

## **Posudok oponenta dizertačnej práce**

Názov dizertačnej práce:

### **„Studium možností využítí vybraných typů modifikovaných termoplastů po skončení jejich životního cyklu“**

Doktorand: **Ing. Jan Navrátil**

Školiace pracovisko: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická

Program: P3909 Procesní inženýrství

Obor: 3909V013 Nástroje a procesy

Školitel: doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc

Dizertačná práca predstavuje aktuálnu problematiku spracovania odpadov zo sieťovaného lineárneho polyetylénu po skončení životnosti výrobkov, resp. technologických odpadov z výroby predovšetkým potrubných systémov pre podlahové vykurovanie. Oceňujem, že v rámci dizertačnej práce bol vyhodnotený ucelený prehľad mechanických, reologických aj tepelných vlastností zmesí LDPE/rHDPE<sub>x</sub> a HDPE/rHDPE<sub>x</sub>, pričom sú výsledky získané počas riešenia dizertačnej práce priamo využiteľné v technickej praxi.

Cieľ dizertačnej práce – návrh spôsobu opätovného spracovania radiačne zosieťovaných polymérnych materiálov po skončení ich životnosti je formulovaný jasne, postupy dosiahnutia stanoveného cieľa sú uvedené detailne a v dostatočnom rozsahu. Na základe výsledkov uvedených v dizertačnej práci možno považovať cieľ práce za splnený.

V prehľade literatúry sú popri základných informáciách o polyetylénoch uvedené spôsoby ich sieťovania ožarovaním vrátane typov zdrojov žiarenia a náznaku mechanizmu sieťovacích procesov. Druhá časť súčasného stavu riešenej problematiky je venovaná stručnému prehľadu jednotlivých postupov recyklácie polymérov. V texte úvodnej časti dizertačnej práce spracovávajúcej 49 literárnych zdrojov sa nevyskytujú výrazové nepresnosti, resp. nejasné formulácie a ako celok je úvodná časť uvádzajúca poznatky z literatúry spracovaná na dobrej úrovni.

Časť zvolené metódy spracovania obsahuje popis zariadení a surovín s uvedením špecifikácie základných typov polyetylénov použitých vo funkcii polymérnej matrice. Keďže z dôvodu ochrany „know-how“ výrobcu nie je uvedený typ lineárneho polyetylénu použitý na výrobu radiačne zosieťovaných potrubných systémov mám otázku na akých vzorkách boli stanovené mechanické vlastnosti HDPE<sub>x</sub>. V práci sa síce uvádza, že boli použité rovnaké podmienky na sieťovanie ako u potrubných systémov z hľadiska dávky žiarenia, ale nie je

jasné či bol použitý tiež HDPE Tipelin 6300B (výrobcom nie je Slovnaft, ale TVK) alebo iný typ HDPE.

K postupom mám ešte jednu otázku na doktoranda – aký je fyzikálny význam veličiny „maximálna vrubová húževnatosť  $A_m$ “?

Hlavné výsledky práce sumarizujú v prvej časti vplyv koncentračného zastúpenia recyklovaného radiačne sieťovaného rHDPEx na vlastnosti zmesí s LDPE, resp. vlastnosti zmesí HDPE s rHDPEx, ktoré boli pripravené z rôznych fyzikálnych foriem východiskových materiálov – granulátu, drviny a prášku. Napriek veľmi podrobnému dokumentovaniu výsledkov vo forme grafickej aj tabuľkovej, v tejto časti práce chýba obsiahlejšia diskusia a komentár k získaným výsledkom. Diskusia je síce zosumarizovaná v časti 4.6., resp. v časti 4.7 pre zmesi s HDPE matricou, no neposkytuje odpovede na všetky rozdiely chovania sa zmesí polymérov, ktoré vyplývajú z výsledkov. Oceňujem, že diskusia sa snaží nájsť spoločné črty správania sa zmesných materiálov v závislosti od zloženia a porovnáva rôzne spôsoby prípravy zmesí, no myslím si, že by mala zahŕňať aj štruktúru zmesí, ktorá je komentovaná oddelene. V tejto súvislosti mám otázku či je terminologicky správne používať výraz „plnivo“ pre drť alebo prášok rHDPEx a nebolo by vhodnejšie používať výraz zložka zmesi polymérov aj keď je jasné, že rHDPEx nie je taviteľný a zostáva „dispergovaný“ vo forme primárnych častíc v polymérnej matrici. Ak plní funkciu plniva, malo by sa dať vyhodnotiť či sa jedná o stužujúce alebo nestužujúce plnivo.

Z hľadiska formálneho sú experimentálne výsledky spracované na veľmi dobrej úrovni vo forme veľkého počtu obrázkov a tabuliek, aj keď u niektorých obrázkov uvádzanie číselných údajov pri bodoch v grafe pôsobí rušivo.

K výsledkovej časti práce mám okrem vyššie uvedených pripomienok aj nasledovné otázky, ku ktorým by sa mal autor vyjadriť počas obhajoby dizertačnej práce:

- Ako je možné zdôvodniť, že dochádza prídavkom rHDPEx k LDPE ku zvýšeniu modulov a zníženiu pomerného predĺženia v ťahu pri laboratórnej teplote, no pri zvýšenej teplote sú zmeny nevýrazné?

- Má autor experimentálne poznatky ako sa menila elastická a plastická zložka deformácie pri meraní mikrotvrdoosti zmesí LDPE s rastúcim zastúpením rHDPEx?

- S čím súvisí pokles teploty mäknutia podľa Vicata pri obsahu nad 30% rHDPEx v zmesi s LDPE?

- Ako je možné vysvetliť nárast modulu pružnosti v ťahu a medze pevnosti v ťahu prídavkom 10% rHDPEx k HDPE až nad úroveň platnú pre radiačne zosieťovaný HDPEx?

Vyššie uvedené otázky a pripomienky neznižujú význam rozsiahlej experimentálnej práce autora a diskusiu výsledkov, ale mali by ho podnietiť k hľadaniu súvislostí vyplývajúcich z výsledkov experimentov ako celku, ako aj podnietiť diskusiu počas obhajoby dizertačnej práce.

Vysoko si cením tiež rozsiahlu publikačnú aktivitu doktoranda sumarizovanú v závere práce, no v prehľade prác postrádam zmienku o podanej patentovej prihláške.

**Záver:** Na základe posúdenia obsahovej a formálnej stránky dizertačnej práce, ako aj splnenia cieľov práce **odporúčam** prácu Ing. Jana Navrátila k obhajobe a po úspešnej obhajobe aj udelenie titulu PhD.

V Bratislave dňa 11.5.2015



Prof. Ing. Ivan Hudec, PhD.

Ústav prírodných a syntetických polymérov FCHPT STU v Bratislave