



## APLIKÁCIA NOVÝCH TECHNOLOGIÍ PRI RECYKLÁCII PLASTOV

Lýdia SOBOTOVÁ

### APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AT THE PLASTICS RECYCLING

#### ABSTRAKT

Príspevok sa zaoberá otázkami recyklovania plastov, znižovaním tvorby odpadu z plastov. Jedným zo spôsobov znižovania odpadu je recyklácia plastov a určenie typu plastu nedeštruktívnym skúšaním plastov. Ramanov spectrometer je nový progresívny spôsob testovacej technológie pre rýchlu detekciu neznámeho plastového materiálu.

**KLúčové slová:** environment, plasty, skúšanie, ramanov spectrometer, recyklácia

#### ABSTRACT

The contribution deals with the question of plastics recycling, decreasing of plastics waste and non-destructive testing of plastics. One of these methods is the method of measuring by Raman spectrometer, which is new progressive testing technology for rapid detection of unknown plastic material.

**Key words:** environment, plastics, testing, Raman spectrometer, recycling

#### ÚVOD

Vývoj klimatických zmien a vývoj ďalších dopadov na životné prostredie z neudržateľných spôsobov výroby postupne mení správanie sa väčšiny podnikov. Pravidlá trhu sa začínajú postupne rozširovať o environmentálne požiadavky.

Hlavným príspevkom podnikov k trvalej environmentálnej udržateľnosti je rozhodovanie a konanie v troch smeroch [1]:

- voľba environmentálne vhodných technológií,
- výroba environmentálne vhodných výrobkov,
- optimálne prevádzkovanie jestvujúcich technológií s cieľom maximálne obmedzovať ich negatívne vplyvy na ŽP,
- spracovanie odpadu a jeho využívanie ako druhotnej suroviny.

#### VYUŽÍVANIE PLASTOV

Plasty a ich vlastnosti, požiadavky na výrobky pre spracovateľský priemysel alokovaný na Slovensku sa stále menia. Spotrebiteľia vyžadujú vysokú úroveň prevedenia plastových výrobkov, ale súčasne chcú aj vylepšenú spoľahlivosť, bezpečnosť, vyšší komfort, efektívnu spotrebu, štylovoť, konkurenčnú cenu a rastúce nároky z pohľadu životného prostredia. Kombinácia unikátnych vlastností plastov je kľúčom k zabezpečeniu technologických inovácií s efektívnymi nákladmi a požiadavkami trvale udržateľného rozvoja v celom priemysle.

V technickej verejnosti sú najznámejšie systémy kvality podľa ISO 9001. Požiadavky na systém manažérstva kvality špecifikované v tejto medzinárodnej norme STN EN ISO 9001:2001 dopĺňajú požiadavky na produkty. Túto medzinárodnú normu môžu využívať interné aj externé strany vrátane certifikačných orgánov na posúdenie schopnosti organizácie vyhovieť požiadavkám zákazníka, predpisov a vlastným požiadavkám organizácie.

Pri podrobnejšej analýze tvarovej, vzhľadovej, rozmerovej a funkčnej náročnosti plastových dielcov pre automobilový priemysel je možné konštatovať, že veľká väčšina (cca 90 %) dielcov sa vyrába technológiou vstrekovania a jeho modifikáciami. Aktivita subdodávateľských slovenských a zahraničných plastikárskych firiem, dodávajúcich dielce a podzostavy výstrekov z plastov sa premieta do veľkej konkurencie a vzájomnej rivality.

Spracovanie plastov (plastics processing) zahŕňa oblasti ako reológia ne-newtonovských kvapalín, polymérna chémia a fyzika, tepelné procesy, teória dimenzovania a navrhovania dielcov z plastov, vysokotlaká hydraulika, meranie a regulácia, simulačné procesy, tvorba a dimenzovanie nástrojov a periférií, automatizácia a robotika, štatistická kontrola kontinuálnych a diskontinuálnych procesov, teória vzniku procesných chýb dielcov z plastov, eliminácia odpadu z výroby, ochrana životného prostredia.

Pri hromadnej výrobe dochádza aj k výpadkom či už v dôsledku prerušenia dodávky elektrického prúdu alebo z rôznych iných poruchových príčin. Často dochádza aj k dodávke polotovarov, súčiastok od viacerých dodávateľov. Avšak pri vizuálnom hodnotení nemôžeme zistiť pravosť alebo správne chemické zloženie príslušného plastového dielu, napr. z automobilu, obr.1, a tým sa tiež môže zvyšovať nevhodnosť dodaného plastového dielu k danému použitiu. Súčiastka sa môže skôr opotrebiť, môže mať nevhodné mechanické vlastnosti, a tým môže skôr prasknúť a zlomiť pri náraze a aj tým sa zvyšuje sa nebezpečenstvo vzniku havárií, porúch ale aj odpadu.



Obr.1 Používanie plastov v automobilovej výrobe

### Zavádzanie nových technológií do praxe

Rozvojom skúšobníctva v oblasti nedeštruktívnych skúšok sa dostáva do popredia skúšanie a overenie chemického zloženia plastových materiálov pomocou spektrometrickej analýzy materiálov. Jednou z týchto skúšok je aj nedeštruktívna skúška pomocou overenia vlastnosti Ramanovým spektrometrom, obr.2. Je to rýchle a veľmi efektívne riešenie pri rýchlej identifikácii materiálu a jeho kontrole, obr.3.



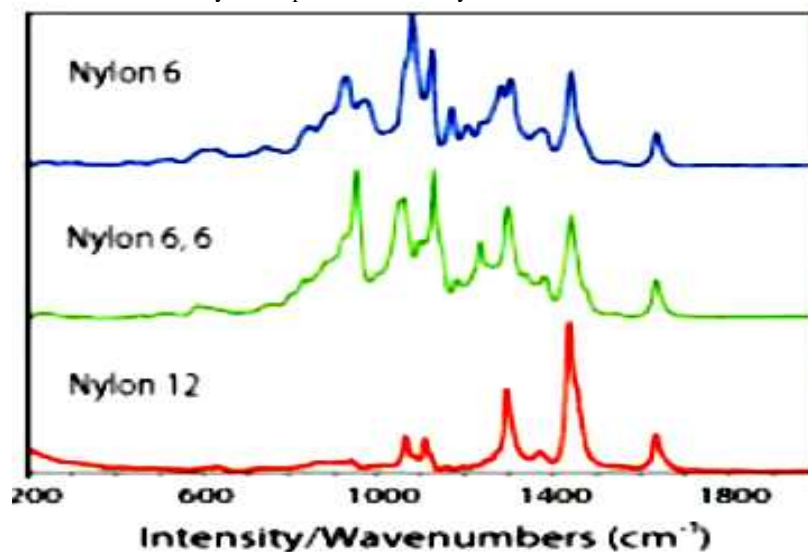
Obr.2 Prístroj DeltaNu , RAPID•ID



Obr. 3 Testovanie materiálu

Pri veľkom množstve dodávaných plastových polotovarov je potrebné rýchlo určiť typ a predpokladané vlastnosti dodaného materiálu, hlavne ak sú od viacerých dodávateľov.

Materiálová identifikácia pozostáva z porovnania jedinečného molekulového zloženia materiálu a nasledujúceho porovnania s etalónovým materiálom uloženého v knižnici materiálových databáz, obr.4. Určenie typu a chemického zloženia neznámeho plastu tak vieme určiť veľmi rýchlo v priebehu niekoľkých minút.



Obr.4 Materiálové porovnanie plastov podľa knižnice materiálových databáz

Avšak pri pohybe v skladoch , pri preberaní tovaru je kontrola s veľkým skúšobným prístrojom obtiažna. Medzi najdôležitejšie konštrukčné parametre skúšobného zariadenia môžeme zaradiť veľkosť aparátu, hmotnosť a jednoduchosť manipulácie. Následný je dôležitý logický výber v operačnom programe, konštrukciu nastavcov pri určovaní neznámeho materiálu plastu v podobe prášku, kvapaliny alebo tuhého dielca, možnosť uloženia údajov do USB pamäte.

Pri skúšaní plastov je možné identifikovať:

- vstupné materiály,
- prídavné materiály –aditíva,
- polotovary a hotové výrobky,
- prvé analýzy pri zlomoch a poruchách materiálov,
- analýzy pri určovaní falzifikátov materiálov a ich identifikácii,
- analýzy pri kontrole dodržiavania elasticity materiálu.

### Experimentálne skúšky

Na základe hore uvedených informácií boli v laboratóriách na KTaM a KE SJF TU v Košiciach vykonané skúšky pomocou zariadenia na princípe Ramanovho spektrometra. Skúšky boli vykonané na neznámom plastovom materiály dodané z výroby. Hodnotené plastové výrobky , konkrétne plastové krúžky boli po vizuálnom hodnotení lesklé. Zobrazené obrázky z plastových krúžkov pomocou USB mikroskopu sú uvedené na obr.5 a obr.6.

Spektrometrická analýza dodaných plastových krúžkov sa vykonala na Ramanovom spektrometri, obr.2. K základnému meraniu stačila voľná, rovná plocha na súčiastke. Záznam z meraní na vzorkách je uvedený na obr. 7, na ktorej skúmaný plast má zobrazené dané závislosti.



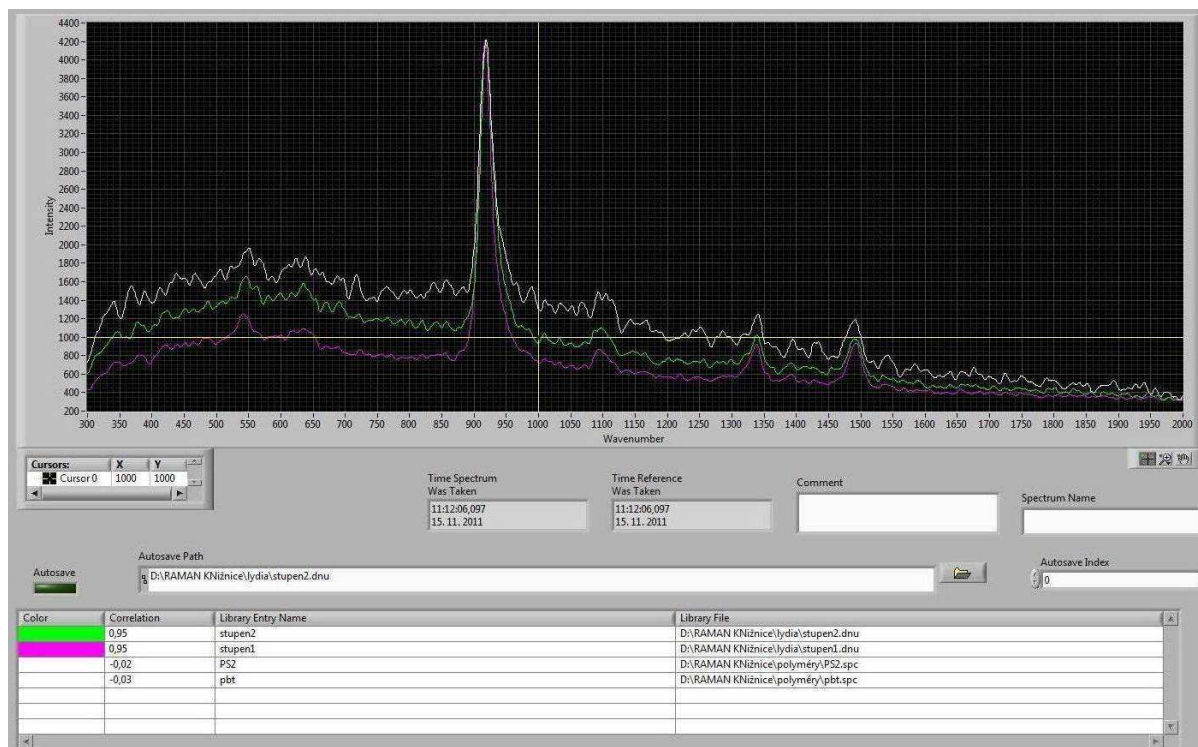
Obr.5 Skúšobná vzorka



Obr.6 Detail skúšobnej vzorky

Na jednej skúšobnej vzorke boli vykonané 3 merania. Každé z meraní má v porovnávacom programe inú farbu záznamu. Pri porovnaní grafickej závislosti skúšobnej vzorky a grafickej závislosti z katalógu materiálov vyplýva, že závislosť skúšobnej vzorky sa najviac približuje zloženiu plastu z určitého druhu formaldehydu, obr. 7.

Na obr. 8 je znázornené porovnanie skúmaného plastového krúžku ( červená závislosť) a plastu nájdeného v katalógu ( modrá závislosť). Porovnaním závislostí grafov je vidieť určitú podobnosť, to znamená, že skúmaný materiál pravdepodobne obsahuje paraformaldehyd.



Obr. 7 Grafická závislosť skúšaných materiálov

## Záver

Tento dokument je určený na poskytovanie počiatočnej informácie týkajúcej sa environmentálnej bezpečnosti pracovísk spracovávajúcich plasty nové, napr. vo forma granôl alebo plastový odpad vo forme recyklátu.

Dôležité je si uvedomiť, že chemické zloženie plastov, intenzita ich produkcie, rozmerová distribúcia, ďalej pri výrobe aj veľkosť častíc a štruktúra tuhej fázy aerosólov, závisia od spôsobu, resp. technológie vstrekovania, zvrárania plastov, od zloženia použitých prídavných a základných materiálov, režimov a parametrov procesu, maximálnej výšky pracovnej teploty pri tavení alebo zvráraní a od prípadnej povrchovej úpravy zvráraných materiálov.

Na základe vykonaných experimentov sa porovnali dva materiály –skúšobný a etalónový podľa knižnice dát na základe podobnosti grafickej závislosti materiálov. Možno konštatovať, že k úspešnému vykonaniu skúšok je potrebná široká databáza plastových materiálov, iba potom je možné rýchlo zdefinovať testovanú vzorku.

Zariadenie na princípe Ramanovej spektrometrie sa využíva na priemyselnú kontrolu v oblasti:

- chemickej analýzy vo výrobe,
- pri výrobe plastových medicínskych pomôcok,
- pri obalovej technike v potravinárskom priemysle,
- pri recyklácii plastov,
- vo výskume a skúšobníctve,
- pri bezpečnosti a reputácii firiem pri odhaľovaní materiálových falzifikátov, pri používaní
- náhradných neoriginálnych materiálov

### Pod'akovanie

Príspevok vznikol v rámci projektu KEGA 032TUKE-4/2012.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] [on-line] Available on - URL: <http://www.analytik.co.uk/handheld-raman-spectroscopy-rapid-id.htm>
- [2] [on-line] Available on - URL: [www.deltanu.com](http://www.deltanu.com)
- [3] BĚHÁLEK, L.: Properties of injection parts from SMA regranulats. In Acta Mechanica Slovaca – In: PRO-TECH-MA 08., Košice, 6-8.7.2008, s. 39-44. ISSN 1335-2393.
- [4] Stępień K., Janecki D.: Badanie wpływu pochyleńa prowadnicy czujnika na wynik pomiaru zarysu walcowości metodą odniesieniową. Przegląd Mechaniczny nr 9/07 (suplement), Warszawa 2007, s. 111-114.



- [6] LADOMERSKÝ, J.: Svetový environmentálny sektor a úlohy environmentalistov. Technická univerzita vo Zvolene, KEI In: Ekológia a environmentalistika 2007 . s. 277-283. Zvolen
- [7] GAJDOŠ, I. - SLOTA, J. - SPIŠÁK E. : Non-destructive analysis of building structure in FDM prototypes / 2009. In: Progressive technologies and materials. 3-A, Technologies. - Rzeszów : Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2009 P. 19-27. - ISBN 978 8371995507
- [8] RUSKO, M. - KRÁLIKOVÁ R.: Implementation of Environmental Oriented Monitoring in the Manufacturing Company / - 2013. In: Advanced Materials Research. Vol. 816-817 (2013), p. 1225-1230.
- [9] KRÁLIKOVÁ, R. – BADIDA, M.: Environmentálne merania a monitoring v strojárstve / - 1. vyd - Košice : Reprocentrum - 2010. - 150 s. - ISBN 978-80-553-0646-9.
- [10] HODOLIČ, Janko et al.: Reciklaža i reciklažne tehnologije. - Novi Sad : FTN - 2011. - 526 p.. - ISBN 978-86-7892-342-5.
- [11] KRÁLIKOVÁ, Ružena - BADIDA, Miroslav - HALÁSZ, Jozef: Technika ochrany prostredia - Košice : Elfa, - 2005. - 278 s. ISBN 80-8073-229-9.
- [12] KRÁLIKOVÁ, R. - SOKOLOVÁ, H.: Prístupy k hodnoteniu pracovného prostredia v priemysle. 2012. In: Manažérstvo životného prostredia 2012. Žilina : STRIX, 2012 S. 109-113. - ISBN 978-80-89281-85-5

#### ADRESA AUTORA

doc. Ing. Lýdia SOBOTOVÁ, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky Park Komenského č. 5, 042 00 Košice, Slovenská republika, e-mail: >lydia.sobotova@tuke.sk<

#### **RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU**

*Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.*

#### **REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS**

*Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.*