



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

- ✔ ITC Zlín
- ✔ Úvod
- ✔ Recyklace polymerních materiálů versus recyklace tradičních materiálů
- ✔ Faktory, ovlivňující degradaci polymerních materiálů a limitace znovupoužití plastů
- ✔ Možná řešení, výhled do budoucna tak, jak to vidíme...
- ✔ Závěr



- Historie zkušebnictví plastů a pryže sahá až k Baťovým továrnám. Centrální laboratoře Baťa pocházejí z roku 1928 a následně byl postaven na zelené louce Výzkumný ústav gumárenské a plastikářské technolog v roce 1956
- ITC je akc. společnost od roku 1993, vznikla oddělením laboratoří od poloprovozů a zkušebny pneumatik
- Od roku 2000 ITC čistě privátní společnost
- Obrat ca 0,28 GKč za rok
- Export asi 38 %, většinou do EU, ale i mimo EU
- V divizi zkušebnictví 84 lidí z ca 230 z celkového počtu zaměstnanců...



Struktura divize zkušebnictví

Divize zkušebnictví = 4 laboratoře

- Laboratoř analytické chemie a mikrobiologie
- Fyzikální laboratoř
- Zkušebna textilních materiálů a výrobků
- Zkušebna obuvi a OOP



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 a pryže**, 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...
- ✓ **Depolymerace** je ideál, avšak nefunguje pro polymery obecně



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.

Gelovatění materiálů – prosítování peroxidickým radikálem – nerozpustné formy



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 a míchání polymerů

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...

„Food Contact“ materiály – kapitola sama pro sebe a na separátní přednášku...



Faktory, ovlivňující recyklaci polymerů



☑ Faktor č. 3 – Kumulace aditiv a jejich degradace a míchání polymerů

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?

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



Faktory, ovlivňující recyklaci polymerů



☑ Faktor č. 3 – Kumulace aditiv a jejich degradace a míchání polymerů

Jedno, relativně fungující schema nezaručuje, že se dá aplikovat na vše kolem

Zatím fungující: Recyklace PET a PE (velké objemy, řezání virgin polymerem, relativně normální sběr a třízení), **ale všeho do času!**

Zcela problematické: Multimateriály, Chlorované polymery, reaktoplasty, pryže

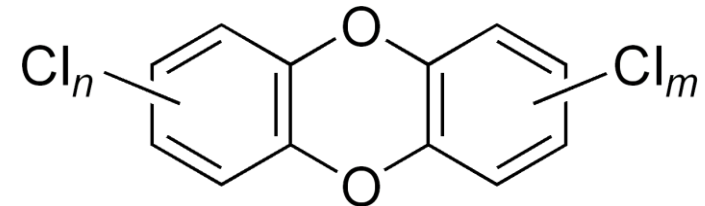


Faktory, ovlivňující recyklaci polymerů

✓ 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...

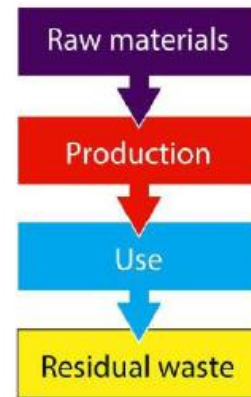
Spalování má aspoň kontrolované řízení čištění spalin, kde je vznik těchto toxických látek minimalizováno a kontrolováno...



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. **Už jste někdo viděli palivo u stojanu z pyrolýzy plastů?? Já ne a si ani nikdy neuvidím!**

Linear economy



Economy with feedback loops



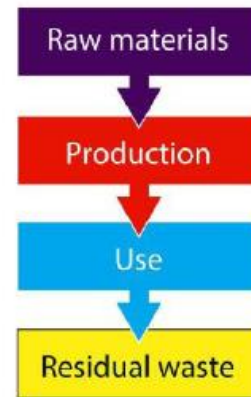
Circular economy



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



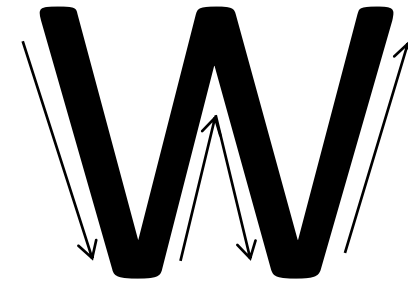
Circular economy



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



- ✔ 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>
- ✔ Samsoněk, J., Aspekty recyklace polymerních materiálů ve vztahu k požadavkům cirkulární ekonomiky, Magazín ČAS, ISSN 2694-6920, ročník 2020, č. 3, p. 27-34



Závěr



Děkuji za pozornost...

Jiří Samsoněk

Institut pro testování a certifikaci, a.s.

Zlín

www.itczlin.cz

