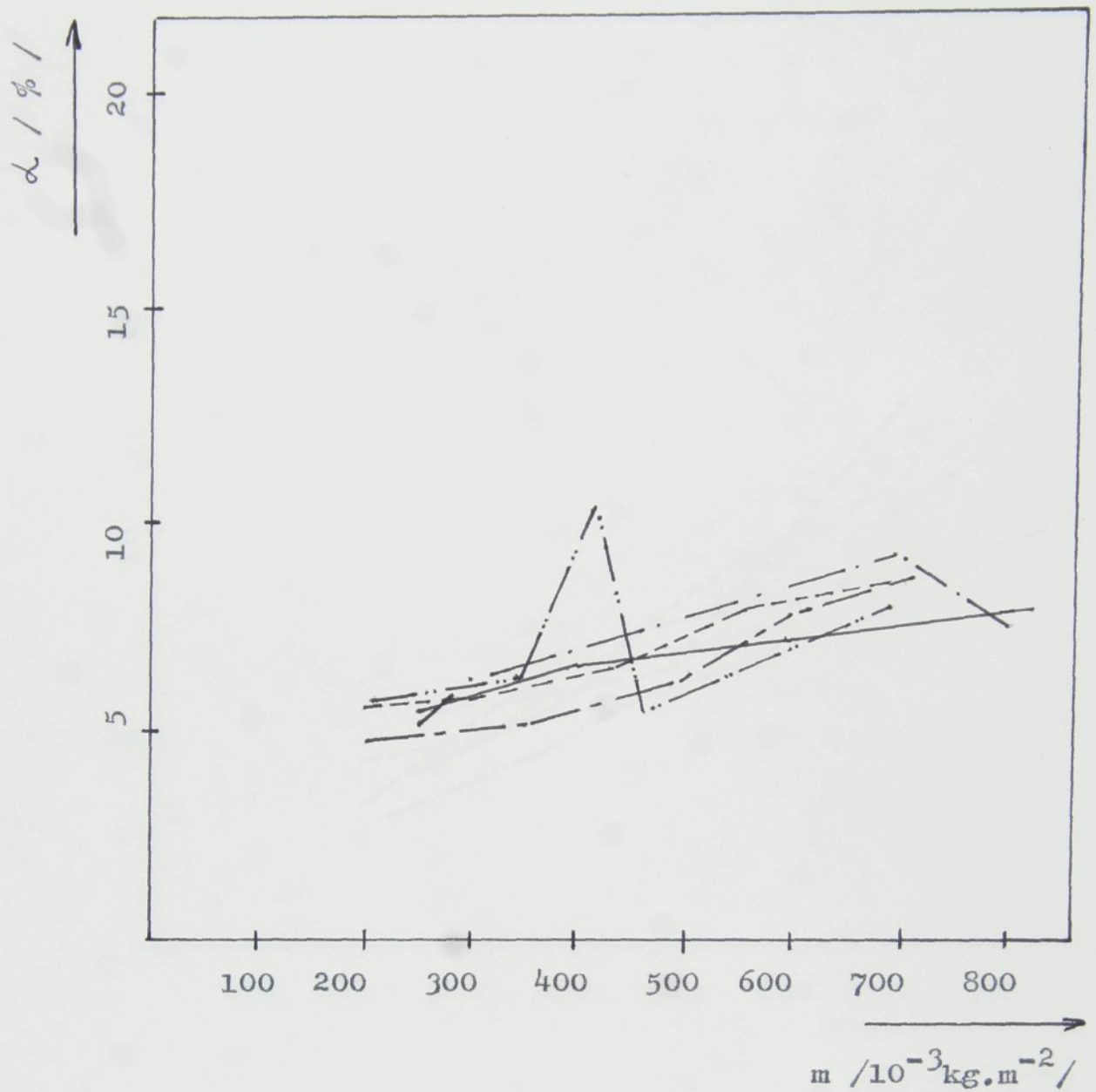
- POPs - 17 dtex/90
- - - POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - POPs - AP 18,0 dtex/90
- . . - - POPs - AP 23,2 dtex/90
- - - - - POPs - D 35 dtex/90

Graf č. 9 Závislosť zvukovej pohltivosti na frekvencii pre plošnú hmotnosť $2 \times 400 \text{ g.m}^{-2}$



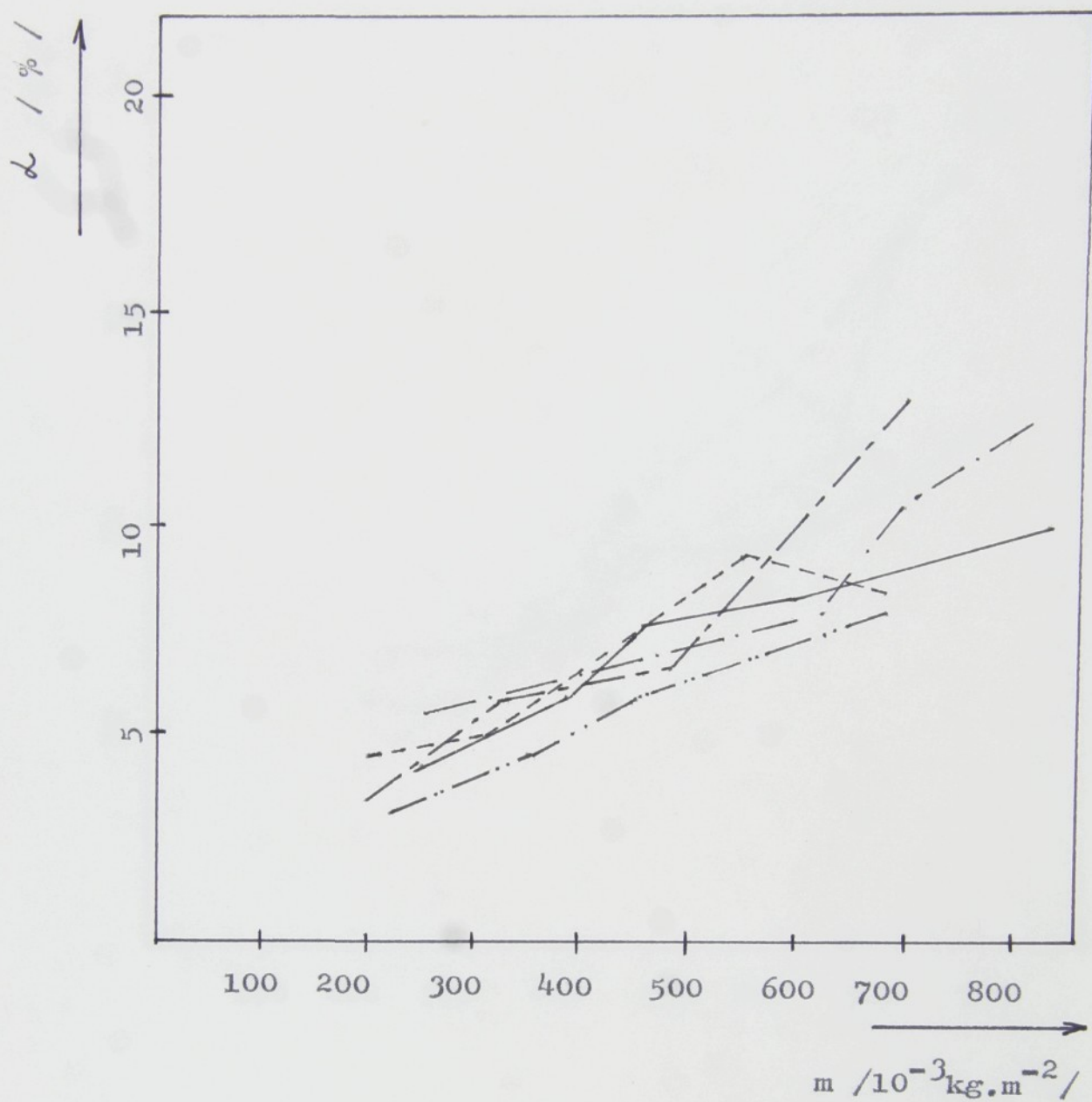
- POPs - 17 dtex/90
- POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - . POPs - AP 18,0 dtex/90
- - - - - POPs - AP 23,2 dtex/90
- - - - - POPs - D 35 dtex/90

Graf č.10 Závislost' zvukovej pohltivosti na plošnej hmotnosti pre frekvenciu f 500 Hz



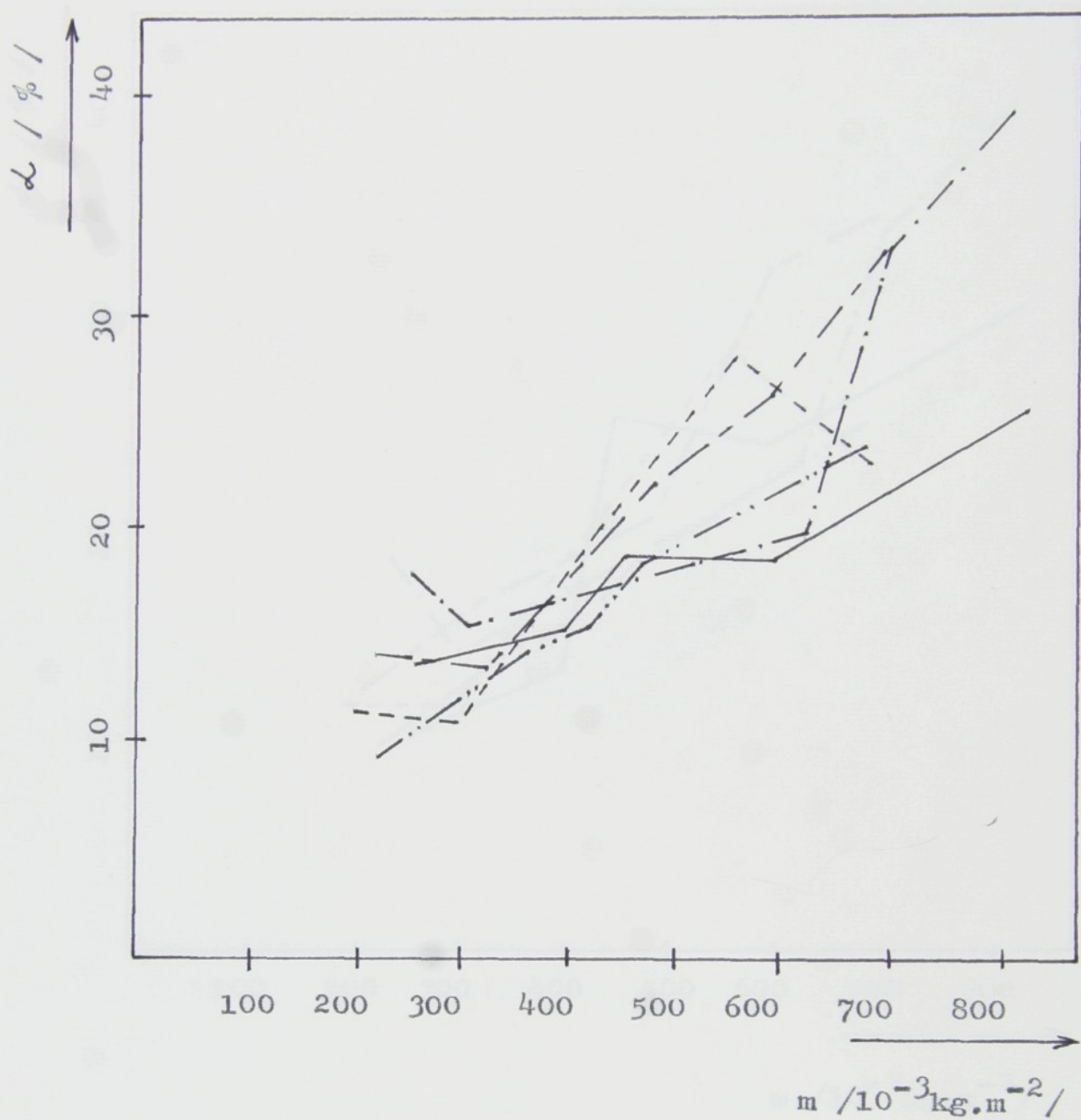
- | | |
|-----------------|------------------------|
| ————— | POPs - 17 dtex/90 |
| - - - - - | POPs - AP 15,8 dtex/90 |
| - . - . - . | POPs - AP 18,0 dtex/90 |
| - . . - . . - . | POPs - AP 23,2 dtex/90 |
| - - - - - | POPs - D 35 dtex/90 |

Graf č.11 Závislost' zvukovej pohltivosti na plošnej hmotnosti pre frekvenciu f 1600 Hz



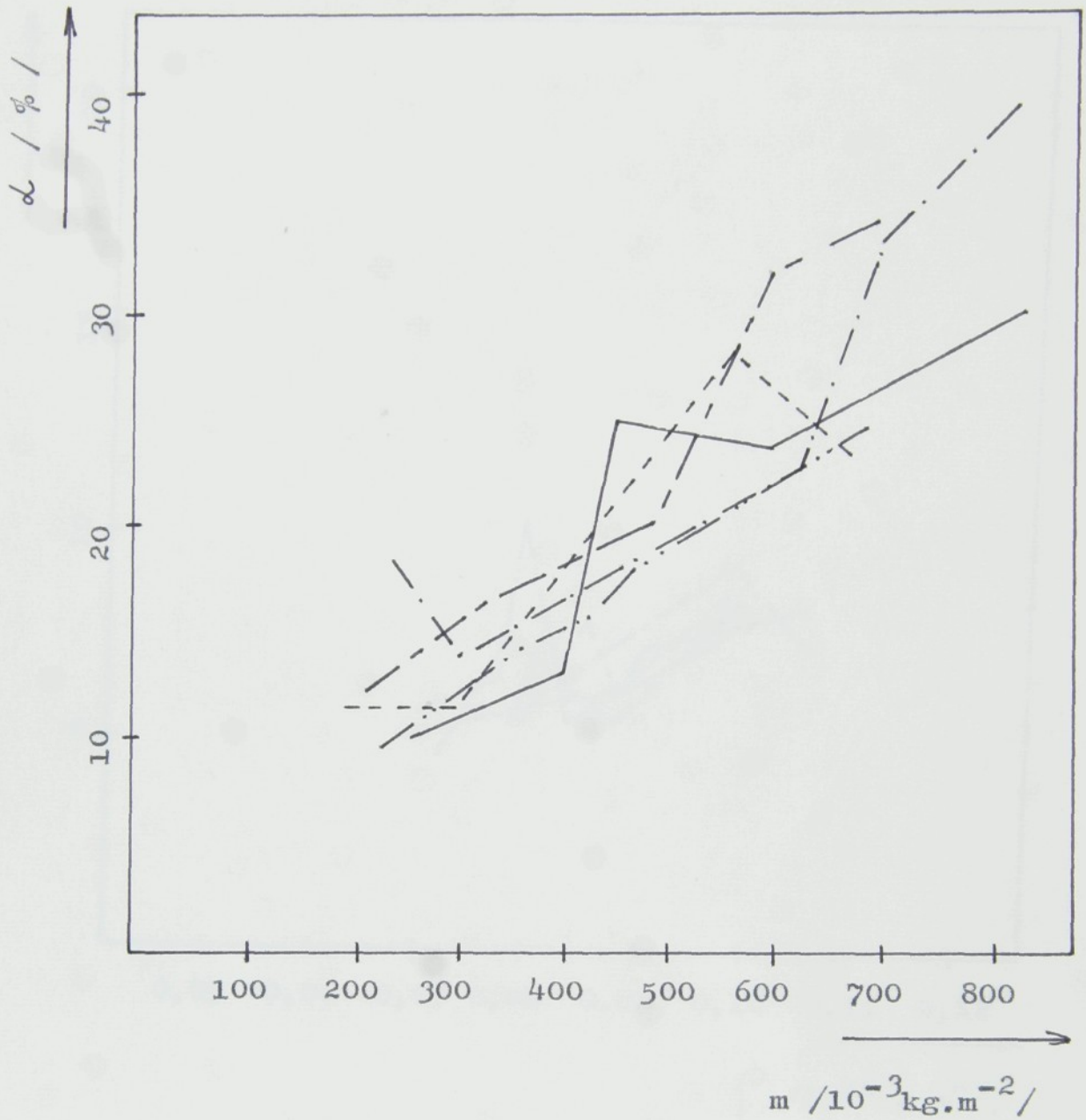
- POPs - 17 dtex/90
- - - - - POPs - AP 15,8 dtex/90
- . — . — POPs - AP 18,0 dtex/90
- .. — .. — POPs - AP 23,2 dtex/90
- - - - - POPs - D 35 dtex/90

Graf č.12 Závislosť zvukovej pohltivosti na plošnej hmotnosti pre frekvenciu f 3150 Hz



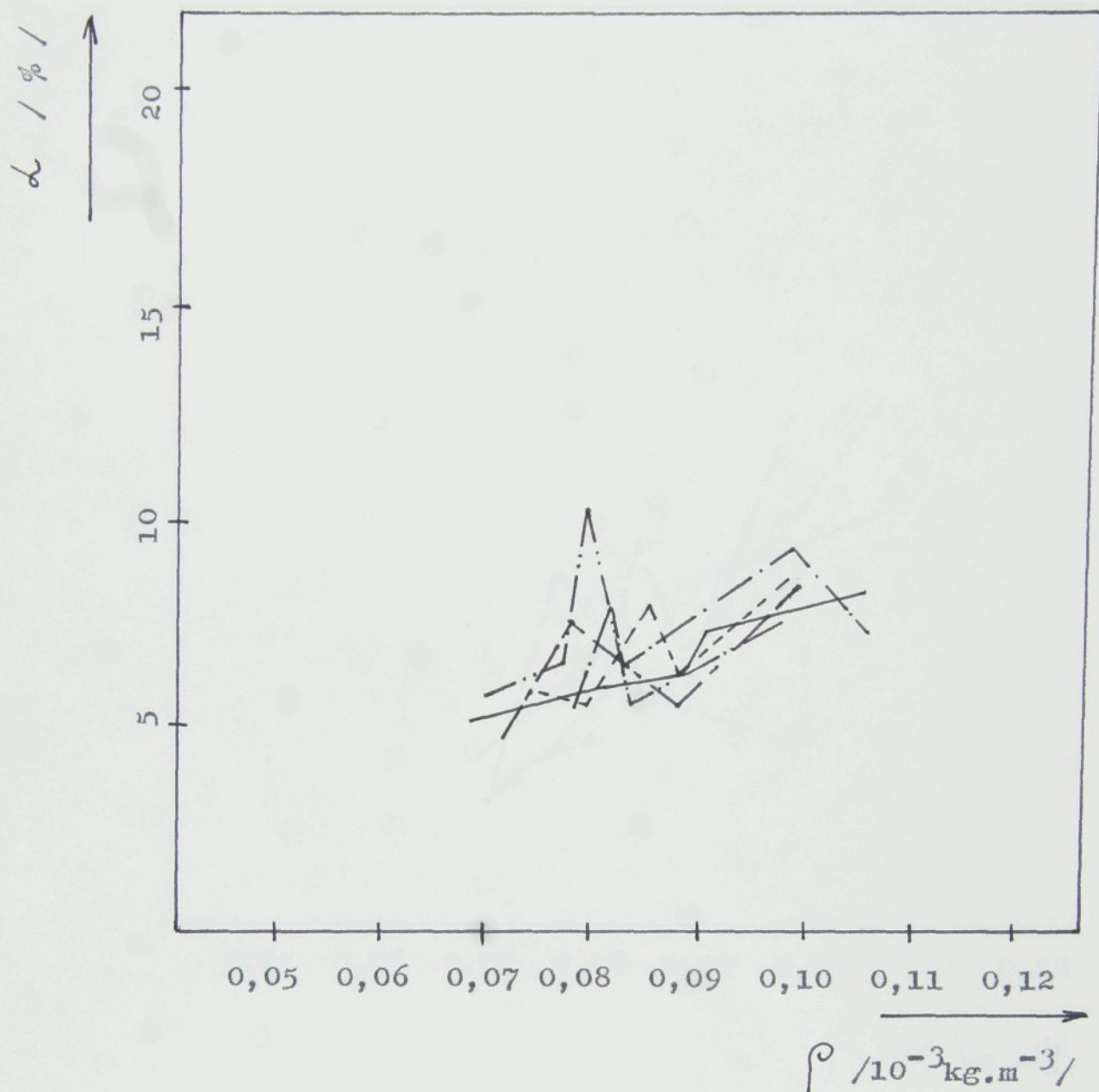
- POPs - 17 dtex/90
- - - - - POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - POPs - AP 18,0 dtex/90
- .. - - - POPs - AP 23,2 dtex/90
- - - - - POPs - D 35 dtex/90

Grat č.13 Závislosť zvukovej pohltivosti na plošnej hmotnosti pre frekvenciu f 4000 Hz



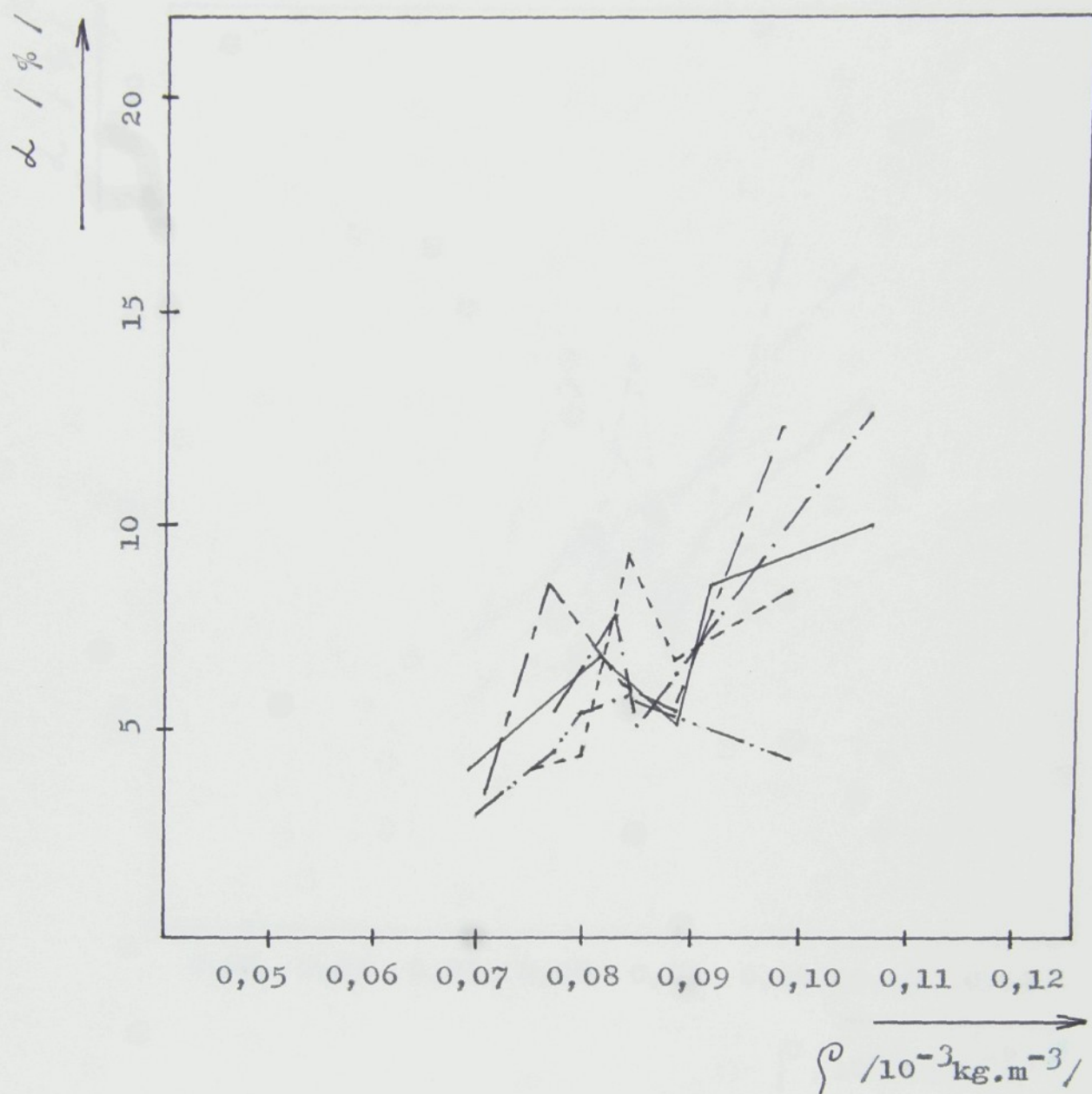
- | | |
|-----------|------------------------|
| ————— | POPs - 17 dtex/90 |
| - - - - - | POPs - AP 15,8 dtex/90 |
| - . - . - | POPs - AP 18,0 dtex/90 |
| - | POPs - AP 23,2 dtex/90 |
| - - - - - | POPs - D 35 dtex/90 |

Graf č.14 Závislost' zvukovej pohltivosti na obje-
movej hmotnosti pre frekvenciu f 500 Hz



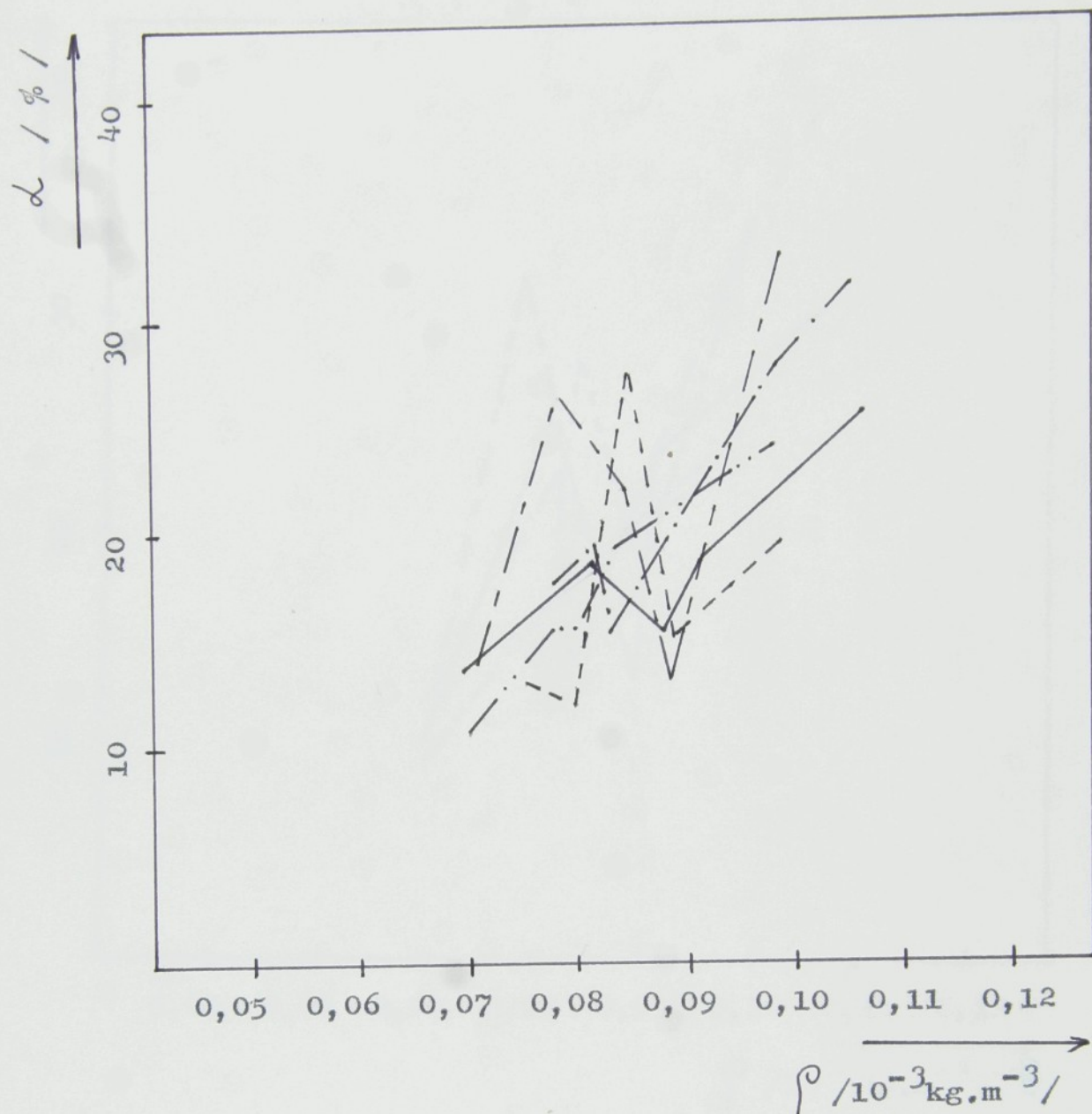
- POPs - 17 dtex/90
- - - - - POPs - AP 15,8 dtex/90
- POPs - AP 18,0 dtex/90
- POPs - AP 23,2 dtex/90
- - - - - POPs - D 35 dtex/90

Graf č.15 Závislost' zvukovej pohltivosti na obje-
movej hmotnosti pre frekvenciu f 1600 Hz



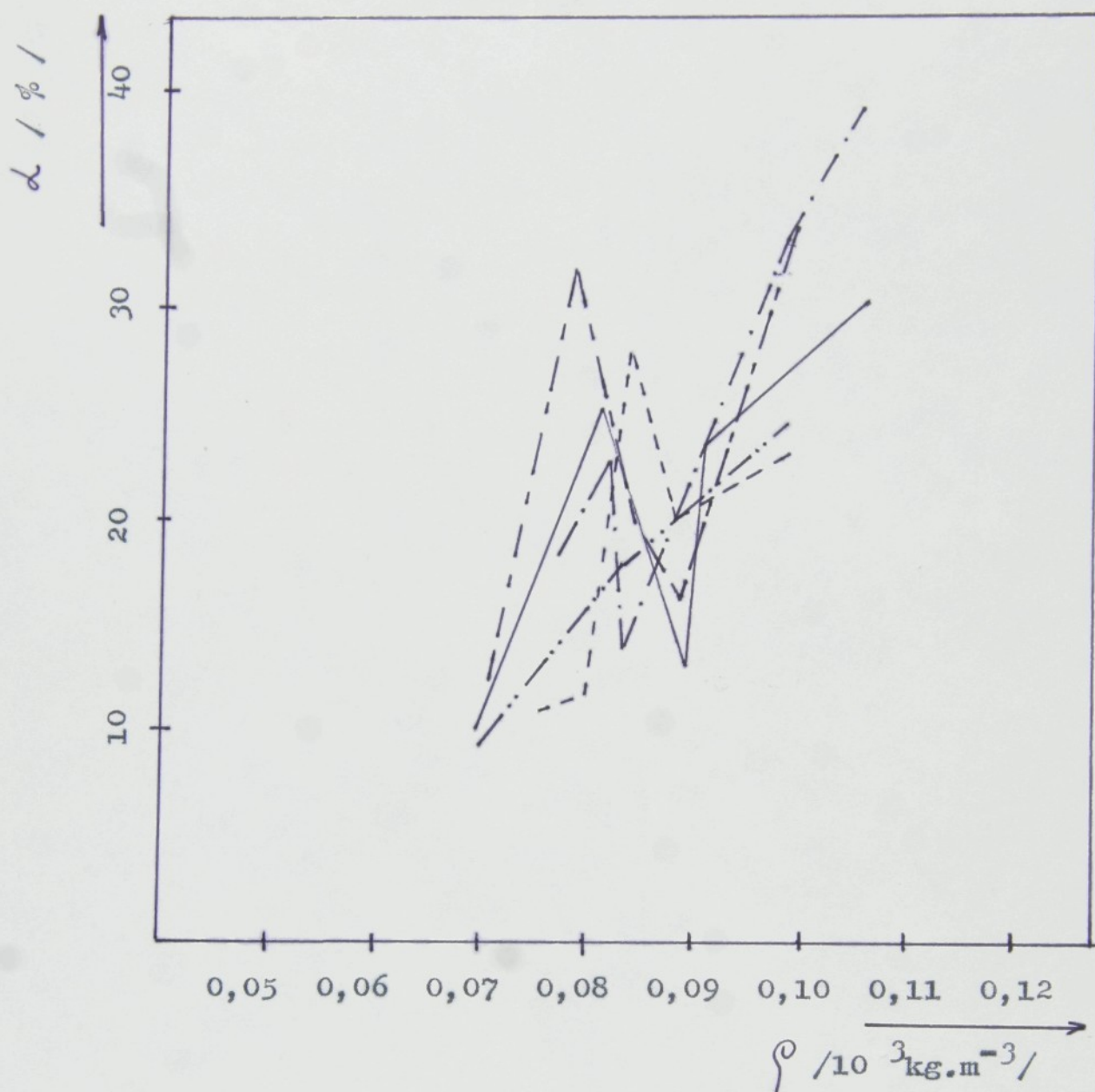
- _____ POPs - 17 dtex/90
- POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - . POPs - AP 18,0 dtex/90
- POPs - AP 23,2 dtex/90
- POPs - D 35 dtex/90

movej hmotnosti pre frekvenciu f 3150 Hz



- _____ POPs - 17 dtex/90
- POPs - AP 15,8 dtex/90
- . - . - . POPs - AP 18,0 dtex/90
- POPs - AP 23,2 dtex/90
- POPs - D 35 dtex/90

Graf č.17 Závislost' zvukovej pohltivosti na obje-
movej hmotnosti pre frekvenciu f 4000 Hz



- | | |
|-----------|------------------------|
| ————— | POPs - 17 dtex/90 |
| - - - - - | POPs - AP 15,8 dtex/90 |
| - . - . - | POPs - AP 18,0 dtex/90 |
| - - - - - | POPs - AP 23,2 dtex/90 |
| - . - . - | POPs - D 35 dtex/90 |