



INSTITUT
PRO TESTOVÁNÍ
A CERTIFIKACI

Vybrané aspekty recyklace polymerních materiálů ve vztahu k požadavkům cirkulární ekonomiky

Samsonek Jiří

WWW.ITCZLIN.CZ



TRADICE



PROFESIONALITA



ZKUŠENOST



ODBORNOST

Obsah přednášky

- ✓ Úvod
- ✓ Recyklace polymerních materiálů versus recyklace tradičních materiálů
- ✓ Faktory, ovlivňující degradaci polymerních materiálů a limitace znovupoužití plastů
- ✓ Možná řešení, výhled do budoucna
- ✓ Závěr



Recyklace různých typů materiálů se historicky provádí již staletí a to zejména tam, kde to umožňuje povaha a charakter recyklovaného materiálu. Důvody byly zejména ekonomické

Typicky se jedná o sklo a kovy, kde jsou tyto technologie zvládnuté

Nové syntetické materiály, které byly uvedeny na trh v průběhu dvacátého století, zejména plasty, jsou však svou povahou odlišné a i recyklace takovýchto materiálů je poněkud odlišná

Přednáška se věnuje zejména specifikám recyklace polymerů vs. tradičních materiálů



Recyklace polymerů vs. klasických materiálů



- ✓ Recyklace skla a kovů historicky zvládnutá
- ✓ Na **atomární úrovni**, odstraňujeme časovou historii materiálu a proces je ve finále takřka totožný s výrobou „virgin“ materiálu
- ✓ Recyklace polymeru je nejčastěji na **molekulové úrovni**, tj. snažíme se pracovat na zachování sloučenin (makromolekul), respektive pracovat s celými segmenty molekul (znovupoužití roztavením, depolymerací, nebo krakováním - pyrolýzou). Lze taky recyklovat v makroměřítku (pryžové drtě), ale to není molekulární úroveň, jen mechanická recyklace...



Faktory, ovlivňující recyklaci polymerů

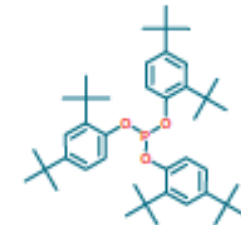
☑ Faktor č. 1 – Kyslík, ozon a s tím spjatá oxidace polymerů a aditiv

Kyslík pomalu, ale jistě **oxiduje většinu polymerů** (běžných), což se může projevit i zkracováním délky molekul (štěpení) a/nebo vznik volných kyslíkatých derivátů (typicky degradace na dvojně vazbě)

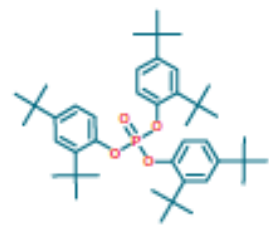
Kyslík rovněž reaguje s antioxidanty, které jsou v polymerech mnohdy přítomny a převádí je do oxidované formy. Ta je již „jalová“ a v polymerů zůstává jako reziduální organické znečištění. Pro nové použití musíme znovu „čerstvý“ antioxidant přidat.

Vznik gelu – prosítování MML –O – vazbou

Irgafos 168



Oxidized Irgafos 168



Faktory, ovlivňující recyklaci polymerů



☑ Faktor č. 2 – UV záření, hydrolýza

UV záření degraduje polymer podobně, jako kyslík. Po expozici polymerů UV záření je povrchová vrstva polymeru degradovaná bez potřebných mechanických vlastností. Při znovu-zpracování není plnohodnotným polymerem. Zvláště některé polymery jsou mimořádně citlivé na UV záření (PP, PC, PVC..)

Hydrolýza u některých polárních polymerů funguje obdobně, zkracování řetězců vede k degradaci mechanických vlastností (polyestery, polyamidy, polyurethany)



Faktory, ovlivňující recyklaci polymerů

✓ Faktor č. 3 – Kumulace aditiv a jejich degradace

Většina polymery potřebují pro svou řádnou funkci a životní cyklus aditiva, která dávají materiálům potřebné vlastnosti. Nízká hořlavost (retardéry hoření), plniva (zlevnění materiálu, probarvení, rozměrová stabilita), pigmenty a barviva aj... Tyto látky se při recyklaci míchají do finálního recyklátu, ředí a postupně koncentrují...

Nikdo v klasických recyklátech neví přesné složení, protože aditiva degradují, mnohdy jsou přítomna ty, která se již nesmí používat... Je vlastně legální uvádění na trh takového materiálu z hlediska legislativy REACH? Bod 75 přílohy č. 17 – CRM látky?

Budou za čas všechny plasty černé? – Unifikace barvy recyklátů je běžná praxe a nakonec skončíme u černé barvy, vždy...

Kauza BPA! Pro FCM výrobky! Od 7/26 tristní limit na BPA!

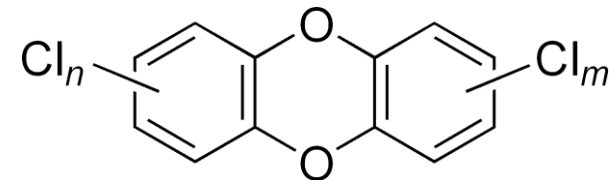


Faktory, ovlivňující recyklaci polymerů

✓ Faktor č. 4 – Přítomnost halogenů

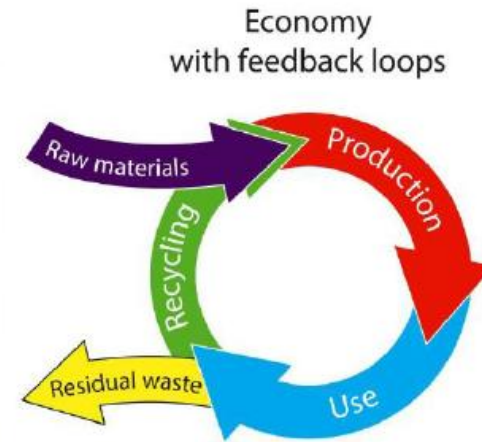
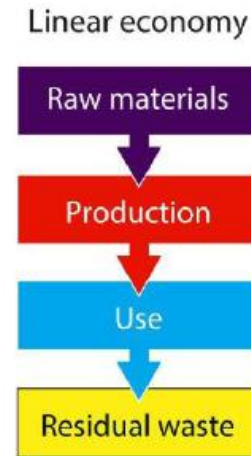
Pryže, termosety a obecně síťované polymery nelze znovu tavit, lze je de-facto jen pyrolyzovat, nebo energeticky zhodnotit (spálit). U pyrolýzy je zásadním problémem reaktivita halogen-radikálů a tudíž vznik polyhalogenovaných sloučenin...

Spalování má aspoň kontrolované řízení čištění spalin, kde je vznik těchto toxických látek minimalizováno a kontrolováno...



Možná řešení a výhled do budoucna

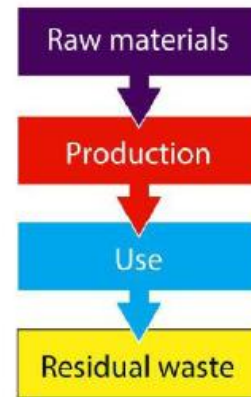
- ✔ Čistá cirkulární ekonomika je pouze pro některé materiály, **pro všechny polymery není technicky reálná**
- ✔ Problém neřeší pyrolýza, jelikož ta je statistická, nikoliv cílená (filozofické pojetí) a z obtížně definovaného vstupu nám náhodnost štěpení vyrobí ještě širší produkt, což je opak vůči standardní výrobě, kdy se snažíme vyrobit produkt (chemický) většinou jeden a co nejčistší



Možná řešení a výhled do budoucna

- ✓ Potřeba tepla pro domácnosti a průmysl je nezpochybnitelná
- ✓ Spalování je zvládnuté, řízené a využitelné pro produkci tepla
- ✓ Pyrolýza je ze své podstaty velmi limitovaný proces, kdy je nezbytné na vstupu eliminovat halogeny (jak?) a počítat s širokospektrálním produktem, který bude mít jednak proměnlivé složení, neznámé složení a proměnlivé vlastnosti

Linear economy



Economy with feedback loops



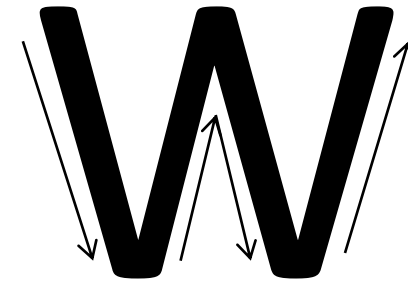
Circular economy



Možná řešení a výhled do budoucna

- ✔ Jak zabránit tomu, aby byly recyklované výrobky zdrojem potenciálně nebezpečných látek?
- ✔ Lze uvažovat o procesu „W“, kdy z primárního materiálu uděláme výrobek, který po své životnosti (ideálně co nejdelší) byl recyklován do přesně daných typů výrobků (sekundárních), u kterých by se počítalo už jen s kontrolovaným termickým zhodnocením
- ✔ Ale i takto zjednodušená strategie bude mimořádně komplikovaná z hlediska kontroly a řízení

Virgin Recycle Heat



Primary
product

Secondary
product



Možná řešení a výhled do budoucna



- ✔ Renesance celulosové chemie? Nejrozšířenější polymer na světě! Tři hlavní cesty, depolymerizace a pak nové polymery, deriváty celulozy a celuloza ve formě nanoplniv
- ✔ Biopolymery, které budou lepší, než stávající např. PHVB? (Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate), ne tak křehké a drahé?
- ✔ Je na čase začít potlačet používání polymerů s extrémně krátkým životním cyklem?



- ✔ Reduce, Reuse, Recycle je určitě dobrá strategie
- ✔ Pro polymery je ovšem potřeba uvažovat o limitní životnosti samotných organických látek a komplikovanosti matrice
- ✔ Při nevhodném způsobu recyklace můžeme i vyrábět a uvolňovat toxické látky
- ✔ Teplo stejně potřebujeme, stále se nabízí využít teplo, které je uloženo ve formě výhřevnosti v plastových odpadech a toto využít



- ✔ Crippa, M., De Wilde, B., Koopmans, R., Leyssens, J., Muncke, J., Ritschkoff A-C., Van Doorselaer, K., Velis, C. & Wagner, M. A circular economy for plastics – Insights from research and innovation to inform policy and funding decisions, 2019 (M. De Smet & M. Linder, Eds.). European Commission, Brussels, Belgium
- ✔ Robertson, M. (2014). Sustainability Principles and Practice. London: Routledge, <https://doi.org/10.4324/9780203768747>
- ✔ Samsonek, J., Aspekty recyklace polymerních materiálů ve vztahu k požadavkům cirkulární ekonomiky, Magazín ČAS, ISSN 2694-6920, ročník 2020, č. 3, p. 27-34
- ✔ Shaghaleh, H., Xu, X., Wang, S., Current progress in production of biopolymeric materials based on cellulose, cellulose nanofibers, and cellulose derivatives, RSC Adv., 2018,8, 825-842



Závěr



Děkuji za pozornost...

Jiří Samsoněk

Institut pro testování a certifikaci, a.s.

Zlín

www.itczlin.cz

