

Oponentský posudek na disertační práci Ing. Radka Jirkovce

Název práce: Studium smáčení vláknenných struktur pomocí biokompatibilních hydrogelů

Studijní obor: Textilní technika a materiálové inženýrství

Školitel: Ing. Jiří Chvojka, Ph.D.

Předkládaná disertační práce se zabývá analýzou smáčení vláknenných útvarů pomocí biokompatibilních hydrogelů. Hlavním cílem disertační práce je, dle jejího autora: „...zjišťování vlastností vláknenných vrstev a hydrogelů a ze získaných poznatků vytvořit scaffold, obsahující nanovláknennou vrstvu a biokompatibilní hydrogel“ – viz str. 1 předkládané práce. Převážná část experimentální části disertace se zaměřuje zejména na první část tohoto cíle, tedy na (i) výrobu a charakterizaci hydrogelů (str. 22 až 28) a (ii) výrobu a charakterizaci vláknenných vrstev (str. 28 až 74). Vytvoření samotné podpůrné struktury pro růst buněk je stručně popsáno jen na str. 74 a 75. I přes tento nepoměr v definovaných cílech disertační práce ji shledávám jako přínosnou pro obor tkáňového inženýrství, kde může provedený výzkum zefektivnit přípravu podpůrných struktur pro růst buněk. V tomto ohledu jsou dosažené výsledky disertace bezesporu žádoucí a přínosné.

Disertační práce má standardní členění a je rozdělena do sedmi kapitol. Samotné cíle práce jsou definovány a stanoveny již v *Úvodu* (1. kapitola). Následuje *Teoretická část práce* (2. kapitola), která shrnuje současný stav poznání v daném oboru a seznamuje čtenáře se základními pojmy důležitými pro pochopení provedených experimentů. Zde kvituji s povděkem pestrost citované literatury, systematičnost textu a celkově jeho velmi dobrou čtivost. Za mírně nestandardní považuji zvolený způsob začlenění citací do textu. Citace nejsou součástí vět, ale jsou umístěny mezi nimi, za tečkou/odstavcem. Toto čtenáři znemožňuje orientovat se v tom, jaké myšlenky či fakta jsou citována a co může být považováno za původní myšlenky autora disertace. S ohledem na to, že disertant prokázal schopnost publikovat v mezinárodních časopisech, měl by si být vědom toho, že tento způsob citací nepatří ve vědecké komunitě mezi standardní.

Předkládaný text navazuje *Experimentální částí práce* (3. kapitola), ve které jsou popsány provedené experimenty. V její první části (kapitola 3.1 *Příprava a charakterizace hydrogelů*) navazuje autor na teoretickou část práce a popisuje přípravu a charakterizaci hydrogelů ze želatiny, agaru, agarózy a kyseliny hyaluronové. U jednotlivých vyrobených hydrogelů bylo měřeno povrchové napětí v závislosti na teplotě, které je graficky vyneseno v jednotlivých grafech. Získané povrchové napětí posloužilo jako podklad pro výpočet teoretického kontaktního úhlu na vláknenných vrstvách. Text pokračuje popisem výroby a charakterizací vyráběných vláknenných vrstev. Po zdařilém a čtivém začátku autor přechází v rutinní popis dosažených výsledků, které vždy prezentuje pomocí stejného „scénáře“, kdy je graf zobrazující naměřené kontaktní úhly vždy následován grafickou závislostí hodnot povrchové energie vláknenných vrstev. Věřím, že toto stránkově rozsáhlé jádro disertace mohlo být pojato lepším způsobem. Některé výsledky mohly být shrnuty např. formou srovnávacích grafů nebo tabulek, které by umožňovaly přehledné a rychlé porovnání jednotlivých výsledků. V tomto ohledu je třeba doplnit, že disertace obsahuje nadprůměrně velký počet obrázků (celkem 72). Navíc, za převážnou většinou grafů umístěných v polovině nebo za polovinou stránky následují rozsáhlá prázdná místa na mnoha a mnoha stránkách disertace. Obrázky bylo možno vkládat za sebe na jednu stránku a efektivněji tak využívat místo. Opět, u autora, který prokázal schopnost publikovat v mezinárodních časopisech, bych očekával lepší zkušenosti s formátováním textu.

Vláknenné struktury jsou v rámci experimentální části práce vyráběny dvěma způsoby, pomocí: (i) již zavedené technologie zvlákňování využitím stejnosměrného elektrického pole a (ii) zvlákňováním ve střídavém elektrickém poli. S ohledem na to, že byly v průběhu experimentů zjištěny podstatné rozdíly v hydrofobicitě/hydrofilitě vyrobených vrstev zvlákňovaných stejnosměrným a střídavým napětím, autor se systematickým způsobem věnoval hledání příčin a objasňování těchto rozdílů. Tato část provedených výzkumných činností patří bezesporu k nosným částem disertační práce a velmi

dobře prokazuje zainteresovanost a také samostatnost autora při překonávání podobných překážek, které ve výzkumu mohou nastat. Ve své závěrečné části se experimentální část disertace věnuje úpravě materiálových a procesních podmínek pro získání smáčivého a zároveň objemného vlákného materiálu.

Stručná diskuze a shrnutí dosažených výsledků je obsahem čtvrté kapitoly (*Diskuze*). Zde se čtenář seznamuje s velmi zajímavými hypotézami dávajícími do vzájemné souvislosti (i) měřené rozdíly v hydrofobicitě/hydrofilitě vyrobených vrstev na straně jedné a (ii) vliv elektrického pole na polarizaci makromolekul ve vnějším elektrickém poli na straně druhé. Je velká škoda, že nejsou tyto myšlenky více rozpracovány. Nicméně, chápu, že se jedná o silně interdisciplinární problém, který vyžaduje podrobné znalosti z teorie elektrického pole, ztrátových a bezetrátových polarizačních mechanismů, a také způsobů charakterizace těchto vlivů. Shrnutí přínosů disertační práce je provedeno v kapitole *Závěr* (5. kapitola), následované seznamem použité literatury (6. kapitola) a přehledem publikací autora se vztahem ke studované problematice (7. kapitola).

Z formálního hlediska trpí některé části předloženého textu určitou úspěchaností. Grafická úroveň obrázků je, až na některé výjimky (Obr. 4, str. 8; Obr. 45, str. 53), dostatečná. Místy text obsahuje překlepy, na které musel upozorňovat již textový editor, ve kterém byla disertační práce psána. Mohu jmenovat například zkomolená slova: „žřetelné“ místo „zřetelné“ (viz str. 62), „funckí“ místo „funkcí“ (viz str. 79). Autor se nevyhnul ani hrubým chybám, např. vrstvy měli (viz str. 20). Kapitoly 3.9 a 3.10 jsou rozděleny pouze do jedné podkapitoly, což není logické. V práci se vyskytují pojmy, které mají českou alternativu, přesto jsou autorem používány v neustálené počestně podobě (např. „drug delivery systémy“). Na obrázku 1, str. 3, si autor pravděpodobně plete slova „charakterizace“ a „klasifikace“. Věřím, že obrázek má uvádět způsoby rozdělení (klasifikaci) hydrogelů. Také v kapitole 3.6.3 pravděpodobně neprovádí „charakteristiku elementárních částic“, ale analýzu obsahu/přítomnosti elementárních prvků. V případě SEM nemluvíme o „urychleném napětí“, ale o urychlovacím napětí, které urychluje elektrony (viz str. 30).

K disertační práci mám tyto další formální připomínky:

- 1) Není mi známa doporučená formální úprava pro dizertační práce na TUL, ale počátek číslování stránek až od Úvodu práce (stránka č. 1) považuji přinejmenším za neobvyklé. Tímto způsobem, vlastně, z formálního hlediska, práce neobsahuje úvodních 13 stránek (anotace, seznam symbolů, obrázků, prohlášení autora atd.).
- 2) Rovnice č. 1, str. 10: v této rovnici používá autor pro symbol součinu hvězdičku (*). Myslím tím nějaký vektorový součin, či něco jiného? Pokud se jedná o běžný skalární součin, tak ten by měl být vždy značen prostou tečkou vertikálně vystředěnou na řádku (·).
- 3) Obrázek 9, str. 12: obrázek obsahuje neúplnou legendu. Proč?
- 4) Obrázek 32, str. 39: Při takto zvoleném měřítku obrázku se opravdu nedá vyvozovat žádný závěr.
- 5) Str. 45: špatný zápis jednotek 20kN. V českém jazyce rozlišujeme mezi 20 kN (dvacet kilonewton = veličina spojená s podstatným jménem) a 20kN (dvacetikilonewtonový = jednoslovné pojmenování, které je přídavným jménem).
- 6) Obr. 48, str. 56: tento, ale i některé jiné obrázky jsou uvedeny zbytečně; nicméně, zde je to asi nejzřetelnější. S ohledem na to, že v předchozí větě jsou tyto dvě hodnoty včetně směrodatných odchylek uvedeny, není vůbec třeba vynášet je ještě graficky.
- 7) Str. 91 a 92: Citace článku v časopise *ACS Omega* neobsahuje rok uveřejnění. Seznam aplikovaných výstupů je uveden již zcela ledabyle – není z něj zřejmé, o jaký typ aplikovaného výstupu se jedná, kdo jej vydal atd.

Tyto i další, výše nezmíněné, drobné prohřešky bohužel snižují formální úroveň práce.

K práci mám také několik věcných připomínek/dotazů:

- 1) V každé vědecké práci by měly být popsány experimenty takovým způsobem a do takového detailu, aby bylo možno je opakovat. Technický popis experimentů v předložené disertační práci je poměrně minimalistický. Asi nejvíce chybí údaj o četnosti provedených experimentů (měření). Pokud grafy obsahují směrodatné odchylky, měl by čtenář vědět, z kolika naměřených hodnot a jakým způsobem byly vypočítány. Pro tyto doplňující údaje se často používají přílohy tak, aby neodváděly pozornost čtenáře a nesnižovaly plynulost textu.
- 2) Str. 22: autor uvádí, že cílem je: „...získání smáčivého objemného **nanovláknenného materiálu**“. Existuje více definic toho, co lze považovat za nanovláknennou strukturu/materiál, např.: (1) „*Nanomateriálem se rozumí přírodní materiál, materiál vzniklý jako vedlejší produkt nebo materiál vyrobený obsahující částice v nesloučeném stavu nebo jako agregát či aglomerát, ve kterém je u 50 % nebo více částic ve velikostním rozdělení jeden nebo více vnějších rozměrů v rozmezí velikosti 1 nm – 100 nm.*“ (viz Úřední věstník Evropské unie – doporučení Komise ze dne 18. října 2011 o definici nanomateriálu), (2) „*Nanověda je studium hmoty na atomové a molekulární úrovni (obvykle od 0,1 do 100 nm), kde se vlastnosti výrazně liší od vlastností při větších rozměrech. Nanotechnologie je aplikací těchto znalostí při vytváření užitečných materiálů, struktur a zařízení.*“ (definice dle britské The Royal Society (2003) - volně přeloženo), nebo (3) „*Nanotechnologie je porozumění a řízení hmoty v nanoměřítku, v rozměrech přibližně 1 až 100 nanometrů, kde jedinečné jevy umožňují nové aplikace. Nanotechnologie zahrnuje vědu, inženýrství a technologii v nanoměřítku. Jedná se o zobrazování, měření, modelování a manipulaci s hmotou v tomto měřítku délky.*“ (definice používaná v americkém programu „National Nanotechnology Initiative, NNI“ - volný překlad). Vámi vyrobené vláknenné vrstvy vykazují průměr vlákna vysoce nad 100 nm (např. Obr. 66). Je dle Vašeho názoru označení nanovláknenný materiál na místě? Neuvažoval jste např. o označení submikronový?
- 3) Str. 34 nahoře: autor tvrdí, že: „*Z ostatních polymerních roztoků nebylo možné připravit plošnou textilií*“. Pro takto zásadní tvrzení, a řekněme obrat v experimentálních pracích, postrádám detailnější zdůvodnění. Prosím o doplnění v průběhu obhajoby disertační práce.
- 4) Str. 34 dole, obr. 27: autor uvádí, že: „*S rostoucí koncentrací pro jednotlivé molekulové hmotnosti dochází i ke zvýšení průměrů vláken*“. Obrázek 27 je v rozporu s tímto tvrzením a opět v textu chybí údaj o četnosti měření.
- 5) Str. 48: U analýzy pomocí FTIR postrádám upřesnění způsobu měření pomocí této techniky. Jednalo se o měření v módu ATR? Byla FTIR určitě použita „*Pro zjištění rozdílné povrchové energie vláknenných vrstev....*“? Nebo spíše pro zjištění příčin tohoto rozdílu?
- 6) Str. 50: U FTIR uvádíte, že byl vzorek analyzován do hloubky 5 až 7 mikronů. Do jaké hloubky jsou vzorky analyzovány v případě XPS?
- 7) Str. 62: Autor uvádí: „*Následně pro další část experimentu došlo k využití roztoku.....s částicemi hydroxyapatitu*“. Nicméně, čtenář vůbec netuší, proč zrovna hydroxyapatit? Zdůvodněte v průběhu obhajoby.
- 8) Obrázky 66 a 67, str. 70–71: Autor zde popisuje klíčový poznatek plynoucí z jeho disertační práce, nicméně při takto zvoleném měřítku nejsou téměř žádné rozdíly viditelné. Rozdíly vyplynou až z uvedených hodnot kontaktních úhlů a povrchových energií, které ale zase neobsahují hodnoty směrodatných odchylek. Prosím o uvedení tohoto na pravou míru v průběhu obhajoby disertační práce, včetně způsobu výpočtu směrodatných odchylek a četnosti měření.
- 9) Obrázek 68, str. 71: Autor zde uvádí hypotézu ohledně vlivu fázového posunu vysílaného signálu na proces zvláknování, ale neuvádí, vůči čemu by měl být tento signál posunut? Pokud se jedná pouze o posun na cestě mezi generátorem funkcí a zvláknovací elektrodou, nemělo by to mít žádný vliv. Dovedu si pouze představit, že se jedná o fázový posun mezi signály na obou elektrodách? Toto ale z textu neplyne. Mohl by autor tuto hypotézu lépe popsat?

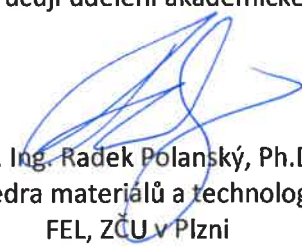
Disertant zvolil pro dosažení zvolených cílů obecně vhodné postupy řešení, což se týká i samotné metodiky vědecké práce. S konkrétními problémy, které v průběhu řešení práce vyvstaly, si dovedl poradit a snažil se eliminovat případné chyby na minimum. Až na výše uvedené výjimky svá řešení zdárně popisuje a dokumentuje. Stanovené cíle práce byly splněny a dosažené výsledky jsou bezesporu přínosem pro rozvoj oboru. Mnoho z nich lze považovat za původní. Nicméně, jak bylo uvedeno v úvodu tohoto posudku, v rámci disertační práce mohla být více popsána také vyrobená podpůrná struktura pro růst buněk. Tento nepoměr v definovaných cílech disertační práce by bylo dobré objasnit v průběhu obhajoby disertační práce. I přesto, výsledky provedených experimentů otevírají další prostor pro výzkum v této oblasti a odborná úroveň disertace odpovídá podmínkám pro samostatnou tvůrčí vědeckou práci.

Ing. Jirkovec uvádí spoluautorství u 3 časopiseckých článků publikovaných v impaktovaných časopisech *ACS Omega* a *Materials Letters*, přičemž u dvou z nich je veden jako hlavní autor článku; dále uvádí spoluautorství u 8 konferenčních příspěvků a 3 aplikovaných výstupů (Patenty a užité vzory). Publikační aktivitu shledávám jako dostatečnou a jasně prokazující schopnosti autora k samostatné vědecké činnosti.

Závěrem mého posudku konstatuji, že i přes některé, zejména formální nedostatky, předkládaná disertační práce splňuje požadavky kladené vysokoškolským zákonem č. 111/1998 Sb. na disertační práci.

Práci tedy **doporučuji k obhajobě** a po úspěšné obhajobě doporučuji udělení akademického titulu Ph.D.

V Plzni, 31. 5. 2021



doc. Ing. Rašek Polanský, Ph.D.
Katedra materiálů a technologií
FEL, ZČU v Plzni

Posudek disertační práce

Ing. Radka Jirkovce

„Studium smáčení vláknenných struktur pomocí biokompatibilních hydrogelů“

A) Zhodnocení významu disertační práce

Název disertační práce je na první pohled poměrně obecný, však po přečtení prvních stránek musí být zaujatý čtenář zcela přesvědčen, že téma je vysoce aktuální a provedené experimenty nepostrádají novost. Zcela nepochybně se v některých případech jedná o téměř „pionýrské“ výsledky. Zejména, jedná-li se o chování povrchu vláken polykaprolaktonu připravených různými metodami elektrostatického zvlákňování.

B) Splnění stanoveného cíle, postup řešení problému a experimentální metody

Pro zhodnocení splnění stanovených cílů disertace chybí kapitola, která by cíle jasně definovala. To by samo o sobě tak nevadilo, avšak ani v diskuzi či závěru práce se čtenář nedozví, co bylo hlavní badatelskou motivací a jaké cíle si doktorand stanovil. Nelze tvrdit, že by pozorný čtenář mezi řádky nenašel klíčová témata a sám si tak mohl nastínit cíle, které by se v samostatné kapitole mohly objevit. Je však opravdu na škodu, když se tak zásadní věc nedozví na začátku. Určitě by se pak práce stala o něco čtivější. Teoretická část a současný stav poznání také není z mého pohledu zcela vyčerpávající. Zejména kapitoly pojednávající o přípravě vláken ve stejnosměrném a střídavém elektrickém poli lze považovat za nedostatečné. Zejména, uvědomíme-li si, že laboratoře Technické Univerzity v Liberci patří k předním pracovištím, které tyto techniky zvládají na světové úrovni. Dále podle mne chybí detailnější rozbor současného stavu poznání v oblasti smáčení materiálů se strukturovaným povrchem (např. přehledový článek: Kong, TT et al., *Adv. Funct. Mater.* 2019, 29, 1808012, DOI: 10.1002/adfm.201808012 nebo doktorandem citovaný článek Parakash, CGJ, *Journal of Material Science*, 2021, 56(1), 108-135). Smáčení vláknenných vrstev se zásadně liší od smáčení povrchů, které jsou z pohledu velikosti kapky „hladké“. Sám doktorand našel znatelné rozdíly mezi vláknennými vrstvami a jejich lisovanými variantami. Na straně 48 se tvrdí, že u lisovaných vláknenných vrstev ve srovnání s původní variantou vláken je způsoben rozdílným chemickým složením či konformací makromolekul ve vláknenných vrstvách. V tomto případě chybí zásadní důkaz, že tomu tak je. Dovolil bych si tvrdit, že mnohem větší vliv na smáčení povrchu má právě jeho struktura. Samozřejmě, že při lisování může docházet k přeuspořádání makromolekulárních řetězců, zvláště při zvýšené teplotě, ale změnu topografie povrchu rozhodně nelze zanedbat. V kapitole 3.6.2 Infračervená spektroskopie (taktéž strana 48) se praví, že průnik elektromagnetického záření



ÚSTAV FYZIKY
A MATERIÁLOVÉHO
INŽENÝRSTVÍ

byl 5-7 mikrometrů. Pravděpodobně se tedy jednalo o ATR metodu FTIR, ačkoliv to není uvedeno. Zde je potřeba poznamenat, že tato metoda pro hodnocení chemického složení povrchu a jeho vlivu na smáčení není příliš relevantní, což ostatně potvrzují výsledky. Je škoda, že zde není uvedeno, jak byly vzorky připraveny k měření. Rentgenová fotoelektronová spektroskopie (kap. 3.6.4, str. 50) je zcela zásadní pro určení chemického složení povrchu. Bohužel tato kapitola se omezuje pouze na tzv. přehledová spektra. Na obrázku 44 jsou uvedena spektra měřená pod úhlem 14° , což může znamenat, že se jedná o analýzu fotoelektronů ze zhruba 2-3 atomárních vrstev a je zde vidět, že zastoupení uhlíku je vyšší (nižší zastoupení kyslíku není příliš významné) u zvláknování ve střídavém elektrickém poli. To může celkem korespondovat s hydrofobním charakterem vláken PCL na rozdíl od stejného materiálu zvláknovaného ve stejnosměrném poli. Ale z výsledků XPS by se dalo získat mnohem více informací, kdyby byla provedena dekonvoluce signálu v užších rozsazích vazebné energie elektronů v oblasti O1s a C1s. V takovém případě by doktorand získal i informaci o zastoupení funkčních skupin (C-H, C=O, C-C, atp.) a mohl tak mnohem lépe diskutovat korelace mezi povrchovou energií a chemickém složení (o stejný problém se jedná i v kapitole 3.8, str. 58).

Další nedůslednost spatřuji obecně ve všech SEM snímcích. Není zde uvedeno, jak byly vzorky pro elektronovou mikroskopii připraveny, jaké bylo urychlovací napětí, o jaký mód skenování se jedná (sekundární či zpětně odražené elektrony), atp. Skenovací elektronová mikroskopie může být velmi účinným nástrojem pro studium struktury povrchu a ne pouze průměru či tvaru vláken. Je však třeba mít vždy na paměti přípravu vzorku pro měření. Pokud byly vzorky „pokovovány“, pak vlastně prošly povrchovou úpravou při naprašování tenké vrstvy kovu a tudíž informace o struktuře, zvláště u polymerních materiálů, může být významně ovlivněna. Detailnější pohled na strukturu PCL samotných vláken (větší zvětšení) chybí zcela, ačkoliv případná nanostruktura povrchu vláken (viz články výše uvedené) by mohla také pomoci při důkladné diskuzi a snaze pochopit, proč některá vlákna stejného materiálu vykazují hydrofobní chování a jiné hydrofilní v závislosti na metodě přípravy.

C) Stanovisko k výsledkům práce a významu přínosu autora k současnému stavu poznání

Jak už bylo řečeno výše, doktorand připravil různými metodami vlákna, která vykazují při stejném složení zvláknovacího roztoku významné rozdíly z hlediska smáčení těchto vrstev. To jsou opravdu zajímavé výsledky a nepochybně se jedná o nosné téma, které zasluhuje pozornost badatelské obce. Bohužel ale musím konstatovat, že přínos jakékoliv disertační práce k současnému stavu poznání nespátřuji pouze ve skutečnosti, že její autor dokáže připravit materiál, který má unikátní vlastnosti, ale především v tom, že předkládá nějaké hypotézy a experimentální důkazy jeho domněnky potvrzující. Netvrdím, že v této disertační práci se o to autor nepokusil, ale rozhodně se nedá tvrdit, že jsou jeho závěry a diskuze dostatečné a že by nestálo za to se do problematiky trochu více „ponořit“.



ÚSTAV FYZIKY
A MATERIÁLOVÉHO
INŽENÝRSTVÍ

D) Vyjádření k systematičnosti, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

V úvodu práce doktorand začíná popisem vědního oboru „tkáňové inženýrství“ a až ke konci kapitoly se čtenář dozví o jaké materiály a jejich přípravu se disertační práce zabývá, přičemž se tedy dá předpokládat, že doktorandem připravené vlákenné struktury by právě mohly přispět k rozšíření materiálového portfolia pro tkáňové inženýrství. Asi by bylo vhodnější tuto kapitolu strukturovat jinak. Dále mi z formálního hlediska chybí kapitola, která by jasně definovala cíle disertační práce, jak již bylo zmíněno výše. Detailnější popis měření a experimentálních metod v práci použitých by také zasloužil více pozornosti doktoranda.

E) Otázky oponenta

Zcela jistě vyplyne mnoho otázek ze strany členů komise, přesto si dovoluji položit pár otázek:

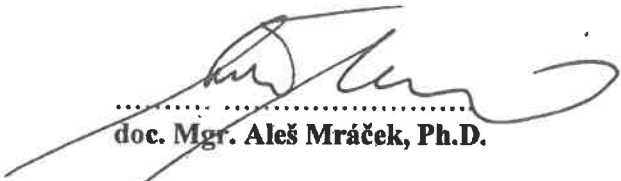
- 1) Vzhledem k výše uvedeným komentářům bych požádal doktoranda, aby jasně definoval cíle disertační práce, kterých chtěl dosáhnout. Byly tyto cíle naplněny?
- 2) V teoretické části na str. 2 píšete, že PCL je hydrofobní polyester. Je to pravda s ohledem na skutečnost, že v praktické části na str. 53 tvrdíte, že jste naměřil kontaktní úhly z fólií vyrobených ve střídavém, resp. stejnosměrném el. poli, kontaktní úhly $69,5^\circ$, resp. $70,3^\circ$? Je tedy změna z hydrofobního polymeru na lehce hydrofilní způsobena tvorbou folie v el. poli? Pokud ano, máte nějakou hypotézu, proč se tak děje? Měřil jste někdy k. ú. na foliích připravených prostým odléváním zvláknovacího roztoku? Pokud ano, jaké byly výsledky?
- 3) Jakou metodou byly měřeny kontaktní úhly smáčení? Je možné touto metodou naměřit k. ú. s přesností na desetiny?
- 4) Na straně 61 píšete, že ze získaných výsledků měření k. ú. a výpočtu povrchové energie je patrné, že jejich hodnoty nejsou výrazně ovlivněny morfologií vláken (SEM snímky na obr. 53). Je to pravda? Pokud ano, máte nějakou hypotézu, proč tomu tak je?
- 5) Na straně 62 uvádíte SEM snímky z vláken „obohacených“ hydroxyapatitem (HA) díky různým koncentracím ve zvláknovacím roztoku. Píšete dále, že u nižších koncentrací HA jsou částice uvnitř vláken, zatímco vyšší koncentrace HA vedou k tomu, že částice se vyskytují na povrchu. Podle mne to z uvedených snímků není zcela patrné. Máte nějaký jiný důkaz podporující Vaše tvrzení?
- 6) Na str. 63 uvádíte, že průměr vláken klesá s rostoucí koncentrací HA. Jsou Vaše výsledky na obr. 57 statisticky průkazné?

- 7) V práci používáte modely Kwok-Neumanna a Li-Neumanna pro výpočet teoretického kontaktního úhlu. Můžete modely blíže popsat? Odkud se vzaly ve vzorcích uvedené konstanty?
- 8) Jak ovlivňuje „tvar“ povrchu kontaktní úhel smáčení? Lze nějak vypočítat, jaký by měl materiál kontaktní úhel, nebyl-li by strukturovaný ale „hladký“? Existují pro tyto problémy nějaké modely?
- 9) Mohl byste vysvětlit základní princip metody XPS?

F) Závěr

Disertační práce Ing. Radka Jirkovce splňuje požadavky kladené na tento typ práce ve smyslu zákona č. 137/2016 Sb. o VŠ. Student víceméně prokázal schopnost tvůrčí práce a samostatné vědecké činnosti. Doporučuji tedy přijmout tuto práci k dalšímu řízení, avšak k úspěšné obhajobě a udělení doktorského titulu Ph.D. (philosophiae doctor) by měl doktorand jasně odpovědět na otázky oponenta a vysvětlit alespoň některé nedostatky, na které posudek upozorňuje.

Ve Zlíně 24. 8. 2021


.....
doc. Mgr. Aleš Mráček, Ph.D.

Ústav fyziky a materiálového inženýrství
Fakulta technologická
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně



ÚSTAV FYZIKY
A MATERIÁLOVÉHO
INŽENÝRSTVÍ