

POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Studijní obor:

Study branch

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Školitel:

Supervisor

Oponent:

Opponent

Ing. Jana Novotná

Textilní inženýrství

Textilní technika a materiálové inženýrství

Dielektrické vlastnosti epoxidových kompozitů
plněných recyklovanými uhlíkovými vlákny

Ing. Blanka Tomková, Ph.D.

Ing. Josef Pihera, Ph.D.

Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Disertační práce „Dielektrické vlastnosti epoxidových kompozitů plněných recyklovanými uhlíkovými vlákny“ se zabývá důležitým aspektem kompozitních materiálů – jejich dielektrickými vlastnostmi. Je popsán současný stav problematiky z pohledu matrice a plniva. Přičemž je kladen důraz na zpracování recyklovaného materiálu do kompozitu. Tento fakt je velmi důležitým pohledem na problematiku kompozitů a nakládání s nimi během jejich výroby i po skončení doby jejich životnosti a opětovné recyklaci.

Autorka práce navrhuje a popisuje možné povrchové úpravy plniva, pro jeho lepší začlenění do kompozitu.

Teoreticky jsou popsány dielektrické vlastnosti kompozitů s ohledem na možné predikce celkových vlastností s využitím směšovacích pravidel. Prostor je věnován určení perkolačního prahu množství plniva pro určení optimálních požadovaných vlastností finálního kompozitu. Disertační práce tak přináší souhrn poznatků v poměrně rozsáhlé literární rešerši i v originálních výsledcích získaných z provedeného experimentu. Pro obor kompozitů, jejich dielektrických vlastností a predikci možného chování je tak tato práce velmi přínosná.

Zhodnocení postupu řešení, metod a splnění cílů

Vzhledem k volbě cílů disertační práce, postupuje autorka poměrně systematicky již od teoretického popisu problematiky, až po návrh experimentu, jeho realizaci a vyhodnocení.

Pro studium dějů v kompozitech je použit vhodný teoretický předpoklad, modely i praktické ověření dielektrických vlastností ve stejnosměrném a střídavém elektrickém poli. Pro praktické ověření je v práci použito několika postupů povrchové úpravy recyklovaného plniva, měření dielektrických vlastností i modelů permitivity. Experiment je vzhledem k množství použitých materiálů a variant množství plnění velmi rozsáhlý a přináší zajímavé informace a korelační souvislosti mezi metodami a materiály.

Je možné konstatovat, že stanovené cíle práce byly splněny.

Zhodnocení výsledků a původního přínosu práce

Disertační práce popisuje ve své původní experimentální části přípravu jednotlivých vzorků s ohledem na množství plniva v matrici. Jsou studovány vlivy různých plazmatických úprav na vlastnosti plniva a je studován vliv jednotlivých variant na celkové dielektrické vlastnosti finálního kompozitu. Kromě výsledků měření ve stejnosměrném a střídavém poli jsou studovány jednotlivé predikční modely a je experimentálně určen optimální perkolační práh plnění vhodný pro předpokládané aplikace. Za původní výsledky a přínos práce lze považovat zejména stanovení predikčního modelu permitivity s ohledem na tvar částic plniva, jeho množství a perkolačního prahu. Tyto poznatky naleznou své místo v průmyslové praxi výroby konstrukčních kompozitů.

Zhodnocení systematičnosti, přehlednosti, formální a jazykové úrovně

Disertační práce je zpracována poměrně přehledně a systematicky. Autorka postupuje během psaní práce logicky, od známého k neznámému. Formuluje technické otázky a odpovídá na ně výsledky experimentu, stanovuje hypotézy chování dielektrického systému a snaží se je vysvětlit právě s využitím původních experimentálních dat.

Z hlediska jazykové úrovně je práce psána zcela v pořádku.

Mám několik drobných výhrad k formálnosti, kde citace nejsou v textu řazeny v souvislé řadě, ale autorka v nich přeskakuje. V textu se objevují nepřesné odkazy na obrázky, např. str 12 - odkaz na obr 4.7, který v práci zcela chybí. Případně matoucí popisy obrázků na straně 45 obr. 6.8 – není jasné kde je pásmo D a G v Ramanově spektru. Strana 57 obr. 7.6 – není jasné zda je hmotnostní podíl v % nebo ne.

Na straně 53 je odkaz na kapitolu 5.4.1, která však v práci chybí.

Dále bych si dovolil vznést připomínku ke kapitole 6.3.1, kde z názvu této kapitoly vyplývá, že se jedná o měření ve stejnosměrném poli, ale autorka uvádí, že efektivní permitivita se měřila při 100 Hz.

Zhodnocení kvality publikací a ostatních aktivit studenta

Autorka práce uvádí celkem 20 původních publikací (databáze SCOPUS jich k 15.7.2021 uvádí 14). Jedná o konferenční příspěvky na mezinárodních i českých konferencích a články v mezinárodních časopisech.

Publikační výstupy jsou relevantní studované problematice a jejich počet i úroveň hodnotím velmi kladně.

Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Disertační práce je zpracována poměrně kvalitně s využitím mnoha zdrojů, velmi dobře navrženým, zpracovaným i vyhodnoceným experimentem. Výsledky práce jsou původní a přinášejí do technického poznání nové poznatky o dielektrickém chování recyklovaných materiálů, jejich chování a možnostech predikce jejich vlastností.

Po celkovém zhodnocení a uvedení všech výše popsanych faktů **doporučuji** práci k obhajobě.

Otázky k práci:

1. V práci zmiňujete vliv plazmatických úprav na mechanické vlastnosti uhlíkových vláken. Byl detailněji studován vliv plazmatické úpravy vláken na stav mezifáze po vytvrzení v matrici, viz obr. 6.3, na mechanické vlastnosti?
2. Jak byly určovány vstupní parametry materiálových vlastností pro modely efektivní permitivity?
3. Měření byla prováděna při jedné teplotě. Nebyl studován také vliv teploty nebo vlhkosti na měřené charakteristiky?
4. S jakou četností byla prováděna jednotlivá měření?
5. V jakém čase ustálení byla hodnocena vodivost při DC měřeních?
6. Jaká je optimální hodnota vodivosti kompozitu pro zamýšlené aplikace?

Datum
Date

19.7.2021

Podpis oponenta:
Signature of opponent

Opponent's Review

of the Doctoral Thesis

„Dielektrické vlastnosti epoxydových kompozitů plněných recyklovanými uhlíkovými vlákny“

by Ing. Jana Novotná

The doctoral thesis is devoted to development, manufacturing and analysis of the composites of epoxy resin and recycled carbon fibres. Main focus is given to studies of the composites' dielectric properties and their relation to the structural and technological parameters. The scope of the thesis is broad and covers many topics from technology, experiment and theory. Namely, the work includes:

- State of the art with information on the design and technology, electrical properties and application potential of the composites of epoxy resin and carbon fibres.
- Particular technological features of the composites using short recycled carbon fibres, including proper plasma treatment. Optimization of the composite manufacturing, filler content and properties in accordance with the practical use. Application of the plasma treatment was shown to be efficient in improvement of the composite dielectric properties mainly for the compositions above the percolation threshold.
- Experimental study (a few different methods were used) of the DC conductivity, dielectric properties and AC conductivity in a broad frequency range ($10^{-2} - 10^6$ Hz) and analysis of their frequency and concentration dependences. Experimental determination of the percolation threshold.
- Description of the concentration dependence of the composites' dielectric properties by the theoretical models and its comparison with the experimental one. Correction and optimization of the model parameters and selection of the suitable approach to modelling and prediction of the effective dielectric properties of the epoxy resin composites with short recycled carbon fibres based on the matrix and filler properties.

Generally, the well-organized doctoral thesis provides a good impression, presents a complete research work and satisfies the applied requirements. The clear formulated main tasks were achieved by use of proper technological experimental and analytical techniques. The obtained results look reliable, their analysis and resulted conclusions are adequate and important for the research field, correspond to the scope of the work and can be useful for further development and tentative application of the composites with short recycled carbon fibres (for instance, as relatively cheap microwave shielding or absorbing materials). Main results of the thesis were presented in numerical conferences and published in international journals.

I have no significant remarks on the thesis. I would like to ask the candidate to comment on the main differences between the carbon nanofibers/nanotubes (which are frequently used as filler in composites) and the studied recycled carbon fibres? Could you compare the advantages and drawbacks of both types of the composite fillers? This question is discussed in the thesis, but please, summarize the points.

In conclusion, the thesis clearly shows that Jana Novotná proved to be able to conduct independent scientific work, use variety of available technological, experimental and theoretical methods, and work with literature. I definitely **recommend the dissertation for the defence.**

In Prague, 20. 8. 2021



Doc. Ing. Viktor Bovtun, CSc.