

Oponentský posudek disertační práce Ing. Davida Jašky na téma
„Charakterizace polymerních materiálů s modifikovanými plnivy”

Předložená disertační práce Ing. Davida Jašky je zaměřena na vliv povrchové modifikace anorganických a přírodních plniv na strukturu, krystalizační chování a tepelnou stabilitu izotaktického polypropylenu (iPP). Modifikace je založena na silanizaci částic oxidu křemičitého a celulózových vláken pomocí alkokoxysilanů lišících se délkou alkylového řetězce. U připravených vzorků bylo sledováno krystalizační chování iPP v přítomnosti silanizovaných částic SiO_2 a pak byla studována tepelná stabilita celulózových vláken a vliv jejich silanizace na degradační chování.

První část práce se tedy zabývá krystalizačním chováním iPP v přítomnosti silanizovaných částic SiO_2 a je zde sledováno toto chování pomocí diferenciální skenovací kalorimetrie a širokoúhlého rozptylu rentgenových paprsků. Druhá část se zaměřuje na studium tepelné stability celulózových vláken a vliv jejich silanizace na degradační chování, zde je použita pro hodnocení FTIR, TGA a SEM.

Teoretický rámec práce popisuje na cca 25 stranách nejprve anorganická a přírodní plniva pro polymerní materiály a podrobněji uvádí informace o použitém oxidu křemičitém a celulóze, jejich vlastnostech a možnostech úprav. Dále pak je popsán polypropylen jakožto sledovaná matrice a u něj je rozebráno mimo popis hlavních vlastností krystalizační chování, kompatibilizace s plnivem a tepelná stabilita systému PP s plnivem. Je založen na 135 odkazech v impaktovaných časopisech.

Deklarované cíle práce byly jasně stanoveny:

studium vlivu povrchové modifikace anorganických a přírodních plniv na strukturu, krystalizační chování a tepelnou stabilitu izotaktického polypropylenu. Pro modifikace plniv byly použity čtyři typy alkokoxysilanů lišících se délkou alkylového řetězce: metyltriethoxysilan, propyltriethoxysilan, oktyltriethoxysilan a oktadecyltriethoxysilan. Tyto cíle byly v plné míře splněny. Z experimentů je patrná schopnost autora samostatně formulovat výzkumné otázky a navrhnout odpovídající metodiku charakterizace i hodnocení.

Metodický rámec práce je kvalitní a přehledně popsán. Pro přípravu vzorků jako matrice byl použit polypropylen iPP BorcleanTM HC300BF s vysokou isotakticitou.

Jako plniva pak sloužil v první části oxid křemičitý získaný syntézou za použití tetraetoxysilanu (TEOS), etanolu, hydroxidu amonného a kyseliny octové. Plnivo použité v druhé části byla vysoce čistá středně dlouhá (50–350 μm) celulózová vlákna C6228 s typickým průměrem vláken 12–15 μm , dodána společností Sigma-Aldrich. Pro hodnocení vzorků pak byly zvoleny metody termogravimetrická analýza, infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací, širokoúhlý rozptyl rentgenových paprsků, skenovací elektronová mikroskopie a diferenciální skenovací kalorimetrie. Mechanické vlastnosti pak byly sledovány pomocí tahových zkoušek.

V kapitole Výsledky a diskuze jsou získaná data a informace prezentovány jasně a s odpovídající interpretací, výsledky z jednotlivých metod zvolených pro sledování jsou zpracovány v grafech a tabulkách a tyto jsou pak dostatečně podrobně vysvětleny se shrnutím získaných dat a rozebráním jednotlivých údajů. U prvního řešeného problému bylo prokázáno, že povrchová silanizace SiO_2 významně mění interakci částic s polymerní maticí a ovlivňuje průběh krystalizace iPP. Organosilanem modifikované částice působí jako heterogenní nukleační centra podporující tvorbu β -fáze iPP, intenzita tohoto působení roste s délkou alkylového řetězce silanu. Bylo také potvrzeno již známé chování semikrystalických polymerů – polymorfní složení iPP závisí také na podmínkách krystalizace, zejména na rychlosti chlazení a teplotě krystalizace. V druhé části týkající se celulózy výsledky ukázaly, že silanizace ovlivňuje průběh tepelného rozkladu celulózy, zejména posunem charakteristických degradačních teplot k vyšším hodnotám, povrchová úprava vláken má významný vliv na degradační chování polymerních směsí. Zlepšená kompatibilita mezi silanizovanými vlákny a polymerní maticí se projevila zlepšením tepelné stability iPP. Interpretace je věcná a odpovídá rozsahu publikovaných dat.

Disertační práce představuje komplexní experimentální a teoretický přínos v oblasti sledování vlivu upravených přísad na základní vlastnosti izotaktického polypropylenu, jako je krystalizace a degradační chování. Výsledky jsou i přenosné do praxe. Přináší nové poznatky o vlivu sledovaných plniv na vlastnosti iPP kompozitů - s plnivem typu silanizovaný oxid křemičitý (změna průběhu a výsledku krystalizace) a nemodifikovanými a silanizovanými celulózovými vlákny (vliv na teplotní degradaci).

Publikační výstupy v impaktovaných časopisech Polymer testing, Polymers, Express Polym Letters a dalších, kde u jednoho je doktorand prvním autorem, svědčí o vysoké vědecké úrovni a mezinárodní uznatelnosti výsledků. Podmínkou udělení titulu Ph.D.

jsou na UTB 2 publikace na Web of Science. Student překročil tento minimální požadavek, na WoS je uvedeno 9 článků a šest z nich je již i několikrát citováno, doktorand má H-index 4.

Text práce je formálně na velmi dobré úrovni, bez překlepů či gramatických chyb, struktura je přehledná, jazykově kultivovaná. Grafy a tabulky jsou zpracovány přehledným způsobem a správně popsány.

Otázky:

1. Mělo by vliv na prezentovaný výzkum použití iPP s různými molekulovými hmotnostmi?
2. Jak by se výsledky změnily při použití SiO_2 s menšími nebo naopak většími částicemi?
3. Může za nějakých podmínek i celulóza ovlivňovat průběh a výsledek krystalizace a tím i mechanické vlastnosti?
4. Jak by to bylo s případnou recyklací iPP s modifikovanými celulóзовými vlákny, byla by možná?

Disertační práce Ing. Davida Jašky představuje kvalitní a komplexní studii, sledující kompozity iPP s upravenými plnivý, oxidem křemičitým a celulózou, shrnutou v ucelený a metodicky provázaný výzkum. Doktorand prokázal schopnost samostatné vědecké práce, hluboké znalosti chování semikrystalických polymerů i jejich kompozitů a kritický přístup k interpretaci dat.

Předložená doktorská disertační práce neobsahuje viditelné nedostatky, a proto ji doporučuji k obhajobě. Na základě výše uvedených skutečností doporučuji, aby Ing. Davidu Jaškovi byl po úspěšné obhajobě udělen akademický titul Ph.D.

Ve Zlíně 29.5.2026

Prof. Ing. Dagmar Měřínská, Ph.D.