

Posudek disertační práce

Název práce: **Experimentální metoda pro hledání souvislostí mezi prodyšností a strukturální změnou textilie**

Autor: **Ing. Daniela Veselá, KOD FT TU v Liberci**

Oponent: Prof. Ing. Karel Adámek, CSc.

Cíl práce

Cíl je výstižně daný názvem práce, snad bych přehodil hledání souvislostí mezi příčinou (strukturální změnou vlivem přetlaku) a důsledkem (prodyšností při různém přetlaku). Práce má 110 stran textu + 17 stran příloh k doplnění hlavního textu.

Aktuálnost zvoleného tématu

Téma práce je aktuální, mj. o tom svědčí 83 citovaných podkladů, které mají souvislost s problematikou prodyšnosti textilií. Tento velký počet teorií současně svědčí o tom, že řada přístupů k problematice prodyšnosti textilií používá řadu zjednodušení, takže asi dochází k různě ovlivněným výsledkům. Dnes běžná aplikace numerických metod k simulování prodyšnosti velmi komplikovaných textilních vrstev a jejich kombinací potřebuje znát parametry prodyšnosti, které pak lze aplikovat i pro simulování dalších podobných textilních struktur. Tyto parametry lze nejspolehlivěji zjistit právě měřením typických vzorků.

Zvolené metody zpracování a postup řešení

Postup řešení podle zadání je logický a jeho popis je rozčleněný do několika částí.

Po stručném úvodu (I) následuje rozsáhlá rešeršní část (II), zabývající se prouděním tekutin a jeho měřením, přesností měření, strukturou a vlastnostmi textilií a jejich prodyšností. Praktická část (III) popisuje navržený přístroj MPT 01, jeho princip, vývoj, popis a porovnání s jinými přístroji. Dále jsou uvedeny možnosti použití a konkrétní naměřené a vyhodnocené výsledky s doporučením dalšího vývoje.

Velké množství různých teorií, popisovaných v rešerši, různě zjednodušuje složitou realitu, aby se dospělo k nějakým jednoduchým formulacím. „Drátové“ modely ze zcela neprodyšných a hladkých nití byly nějak vyřešeny, ale zanedbaná prodyšnost jednotlivé nitě (obr. 16 na str. 31) má určitě nějaký vliv, stejně tak i chlupatost jejího povrchu nebo výrazná deformace útkových i osnovních nití u hustě dostavených tkanin, jak lze zjistit na mikrofotografii povrchu tkaniny.

Zhodnocení dosažených výsledků

Výsledky, získané navrženým a realizovaným přístrojem, jsou zajímavé a přínosné. Zbývá ještě určit, která ze tří testovaných metod (např. str. 81 obr. 52) je ta správná, resp. jaké jsou příčiny

určitých rozdílů mezi nimi. Kromě měření prodyšnosti při standardním (malém) přetlaku vzduchu, lze měřit prodyšnost i pro větší přetlaky a současně sledovat deformaci vzorku, tedy i pórů v něm a z toho pak vyplývající ovlivnění naměřené hodnoty prodyšnosti.

Význam pro praxi nebo rozvoj vědního oboru

Různé zjednodušené modely, citované v rešeršní části, zřejmě mají různé nedostatky, především „drátové“ modely neprodyšných a hladkých přízí, ke kterým se přidává ještě výrazná deformace osnovních i útkových nití u hustě dostavených tkanin, které jednoduchý geometrický model nemůže postihnout. Tedy zřejmě jediným způsobem, jak zodpovědně stanovit prodyšnost sledovaného vzorku textilie (tj. závislost průtoku vzduchu na působícím rozdílu tlaků) je experiment, pro velké rozdíly tlaků doplněný i o sledování deformace upnuté plochy vzorku, kterou se mění tvar a velikost pórů a tím i hodnota prodyšnosti. Přístroj tak vhodně rozšiřuje rozsah použití standardních přístrojů k měření prodyšnosti.

Pro aplikaci numerických metod k simulování prodyšnosti textilních vrstev a jejich kombinací je třeba měřením typických vzorků zjistit parametry prodyšnosti, které pak lze aplikovat i pro další podobné textilní struktury. Tyto parametry, zjištěné měřením, jsou komplexní, obsahují v sobě všechny makro- i mikrovlivy, které působí na hodnotu prodyšnosti – vazba textilie a její deformace, prodyšnost jednotlivé nitě, její chlupatost apod.

Publikační aktivita disertantky

Je uvedeno 7 publikací autorky, týkajících se tématu disertační práce, částečně ve spolupráci s dalšími spoluautory. Byly zveřejňovány průběžně podle postupu prací na disertaci. Pro rešeršní část je uvedeno 83 citovaných podkladů, opět s návazností na problematiku prodyšnosti textilií.

Formální úprava a jazyková úroveň

Práce má dobrou formální úroveň, je přehledně a logicky členěná podle průběhu postupu řešení a končí přehledem dosažených závěrů. Použitá vyobrazení jsou přehledná a přispívají ke srozumitelnosti celé práce. Data z měření jsou uvedena v přílohách, takže hlavní text zůstává přehledný.

Dotazy k disertační práci

Str. 39 – Prostup vzduchu se uvažuje pouze mezi nitěmi, ne vnitřkem nitě – potvrzeno prý už r. 1950 (Robertson), tedy že model „drátěné košile“ bude správný pro reálnou textilií. Myslím, že to je dost zásadní zjednodušení.

Str. 44-47 - V rešeršní části se izolovaně sledují různé modely prodyšnosti, kdy průtokový odpor proti průtoku vzduchu je úměrný první mocnině rychlosti (str. 18, odst. 1.4 - Darcy, typicky laminární prosakování pevným tělesem s drobnými póry) nebo druhé mocnině rychlosti (str. 17, odst. 1.3 - Moody, Weissbach, typicky průtok otvorem nebo obtékání tělesa). Ve skutečné textilií se vyskytuje určitá kombinace obou těchto vlivů $\Delta p = f(w, w^2)$, jak potvrzuje proložení kvadratické závislosti naměřenými hodnotami. Totéž potvrzuje i disertace Havrdová, kde je použito proložení mocninnou funkcí $\Delta p = f(w^x)$, pro kterou vychází exponent 1,45 (tedy mezi 1 a 2). Protože zjištěná kvadratická závislost vychází z experimentálních dat, obsahuje v sobě všechny vlastnosti hodnocené textilie (vazba, její deformace, prodyšnost a chlupatost jediné nitě

atd.). Lze z ní odvodit dva spolehlivé parametry prodyšnosti, se kterými pak pracuje simulační model průtoku prodyšnou vrstvou.

Str. 81, obr. 52 – porovnání výsledků získaných novým přístrojem a jinými přístroji – který je ten objektivně správný?

Str. 84 – výsledky dynamického měření potvrzují očekávanou hysterezi hodnot prodyšnosti při zatěžování a odlehčování.

Str. 85, obr. 57 – kde by se uplatnil tento naznačený způsob dynamického zatěžování?

Závěrečné hodnocení

Konstatuji, že cíle, zadané pro vypracování této disertační práce byly splněny, předložená práce také splňuje formální požadavky, kladené na disertační práci. Proto ji

doporučuji k obhajobě

a po úspěšné obhajobě doporučuji udělení titulu PhD.

V Liberci, dne 1.6.2016



Prof. Ing. Karel Adámek, CSc.

O p o n e n t n í p o s u d e k

disertační práce Ing. Daniely Veselé:

Experimentální metoda pro hledání souvislostí mezi prodyšností a strukturální změnou textilie

Předložená disertační práce obsahuje 96 stránek textu včetně 65 obrázků, 4 tabulek a 11 příloh. Je rozdělena do čtyř částí a je zaměřena na problematiku měření prodyšnosti plošných textilií. Cílem práce je vývoj nového přístroje pro měření nejen statické, ale též dynamické prodyšnosti, a popis souvislostí mezi prodyšností a strukturální změnou textilie v průběhu měření.

V úvodní části autorka stručně vysvětluje pojem prodyšnosti textilií a uvádí důvody, které vedou k nutnosti měření této vlastnosti. Podává krátce nástin problematiky takového měření a využití poznatků získaných měřením.

Druhá, rešeršní část, je rozdělena celkem do čtyř kapitol s následným dělením do dalších podkapitol. První kapitola je věnována proudění tekutin a jeho měření. Zabývá se jednak základy proudění, typy proudění, obtékáním těles a průtokem porézním médiem, jednak měřením průtoku s výčtem měřicích metod a přístrojů sloužících k tomuto účelu. Ve druhé kapitole se doktorandka věnuje přesnosti měření. Zabývá se chybami měření, přesnosti přístrojů a nejistotami měření. Ve třetí kapitole popisuje strukturu vláken, nití a plošných textilií, a zabývá se zaplněním textilních útvarů a porozitou a jejím modelováním. V poslední, čtvrté kapitole rešeršní části je uvedena definice prodyšnosti textilie a způsoby jejího měření.

Stěžejní část disertační práce lze spatřovat ve třetí, praktické části. V této části jsou znovu stanoveny cíle práce a postupy k jejich zajištění. V následující kapitole je popsáno doktorandkou vyvinuté zařízení MPT 01 k měření prodyšnosti textilií. Je popsán princip včetně blokového schématu hardwarové části, nastíněn jeho vývoje a uveden jeho podrobný popis. Dále je uvedeno sledování struktury textilie během měření jednak pomocí kamery, jednak měřením vydutí vzorku laserovým snímačem. Závěr kapitoly je věnován rozsahu měřicího zařízení MPT 01, přesnosti měření a porovnání měření na tomto zařízení se standardy. V šesté kapitole jsou popsány možnosti využití funkcí zařízení MPT 01, a to pro plynulé měření prodyšnosti, při hledání souvislostí prodyšnosti a změny struktury, a k využití k experimentálním typům měření. Sedmá kapitola se zabývá vlivem struktury textilie na její chování při měření prodyšnosti. Pozornost je věnována charakteristice použitých materiálů, hledání souvislostí mezi vydutím textilie a prodyšností a přírůstkem plochy vzorku vlivem vydutí, a jsou shrnuty poznatky z proměřené sady vzorků. Osmá kapitola shrnuje dosažené výsledky s přístrojem MPT 01 a činí doporučení pro další vývoj tohoto zařízení.

Závěrečná část pak na základě dosažených výsledků hodnotí přínos předložené disertační práce a uvádí jejich využitelnost v praxi.

Na konci disertační práce je seznam literatury, celkem 83 titulů, z kterých autorka při své práci čerpala poznatky, a je uvedeno sedm vlastních publikací souvisejících s tématem práce. Je uveden i podrobný seznam zkratk a symbolů.

Z předložené disertační práce lze usuzovat, že se doktorandka problematice hledání souvislostí mezi prodyšností a strukturálními změnami textilií zabývá dlouhou dobu a je s touto problematikou dobře seznámena. Vlastní práce má, dle mého soudu, dobrou vědeckou úroveň. Za přínos předložené práce v oblasti měření lze považovat návrh a konstrukci vlastního měřicího zařízení, které umožňuje širší zkoumání uvedené problematiky a získává tak nové poznatky a tím zpřesňuje a rozšiřuje stávající znalosti.

Z formálního hlediska je práce na vysoké úrovni. Je dobře členěna, takže se v ní čtenář dobře orientuje. K objasnění problematiky obsahuje velké množství kvalitních obrázků a grafů jak v textu, tak v příloze, vlastní text je srozumitelný a dobře se čte. Nepatrný počet překlepů a nepřesností není podstatný a nijak nesnižuje kvalitu práce.

K obsahové stránce práce mám ale některé připomínky, dotazy a doporučení:

1. Rešeršní část se mi zdá být zbytečně obsáhlá, neboť zaujímá víc než polovinu práce. Jedná se např. o popis snímačů tlaku, který je možno snadno získat z dostupné literatury. Přitom většina těchto snímačů nebyla v další části práce ani použita. Naopak chybí alespoň krátká stať o optických snímačích, použitých pro měření vydatí vzorku textilie.
2. V kapitole 1.5. na str.19 je uveden vztah pro objemový a hmotnostní průtok, ve kterém figuruje symbol $\bar{v}$. Tento symbol je označen jako průměrná rychlost, což může být zavádějící. V literatuře je veden jako střední rychlost proudění. Jaký je tedy skutečný, konkrétní, význam tohoto symbolu? Jakou bude mít velikost u laminárního proudění v potrubí kruhového průřezu?
3. Na str. 16 je uveden Hagen-Poiseuillův vztah pro objemový průtok. Tento průtok je zásadně funkcí rozdílu tlaků, který se měří, nikoli průměru potrubí a jeho délky, které jsou pouze parametry.
4. V části práce, zabývající se chybami, chybí zmínka o jedné z podstatných chyb, a to o kvantizační chybě. Jak tato chyba vzniká, na čem je závislá a jak je velká?
5. Vzhledem k tomu, že jedním z cílů práce je návrh a konstrukce přístroje MPT 01 a jeho řídicí program - firmware, vytvořený ve vývojovém prostředí LabView, je nedostatkem předložené práce absence blokového diagramu tohoto software, nebo by měl být alespoň uveden vývojový diagram.
6. Domnívám se, že by bylo vhodné uvažovat o náhradě počítačové měřicí karty NI 6034E měřicím modulem, který komunikuje s PC prostřednictvím USB rozhraní, a umožňuje tak použít k řízení a sběru dat z přístroje MPT 01 i notebook.

I přes uvedené připomínky je nutno ocenit úsilí, které doktorandka řešení problému věnovala a výsledky práce hodnotit za pozitivní.

Na závěr je možno konstatovat, že předložená disertační práce je bezesporu odborným přínosem v oblasti experimentálních metod hledajících souvislosti mezi prodyšností a strukturálními změnami textilií, a lze ji tedy doporučit k obhajobě.

V Liberci dne 14.6.2016



Doc. Ing. et Ing. Miroslav Svoboda