

Oponentský posudek**doktorské dizertační práce****Fatmy YENER, MSc****New methods in the study of roller electrospinning mechanism**

Oponent: Ing. Ladislav Mareš
NAFIGATE Corporation, a.s.
Praha

Doktorská dizertační práce byla vypracována ve studijním oboru Textilní materiálové inženýrství na katedře netkaných textilií a nanovláknenných materiálů Textilní fakulty Technické univerzity v Liberci.

Práce se týká velmi aktuální oblasti polymerních nanovláknenných materiálů, konkrétně jejich přípravy metodou bezjehlového elektrostatického zvlákňování a jejich kvality. Výroba a využití nanovláken se v současnosti rychle rozvíjí, přičemž mechanismus jejich tvorby není dosud plně fyzikálně popsán ani experimentálně prozkoumán. Vyšší stupeň poznání procesu by měl vést ke zvýšení produktivity výroby a tím ke snížení ceny nanovláken. Poznání parametrů dále umožní řízení procesu a tím připravovat materiály se širokou variabilitou jejich vlastností ať už volbou polymerů nebo různými způsoby modifikací. To jsou bezesporu podmínky nutné k širší využitelnosti těchto nových materiálů a jejich specifických vlastností. Tímto směrem je práce dle definice cílů autorkou zaměřena a její nasměrování se proto jeví vysoce užitečné.

Práce je psána anglicky na poměrně slušné jazykové úrovni a v logickém a přehledném členění. Provedení a značení obrazů, grafů a tabulek je správné a jasné a činí práci pro čtenáře srozumitelnou.

V teoretické části autorka výstižně popisuje nezávislé a závislé proměnné elektrostatického zvlákňování a jejich vzájemné vztahy dosud popsané v literatuře. Podle mých znalostí i podle seznamu použité literatury je teoretická část široce a správně pojata. V téže teoretické části pak autorka definuje další, jí navržené parametry. Umístění tohoto vlastního tvůrčího přínosu k problematice vedle literární rešerše je sice poněkud neobvyklé, ale svým způsobem logické a pochopitelné.

V experimentální části zvolila autorka studium vlivu dosud ne plně prozkoumaných nezávislých proměnných – rychlosti rotace válcové zvlákňovací elektrody a obsahu solí v polymerních roztocích. Při sestavování plánu experimentů lze chápat jako pozoruhodnou, i jako výzvu, kterou si autorka před sebe postavila, volbu vodného a nevodného systému, v nichž je, jak známo z předchozích prací, vliv solí na zvlákňovatelnost a zvlákňovací výkon právě opačný. V diskusi je pak přijatelným způsobem tento zdánlivý rozpor vysvětlen. To lze považovat za významný příspěvek k poznání mechanismu studovaného procesu.

Při studiu předložené práce jsem odhalil některé náměty k diskusi:

1. V kapitole 2.2.2. je popsána technologie melt-blown jako jedna z cest k přípravě nanovláken. Tato technologie je známá již více než 30 let a slouží k výrobě útvarů z jemných vláken s typickými průměry 2 – 10 mikrometrů. V čem spočívá modifikace (v textu nazvaná „modified spinning die“) umožňující přípravu submikronových vláken?
2. Jaké jsou výhody a nevýhody výroby nanovláken cestou přípravy bikomponentních vláken? Nemí mi známo, že by se takto nanovláknem průmyslově vyráběla. Dle popisu autorky vede tato metoda k submikronovým vláknům o úzké distribuci průměrů a to s poměrně vysokou výrobností.
3. Vedle vlivu rychlosti posunu podkladové textilie (kap. 2.3.1.1.7) je znám i vliv jejích elektrických vlastností. Tato proměnná není mezi parametry procesu diskutována
4. Jak lze vysvětlit nemonotonní průběh závislosti tloušťky vrstvy roztoku na povrch válce na viskozitě na obr. 2.20 ?
5. Které získané výsledky lze zobecnit a aplikovat na technologii wire spinning?
6. V seznamu nezávislých a závislých proměnných ovlivňujících proces jsou parametry, které ovlivňují vlastnosti vznikajících nanovláknenných materiálů. Doporučuji vytvořit matici popisující vliv jednotlivých parametrů na vlastnosti koncového produktu.

Předloženou doktorskou dizertační práci za přínosnou, značně rozsáhlou a kvalitní. Obzvláště cenná je třetí kapitola experimentální části a příslušná diskuse. Oceňuji také vysoký počet publikací autorky vztahující se k výsledkům dizertační práce, časopiseckých i konferenčních. V průběhu obhajoby očekávám vyjádření ke vzneseným otázkám.

Předloženou práci

d o p o r u č u j i

k obhajobě.

V Liberci, 20. srpna 2014



Ing. Ladislav Mareš
NAFIGATE Corporation, a.s.

Oponentský posudek
doktorské disertační práce
“New Methods in the Study of Roller Electrospinning Mechanism“
kterou podává

MSc. Fatma Yener
Fakultě textilní Technické univerzity v Liberci
oboru Textilní materiálové inženýrství

Předložená disertační práce vznikla na půdě Katedry netkaných textilií Fakulty textilní Technické univerzity v Liberci. Tato katedra je známá u nás i v zahraničí originální metodou přípravy polymerních nanovláken metodou elektrostatickým zvlákňováním. Na počátku současných úspěchů je patent, který už před deseti lety obdržel Profesor Oldřich Jirsák se spolupracovníky. Na tento výchozí patent pak navázala celá řada dalších experimentálních i teoretických studií v rámci Technické univerzity v Liberci a také úspěšný vývoj komerčního zařízení na kontinuální přípravu nanovláken, které pod názvem Nanospider nyní vyrábí a dodává liberecká firma Elmarco. Fatma Yener se prací na své disertaci zařadila do tohoto plodného úsilí. Mohla na dosavadní výzkum logicky navázat už proto, že profesor Jirsák je jejím školitelem.

Vlastní disertační práce má standardní členění, které zahrnuje teoretickou část, charakteristiku experimentálních materiálů a přehledné shrnutí výsledků. Dobře napsaný úvod prokazuje, že autorka pronikla do celé problematiky elektrostatického zvlákňování. To prokazuje i rozsáhlý soubor celkem 176 odkazů, na některých vystupuje jako autorka nebo spoluautorka. Po literárním úvodu následuje popis experimentálních materiálů a část „Výsledky“. Autorka své výsledky odborně a zasvěceně komentuje. Podstatné je, že autorce se podařilo vzájemně porovnávat teoretické vztahy a modely s praktickými experimenty. Poznatky, kterých dosáhla, tak mají bezprostřední praktický význam. Umožní ovládat a optimalizovat celý složitý proces úpravou nezávislých parametrů. Hlavní výsledky své práce, které jsou přínosné pro teorii a techniku elektrostatického zvlákňování autorka přehledně popsala na str. 107. Zamýšlí se také nad dalším směrem výzkumu, který by vedl k lepšímu porozumění vztahům mezi nezávislými a závislými parametry procesu.

Po formální práci má práce vysokou úroveň. Text je doprovázen velkým množstvím názorných ilustrací. V příloze pak představuje řadu mikroskopických snímků připravených nanovlákených textilií a jejich statistické vyhodnocení. Práce je celá napsána anglicky a angličtina textu je – pokud to mohu sám posoudit – na velmi slušné úrovni. Právě s anglicky napsanou prací předloženou v České republice na české vysoké škole ovšem mohou vzniknout problémy. Tak disertační práce neobsahuje název v češtině ani stručný český souhrn. To by měla autorka ještě před vlastní obhajobou doplnit.

Velmi kladně je třeba hodnotit, že autorka už některé své výsledky publikovala v kvalitních recenzovaných mezinárodních časopisech. Na čtyřech významných mezinárodních publikacích vystupuje v seznamu autorů na prvním místě. To je určitě nadprůměrné, a nejen v rámci samotné liberecké školy.

Tyto připomínky však nechtějí snižovat zřejmé přednosti a přínosy této práce. Autorka shromáždila velké množství původních experimentálních dat a poznatků, které budou jistě

užitečné i při dalším navazujícím výzkumu na fakultě. V disertační práci poukázala na další možnosti a cesty, jak metodu elektrostatického zvlákňování dále rozvíjet. Některé výsledky disertační práce byly už publikovány v recenzovaných časopisech. Lze tedy konstatovat, že cíle disertační práce, tak jak byly vytyčeny na str. 21 (Aims of the work), byly splněny.

K práci mám několik otázek, které by se mohly stát podnětem ke krátké diskusi při obhajobě:

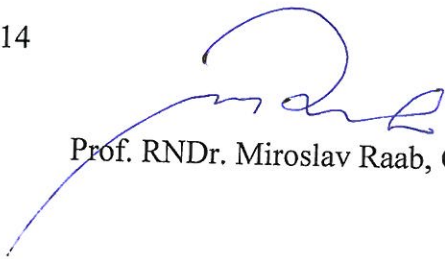
(1) Představte přehledně základní možnosti a modifikace elektrostatického zvlákňován, pokud jde o zdroj vláken a typ kolektoru. Jednotlivé prvky popište v anglickém i v českém jazyce.

(2) Shrňte stručně hlavní přínosy své práce vzhledem k dosavadnímu stavu poznatků a dřívějším pracím na katedře netkaných textilií. .

(3) Jaké jsou výhody rotujícího válce jako zdroje nanovláken?

Závěrem chci konstatovat, že není pochyb o tom, že **MSc. Fatma Yener**, autorka předložené práce, se představuje jako vědecká osobnost a plně si zaslouží vědecko-akademickou hodnost *philosophiae doctor*, PhD. **Předloženou disertační práci doporučuji k obhajobě.**

V Praze 25.7. 2014



Prof. RNDr. Miroslav Raab, CSc.

Report on Fatma Yener's PhD Thesis
"New Methods in the Study of Roller Electrospinning Mechanism"

26/08/2014

I have read the PhD thesis written by Ms.Fatma Yener under the supervision of Prof.Dr.Oldrich Jirsak attentively and evaluated the importance of the thesis for the field of science.

It is understood from the literature part that until now many researchers have tried to explain mechanism and parameters of electro spinning process whereas the researched parameters include velocity of rotating roller and related quantities, surface tension, conductivity and permittivity, applied voltage, distance between electrodes, ambient conditions, velocity of take-up fabric, geometry of electrodes, geometry and conductivity of collector electrode as *Independent Parameters* and number of cones, theoretical considerations concerning the new parameters, jet length, spinning performance and spinning performance per jet, fiber diameter and fiber diameter distribution, non-fibrous area, life time of a jet, measurement of current, launching time of jet as *Dependent Parameters*. Many of the researchers concentrate on the needle electro spinning while only a few on the roller system.

The aim of this work is to contribute to understanding the roller electro spinning mechanism using new measurable independent and dependent process parameters which were not yet investigated and which have the potential, when studied, to bring new information. The new parameters introduced by the author are velocity of rotating roller and related quantities and feeding rate of polymer solution as *Independent Parameters* and average current and current per jet, number of jets, spinning area, jet life, positions of jets and distance between jets as *Dependent Parameters*. Theoretical considerations concerning the new parameters were made.

The aim of the experimental part is to clarify whether the dependencies of current on the parameters in needle electro spinning can be applied on needleless process. In the experimental part, Polyurethane and Polyethylene Oxide were used as materials together with determined salts in the electro spinning process.

As a result of the experimental part, the author has concluded that total electric current in the roller electro spinning is more or less proportional to the spinning performance; the dependence of number of jets and the dependence of spinning performance on the roller velocity is generally non-monotonous; the experimentally found distance between jets depends on the conductivity of polymer solution, spinning area mainly depends on movement of roller; the length of jets mainly depends on the amount of salt which is related with conductivity and the viscosity of solution; the effect of rotating roller on fiber surface morphology shows that increasing roller speed increase the fiber diameter and non-fibrous area, salts may influence entanglement number and polarity of macromolecules when creating complex bonds with them; PEO with its high polarity and high entanglement number (strength of jets) shows high spinning performance; in the case of PU, the salts creating complex bonds with the polymer, increase the low polarity as well as the entanglement number which causes an increase in the spinning performance.

The symbols, list of tables and figures are given clearly within the thesis. The tables and figures represent the results of the experimental work. The results and conclusions are explained clearly and carefully within the text contributing to easily understanding the aim of the scientific work.

Ms. Fatma Yener has made many important publications in serious indexed journals and many oral and poster presentations in mostly international and national conferences concerning the valuable scientific work included in her PhD thesis and thus contributed to the field of electro spinning. The theoretical and experimental parts of the thesis have fulfilled the set aims of the thesis and contributed to better understanding the roller electro spinning mechanism.

Depending on the below evaluation, I consider the PhD thesis on “New Methods in the Study of Roller Electrospinning Mechanism” is a valuable scientific work and I highly recommend it for defence.

Prof.Dr.Telem GÖK SADIKOĞLU
ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY
Textile Technologies and Design Faculty
Textile Engineering Department
e-mail: sadikoglut@itu.edu.tr