

Termická depolymerizace obalů z PE pro automobilový průmysl s důrazem na maximální tvorbu olejů

Ing. Libor Baraňák, Ph.D., doc. Miroslav Bačiak, Ph.D., ENRESS, s.r.o., Praha
baranak@enress.eu

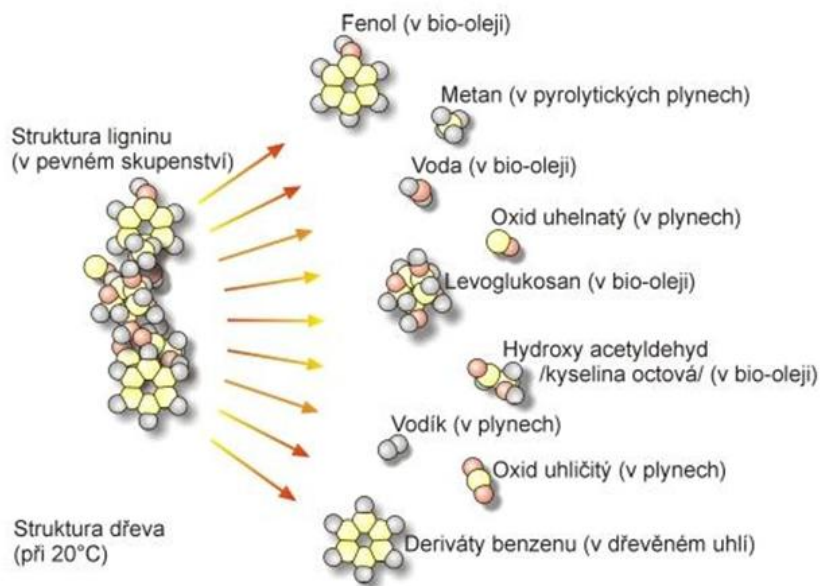
Tématem tohoto zadání bylo zjištění a stanovení meze termické stability obalových PE materiálů, které zůstávají nevyužity jako odpad při činnosti významného zahraničního producenta na našem území a vypracování následných analýz zaměřených na materiálovou, kvalitativní a energetickou bilanci získaných produktů po termické depolymerizaci s ideálními procesními parametry. Cílem zadání bylo získat dominantní produkt termické depolymerizace tohoto druhu odpadních plastů, které se skládají zejména z PE folií čirých i různobarevných, ale i z dalších forem těchto polymerů, tedy procesní olej. Tuto kvalitní, nově získanou surovinu z termické depolymerizace odpadních plastů lze dále využít jako zdroj pro výrobu elektrické, nebo tepelné energie, nebo jako alternativní palivo do některých vznětových motorů.

Klíčová slova: PE, termická depolymerizace

The subject of the assignment was the determination of the thermal stability limits of waste packaging PE materials. Further, analyzes of material, qualitative and energy balance of products obtained by thermal depolymerization with ideal processed parameters. The aim was to obtain oil as the dominant product of thermal depolymerization of this type of waste plastics. From waste in the form of clear and multi-colored PE foils, or other forms of polymers, it is possible to obtain a high-quality, useful raw material. It can serve as a source for the production of electric or thermal energy, or as an alternative fuel for diesel engines.

Popis technologie

Termický rozklad je fyzikálně-chemický děj, který řadíme do skupiny termických procesů. Termický rozklad je rozklad organických materiálů bez přístupu oxidačních médií, jimiž jsou O₂, CO₂, vodní pára. Termický rozklad materiálů je exotermický proces, jehož podstatou je ohřev materiálu nad mez termické stability přítomných organických sloučenin, což má za následek štěpení vysokomolekulárních látek až na stabilní nízkomolekulární produkty a tuhý zbytek. Tento exotermický proces, při němž roste míra neuspořádanosti systému (entropie), probíhá v oblasti teplot 120–1200 °C. Tato reakce probíhá samovolně, avšak pomalu, i v přírodě. Tento fakt platí obecně pro všechny organické látky, bez ohledu na to, zda vznikly "přírodním" procesem jako biomasa nebo procesem syntetickým (umělým) jako plasty, či pryže. Zásadní výhodou tohoto postupu je, že k rozkladu dochází při nedostatku kyslíku a tím je omezena tvorba polychlorovaných dibenzo – dioxinů, resp. furanů.



Obrázek 1 Příklad termické separace ligninu

Popis laboratorního zařízení termického rozkladu LP-5.3 ENRESS

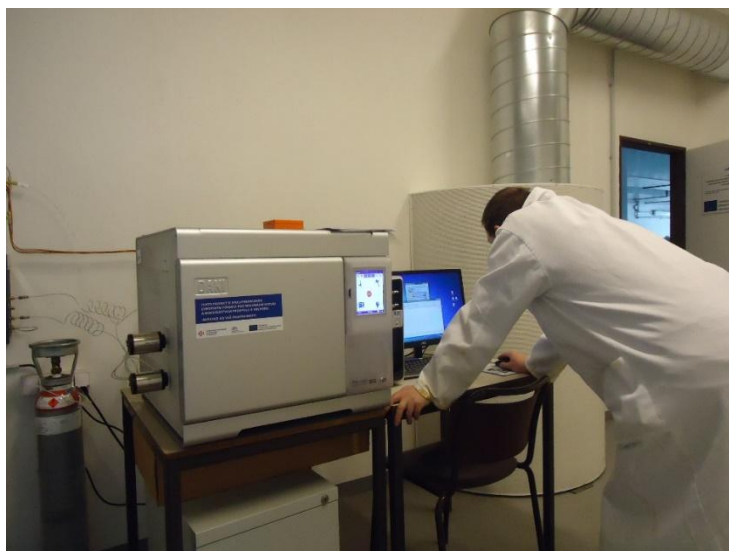
Laboratorní zařízení třetí generace LP-5.3 bylo navrženo a zkonstruováno společností ENRESS za účelem laboratorních termických rozkladů syntetických a biologických materiálů v anaerobním prostředí. Výsledkem termického rozkladu těchto materiálů je procesní plyn, procesní kapalina a procesní pevný zbytek.

Laboratorní zařízení LP-5.3. umožňuje termický rozklad materiálů v retortě s objemem max. 5.000 cm³ při teplotách v rozmezí od 200 do 1.000 °C.

Součástí laboratorního zařízení je monitoring procesní a kondenzační teploty a dále sledování složení a kvality procesního plynu. Rozbory a analýzy ostatních získaných produktů jsou prováděny po skončení procesu termického rozkladu.



Obrázek 2 LP-5.3 ENRESS



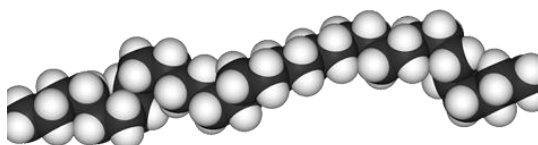
Obrázek 3 Plynový chromatograf

Výběr materiálu pro zkoušku termické separace PE.

Materiál na tuto zkoušku byl dodán zákazníkem, který požadoval provedení této zkoušky. Tento materiál se skládal z PE folie různých barev, která sloužila jako ochranný obal při transportu součástek do montovny z výrobního závodu.

Všeobecná charakteristika PE:

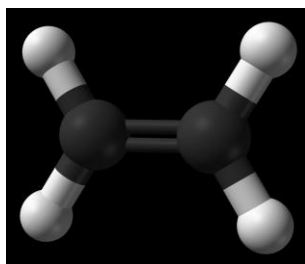
Polyetylen je polymer, kterého základem je jedno vazební uhlovodík (alkán), který má sumární vzorec C_2H_4



Obrázek 4 Vzorec polyethylen

Ethen polymeruje za vysokého tlaku a za použití katalyzátoru a vzniká polyetylen. Je to termoplast, který je od určité vyšší teploty plastický – tvárný – až kapalný a po ochlazení se stane pevným, přičemž tyto teplotou dané změny tvárnosti mohou nastávat opakovaně.

Polyetylen je v současnosti nejpoužívanějším polymerem na světě. Jeho roční produkce je odhadována na více než 60 milionů tun.



Obrázek 5 Vzorec ethenu

Test PE

V minulých měsících jsme byly osloveni zahraniční automobilovou společností, abychom otestovali jejich obalové materiály, které mají od jejich subdodavatelů komponentů. Hlavním materiálem jsou barevné PE folie, které jsou i předmětem tohoto článku.

Tabulka 1 Teplota, množství a zpracovaný materiál

Datum	Zpracovávaný materiál	Teplota procesu	Množství materiálu
02.01.2019	Folie PE plast	670 °C	619 g



Obrázek 6 Folie PE

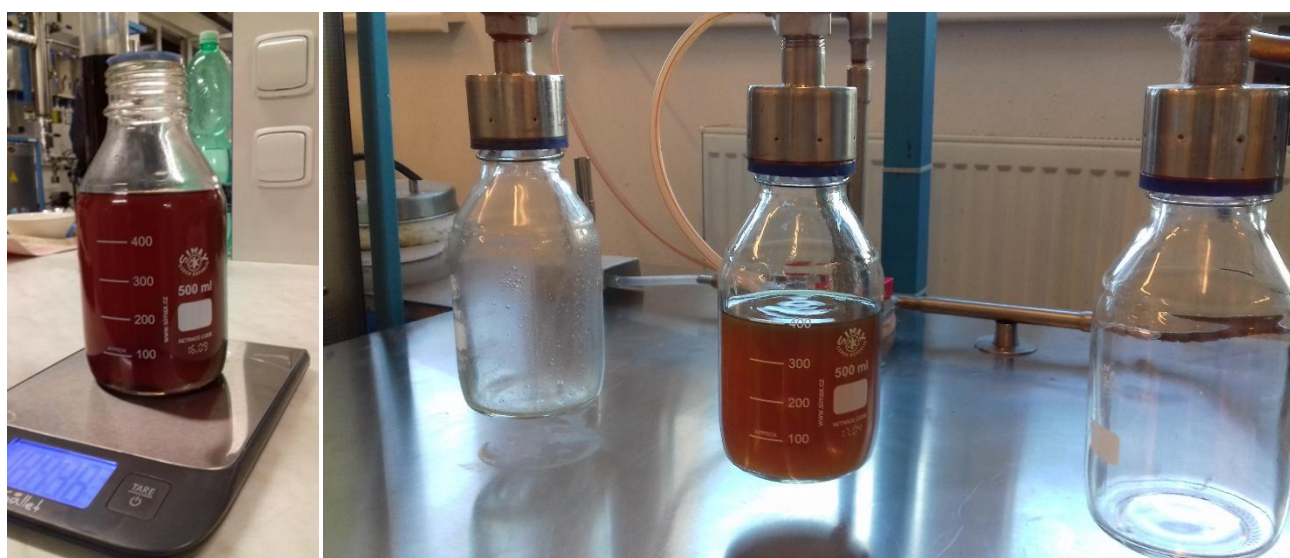
Tabulka 2 Elementární a chemický rozbor vstupního materiálu

Vlastnost	Jednotky	Hodnota			Metoda
		ar	dry	daf	
Vlastnosti paliva					
Obsah vlhkosti	wt %				
Obsah popela	wt %			0,08	
Elementární analýza					
Uhlík	wt %			83,29	
Vodík	wt %			13,93	
Kyslík	wt %			2,51	
Výhřevnost					
LHV	MJ/kg				

HHV	MJ/kg			47,64	
HHV Milne	MJ/kg				
Chemický rozbor					
N	wt %			0,20	ASTM D 2622–87
S	wt %			0,07	ČSN EN ISO 14596

Tabulka 3 Hodnoty oleje HDPE a nafty

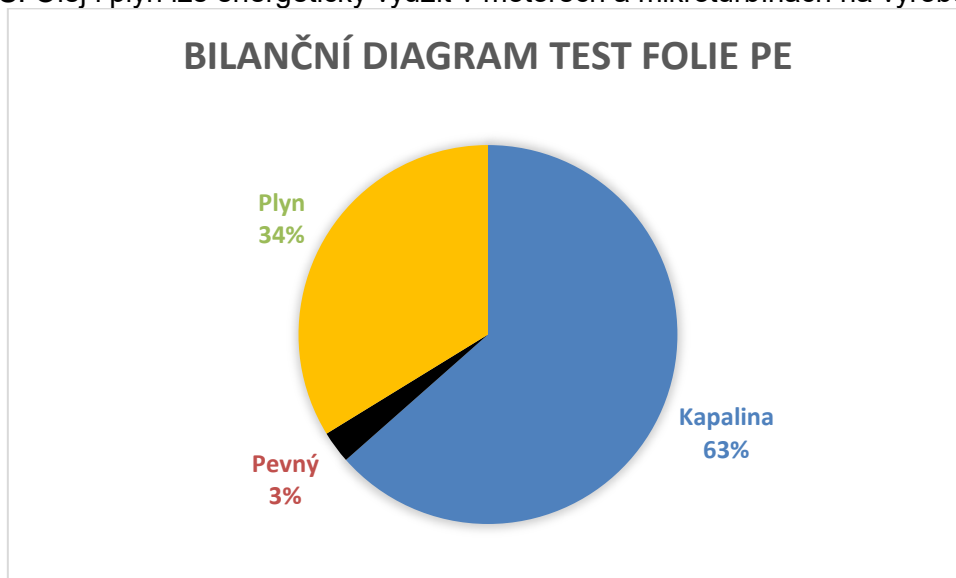
Parametr	Jednotky	Nafta Podíl	Kapalina HDPE Podíl
Hmotnostní podíl uhlíku C	wt %	87	80,58
Hmotnostní podíl vodíku H	wt %	12,6	13,98
Hmotnostní podíl kyslíku O	wt %	0,4	5,19
Hmotnostní podíl síry S	wt %	0,08	0,08
Hustota	kg.dm ⁻³	0,84	0,7686
Kinematická viskozita	mm ² s ⁻¹	2 až 4	1,6445
Cetanové číslo		51	61
Výhřevnost změřená a tabulková	kJkg ⁻¹	41868	45780
Výhřevnost vypočítaná	kJkg ⁻¹	42482	43510
Obsah polycyklických aromatických uhlovodíků	% hm.	8	-



Obrázek 7 Olej po termické depolymerizaci PE

Výsledným hlavním produktem, je kvalitní olej, který byl srovnáván s výsledky zahraničních autorů, kteří prováděli obdobné testy. Velkou výhodou těchto materiálů je čistota těchto materiálů, které nejsou

dekontaminováni jinými materiály. Zároveň i další produkty z termického štěpení vykazovali velmi kvalitní výsledky. Výsledky těchto dalších testů budou v budoucnosti využity k výstavbě průmyslových zařízení firmou ENRESS. Olej i plyn lze energeticky využít v motorech a mikroturbínách na výrobu energie.



Graf 1 Bilanční diagram

Testy folií prokázali, že zvolená teplota procesu je vhodná k větší produkci oleje, která se dá zvýšit použitím vhodného katalyzátoru.



Obrázek 8 Hořící plyn z procesu