



Posudek diplomové práce: Výroba a testování vláknenných vrstev ze směsí elektricky zvlákněných materiálů

Autor práce: Bc. Jiří Oberreiter

Vedoucí práce: doc. Ing. Eva Kuželová Košťáková, Ph.D.

Studijní program: N3106 - Textilní inženýrství

Studijní obor: 3106T018 - Netkané nanovláknenné materiály

Školící pracoviště: Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

K práci souhrnně. Předložená diplomová práce se zabývá návrhem materiálových a procesních parametrů jehlového a bezjehlového elektrického zvláknování směsi dvou polymerních materiálů. Na základě tohoto návrhu jsou pak připravovány směsové vláknenné vrstvy nebo vrstvy ze základních polymerů, které jsou dále charakterizovány pomocí obrazové analýzy a testů smáčivosti. Na připravených materiálech je provedeno biologické testování v podmínkách *in vitro*. Výsledkem práce je zhodnocení postupu přípravy a samotných materiálů z pohledu jejich možného využití ve zdravotnictví.

K formě, obsahu a zpracování práce. Práce má 91 stran členěných do sedmi kapitol s jednou tištěnou přílohou. Z formálního hlediska práci chybí seznam tabulek a obrázků. **V teoretické části** autor popisuje technologie, materiály a metody, které v práci používá. Vhodně jsou zde také zařazeny kapitoly o vybraných procesních a materiálových parametrech, které ovlivňují proces zvláknování. **Tato část je napsána přehledně a bez zbytečných odboček.** Přesto bych ji vytkl některé drobné nedostatky. Na některých místech se zbytečně opakuje například vysvětlení vlivu viskozity a molekulové hmotnosti roztoků (v kapitolách 2.4 a 2.5), dále pak například na str. 35 (mísení polymerů), některé části (např. v kapitole 2.6) jdou do nadbytečných detailů jako konkrétní nastavení vzdáleností a rychlostí otáček. Členění některých podkapitol by mělo být přehlednější (např. 2.5.2.1 Porézní vlákna, 2.5.2.2 Biokomponentní vlákna, 2.5.2.3 Nitě a hybridní nitě spadají pod kapitolu 2.5.2 Orientace vláken). V kapitole o vybraných metodách (zaměřeno na metody v práci použité) používaných pro hodnocení směsových vrstev, působí podkapitola o gelové chromatografii nadbytečným dojmem.

Experimentální část obsahuje informace o použitých materiálech, přípravě vrstev a jejich charakterizaci a testování. Tato část je obsáhlá, detailně popisuje průběh experimentu a **svědčí o rozsáhlé samostatné víceoborové práci autora.** Přesto bych se pozastavil nad několika jejími částmi. Část popisující použité materiály a metody není vhodně zpracovaná. Především zde jsou nepřehledně popsány vyráběné materiály a způsob jejich charakterizace. Tato část by měla být přesnější a lépe členěná. Chybí zde také například zdroj použitých 3T3 buněk, typ a výrobce použitého kultivačního plastu, zdroj a výrobce celé řady chemikálií (DAPI, DMEM, IPA, PBS, BSA, Triton atd.), chybí také označení nebo výrobce většiny použitých zařízení (centrifuga, lineární pumpy apod.). To jsou ve vědeckých pracích standardně uváděné a nutné údaje. V práci není popsán způsob, jakým autor hodnotil vliv kombinace procesních parametrů (průměr jehel, rychlost otáčení kolektoru, velikost napětí) na průběh elektrického zvláknování při jejich nastavování. U jednotlivých analýz není také především zcela jasné, kolik bylo pro každý typ materiálu a testu použito vzorků. Chaotický je popis metodiky *in vitro* testů. Na řadě míst práce se v jednotlivých kapitolách opakují některé informace, někdy i na jedné straně po sobě a doslova, např. 2x na str. 48 „Tento roztok byl použit především z ekonomického hlediska, jelikož tento polymer je výrazně levnější než například PCL.“ Jednotlivé podkapitoly v části popisujících použité metody a v části s výsledky by měly být řazeny ve stejném pořadí v obou těchto částech a měly by ideálně mít stejné slovní označení, což by přispělo ke zpřehlednění textu. Dále není jasné, zda byly sterilizovány všechny vzorky nebo jen vzorky pro *in vitro* biologické testování. Použitý typ sterilizace může ovlivnit morfologii a další vlastnosti vrstev, veškeré analýzy by tedy měly být prováděny až na materiálu, který prošel všemi kroky přípravy, a to včetně sterilizace, protože nesterilní vrstvy se v konečné aplikaci používat nebudou. **V metodice zcela chybí kapitola o statistickém zpracování dat, je zde pouze zmínka u obrazové analýzy.**

V části s výsledky autor uceleně prezentuje všechna data získaná z obrazové analýzy, biologického hodnocení a měření kontaktního úhlu. Co zde chybí je výše uvedené statistické zpracování získaných dat. V textu se několikrát opakuje, že výsledky byly statisticky zpracovány, přestože se autor omezil pouze na stanovení výběrových charakteristik polohy a rozptýlení. Pouze v případě intervalu spolehlivosti (pouze Graf 1) bychom mohli střední hodnoty mezi sebou porovnávat (pravděpodobně na hladině spolehlivosti 95%), jinde tato možnost ale není, neboť není jasné, jak jsou střední hodnoty vypočteny a proč, co značí chybové úsečky, jak velké byly soubory dat. Absence těchto údajů a chybějící následné statistické hodnocení je bohužel zásadní pochybení zejména z pohledu snahy o zobecnění výsledků.

V části diskuse autor výsledky pouze shrnuje a nediskutuje je s výsledky z obdobných studií z odborné literatury. To je škoda, protože tím práce trochu ztrácí. Výsledky jsou částečně diskutovány v předchozí kapitole, ale neopírají se o literární zdroje a jsou tedy spíše domněnkami nebo předpoklady (průměry vláken ovlivněné fázovou separací roztoku, defekty pozorované u vláken většího průměru vlastně nejsou pro použití ve zdravotnictví podstatné, apod.) **Závěr** je věnovaný shrnutí celé práce a dokládá, že její **zadání bylo splněno**.

Následuje **seznam použité literatury a obrazová příloha**. Literární zdroje jsou obsáhlé, množstvím odpovídající závěrečné magisterské práci. Jejich část ale není, dle mého soudu, vhodně volena, například firemní prezentace nebo stránky s online převody jednotek a zdroj typu Wikipedie. V posledním případě není obsahově odkaz na kompozitní materiály (zde klasické kompozity kombinující výztuž a pojivo) vhodně zvolený, nevysvětlující možný synergický efekt například z pohledu problematiky spojení dvou vláknenných složek nebo jejich rozhraní. Souhrnem by si reference zasloužily větší porci odborné aktuální literatury, zejména pak pro diskusi dosažených výsledků. Zdroje obrázků by v práci měly být citované pomocí stejných zvyklostí jako literární zdroje.

Autor předkládá k obhajobě rozsáhlou práci, které jistě věnoval velké úsilí i čas. Práce je zpracována uceleně a na dobré úrovni. S ohledem na zamýšlené aplikace směsových vrstev ve zdravotnictví je experimentální část zaměřena nejen na optimalizaci přípravy a s ní související charakterizaci vnitřní struktury, ale také na biologické hodnocení v podmínkách *in vitro*. To dokládá rozsáhlou samostatnou víceoborovou práci autora. Práce má ale bohužel také své nedostatky, vinou kterých nelze výsledky vhodně interpretovat. I přesto práce splňuje úroveň a nároky na diplomovou magisterskou práci, v níž má diplomant prokázat, že umí aplikovat poznatky získané vysokoškolským studiem. Závěrem konstatuji, že práci navrhuji po zodpovězení níže uvedených otázek a po úspěšné obhajobě klasifikovat stupněm *Velmi dobře*.

Otázky k obhajobě

Elektrické zvlákňování je ovlivněno celou řadou parametrů, mezi ně patří také molekulová hmotnost polymeru a koncentrace roztoku, jak správně uvádíte na několika místech své práce. Jaký je racionální důvod, použít pro nastavení procesních parametrů zvlákňování PCL roztok PVB, když mají oba roztoky jinou koncentraci a jinou molekulovou hmotnost? V práci to odůvodňujete ekonomickým hlediskem, což je pochopitelné, ale logické by bylo použít jako zkušební roztok takový, který má alespoň podobné vlastnosti jako PCL, neboť jak sám poukazujete, oba tyto rozdílné parametry proces zvlákňování zásadně ovlivní. A to i procesní parametry, jako volbu průměrů jehel, dávkování a velikost napětí (kapitola 3.2.1, str. 47-48). Na základě použití PVB pak dále optimalizujete parametry pro zvlákňování PCL, přestože jsou mezi nimi zjevné rozdíly.

Byly všechny analýzy prováděny na sterilizovaných vzorcích? Pokud ne, ověřoval jste, zda použitý způsob sterilizace neovlivní strukturní vlastnosti připravených vrstev?

Co znamená „vytipování vhodného místa“ (kap. 3.3.3, str. 61) z celkové plochy vzorku pro obrazovou analýzu?

V Praze 16. 5. 2019
Ing. Tomáš Suchý, Ph.D.

V části s výsledky autor uceleně prezentuje všechna data získaná z obrazové analýzy, biologického hodnocení a měření kontaktního úhlu. Co zde chybí je výše uvedené statistické zpracování získaných dat. V textu se několikrát opakuje, že výsledky byly statisticky zpracovány, přestože se autor omezil pouze na stanovení výběrových charakteristik polohy a rozptýlení. Pouze v případě intervalu spolehlivosti (pouze Graf 1) bychom mohli střední hodnoty mezi sebou porovnávat (pravděpodobně na hladině spolehlivosti 95%), jinde tato možnost ale není, neboť není jasné, jak jsou střední hodnoty vypočteny a proč, co značí chybové úsečky, jak velké byly soubory dat. Absence těchto údajů a chybějící následné statistické hodnocení je bohužel zásadní pochybení zejména z pohledu snahy o zobecnění výsledků.

V části diskuse autor výsledky pouze shrnuje a nediskutuje je s výsledky z obdobných studií z odborné literatury. To je škoda, protože tím práce trochu ztrácí. Výsledky jsou částečně diskutovány v předchozí kapitole, ale neopírají se o literární zdroje a jsou tedy spíše domněnkami nebo předpoklady (průměry vláken ovlivněné fázovou separací roztoku, defekty pozorované u vláken většího průměru vlastně nejsou pro použití ve zdravotnictví podstatné, apod.) **Závěr** je věnovaný shrnutí celé práce a dokládá, že její **zadání bylo splněno**.

Následuje **seznam použité literatury a obrazová příloha**. Literární zdroje jsou obsáhlé, množstvím odpovídající závěrečné magisterské práci. Jejich část ale není, dle mého soudu, vhodně volena, například firemní prezentace nebo stránky s online převody jednotek a zdroj typu Wikipedie. V posledním případě není obsahově odkaz na kompozitní materiály (zde klasické kompozity kombinující výztuž a pojivo) vhodně zvolený, nevysvětluje možný synergický efekt například z pohledu problematiky spojení dvou vláknenných složek nebo jejich rozhraní. Souhrnem by si reference zasloužily větší porci odborné aktuální literatury, zejména pak pro diskusi dosažených výsledků. Zdroje obrázků by v práci měly být citované pomocí stejných zvyklostí jako literární zdroje.

Autor předkládá k obhajobě rozsáhlou práci, které jistě věnoval velké úsilí i čas. Práce je zpracována uceleně a na dobré úrovni. S ohledem na zamýšlené aplikace směsových vrstev ve zdravotnictví je experimentální část zaměřena nejen na optimalizaci přípravy a s ní související charakterizaci vnitřní struktury, ale také na biologické hodnocení v podmínkách *in vitro*. To dokládá rozsáhlou samostatnou víceoborovou práci autora. Práce má ale bohužel také své nedostatky, vinou kterých nelze výsledky vhodně interpretovat. I přesto práce splňuje úroveň a nároky na diplomovou magisterskou práci, v níž má diplomant prokázat, že umí aplikovat poznatky získané vysokoškolským studiem. Závěrem konstatuji, že práci navrhuji po zodpovězení níže uvedených otázek a po úspěšné obhajobě klasifikovat stupněm *Velmi dobře*.

Otázky k obhajobě

Elektrické zvlákňování je ovlivněno celou řadou parametrů, mezi ně patří také molekulová hmotnost polymeru a koncentrace roztoku, jak správně uvádíte na několika místech své práce. Jaký je racionální důvod, použít pro nastavení procesních parametrů zvlákňování PCL roztok PVB, když mají oba roztoky jinou koncentraci a jinou molekulovou hmotnost? V práci to odůvodňujete ekonomickým hlediskem, což je pochopitelné, ale logické by bylo použít jako zkušební roztok takový, který má alespoň podobné vlastnosti jako PCL, neboť jak sám poukazujete, oba tyto rozdílné parametry proces zvlákňování zásadně ovlivní. A to i procesní parametry, jako volbu průměrů jehel, dávkování a velikost napětí (kapitola 3.2.1, str. 47-48). Na základě použití PVB pak dále optimalizujete parametry pro zvlákňování PCL, přestože jsou mezi nimi zjevné rozdíly.

Byly všechny analýzy prováděny na sterilizovaných vzorcích? Pokud ne, ověřoval jste, zda použitý způsob sterilizace neovlivní strukturní vlastnosti připravených vrstev?

Co znamená „vytipování vhodného místa“ (kap. 3.3.3, str. 61) z celkové plochy vzorku pro obrazovou analýzu?



V Praze 16. 5. 2019
Ing. Tomáš Suchý, Ph.D.