

Že část plastů končí ve spalovnách? Za mě v pořádku

21.7.2024 - | Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Polymery si lidé běžně asociují s plasty, které mezi částí laické veřejnosti nemají nejlepší pověst. Proč jste si je vybral jako profesní téma?

Už na střední škole mě zaujalo, že se jednalo o progresivní materiály. Jsou vlastně nejmladší odnoží chemie, vedle té organické a anorganické. Teprve minulý rok jsme měli oslavy 100 let od doby, kdy chemici porozuměli struktuře polymerů. Na začátku probíhala velká debata. Neexistovali žádní polymerní chemici, takže s prvotní ideou přišlo pár organických chemiků. A ten, co měl pravdu (Hermann Staudinger), musel dlouho bojovat, než prosadil – celé tehdejší chemické komunitě navzdory – myšlenku, že polymery nejsou nějaké shluky malých molekul, ale obrovské makromolekuly. Většina renomovaných chemiků myslela, že tak velké molekuly nemohou být stabilní a musí jít o shluky. Jenže se spletli. Na Nobelovu cenu nicméně Staudinger čekal přes 30 let.

Mně se na polymerech líbilo a líbí, že jako moderní materiály mají řadu aplikací a jde o komplexní téma. V organické chemii často syntetizujeme nějakou novou látku, popíšeme ji, a tím proces víceméně skončí. Pro nás ale v tenhle moment práce často teprve začíná, protože nás zajímají materiálové vlastnosti syntetizované látky a k čemu by mohla být v praxi dobrá. Poslední dobou nás zajímá i konec jejího životního cyklu a jak s ní nakládat dál.

Myslíte recyklaci?

Ano, jde o velmi důležité téma. My v Evropě většinu plastového odpadu vysbíráme a do životního prostředí se ho tolik nedostane. Problém ale nastává v částech světa se špatným managementem odpadů. Pokud se pak plast dostane do přírody, jednou z vlastností polymerů je, že jsou velice odolné k degradaci a dokážou přetrvat v prostředí i stovky let, než se rozpadnou.

Aktuálně optimálním řešením je tedy propracovat systém jejich sběru a plastové odpady materiálově znovu využít. To předpokládá pečlivé vytrídění na jednotlivé druhy plastů. Protože pokud to neuděláme a smícháme je dohromady, roztavíme je a uděláme nový výrobek, nebude mít dobré vlastnosti. Jenže pořádné třídění je nejenže problematické, ale také drahé. A nelze jej provozovat donekonečna, protože opakovaným tavením polymer degraduje a má omezený počet cyklů, než se stane dále nepoužitelným. Proto se nyní ve výzkumu hledají jiné cesty než mechanická recyklace.

Jaké?

Najít způsob, jak se dostat ekonomicky a energeticky rozumně k výchozím surovinám, monomerům, z nichž lze vyrobit stejný panenský polymer, je ohromná výzva pro náš obor. Zatím existují řešení pro pár polymerů, např. polyethylentereftalát nebo polymetylmetakrylát (plexisklo), ale v naprosté většině jde o polymery, které společnost nevyužívá majoritně. My bychom potřebovali dostupná a levná řešení pro polyetylen a polypropylen. Bohužel, v jejich struktuře není žádné labilní místo ke štěpení a dostupné technologie, jako např. pyrolýza, nejsou příliš selektivní.

Dalším z výzkumných směrů je tedy hledání nových monomerů pro výrobu polymerů, které by se daly následně dobře degradovat, a tedy chemicky recyklovat. Problém ovšem je, že od 70. let minulého století se žádné nové polymery neprosadily zejména z ekonomických důvodů. Uvidíme, zda požadavek na dobrou degradovatelnost přinese změnu a zda takové nové polymery budou mít vůbec

konkurenceschopné vlastnosti co do pevnosti, tažnosti, stability pro zpracování atd.

Představují plastové odpady v přírodě jiný problém než estetický?

Obecně platí, že polymery jsou netoxické inertní látky, biologicky tolerované. Samy o sobě nám neškodí, nejsou toxické. Vyrábějí se z nich tělní implantáty, ze silikonu se dělají náhrady tkání. Do PVC sáčků měkčených ftaláty ukládáme krev pro transfuze. Co ale nevíme přesně, je, zda ve formě malých částic nezpůsobují nějaká zdravotní rizika.

Například?

Existuje hypotéza, že mikroplasty mohou fungovat jako nosič patogenů. Na druhou stranu, takové nebezpečí by se muselo týkat všech mikročástic v prostředí... Se syntetickými plasty žijeme nejméně 70 let, čili mikroplasty kolem nás nejsou jen v poslední době. Navíc zpočátku nebyly polymerní produkty tak dobře stabilizované jako nyní. Rozpadaly se za kratší dobu a tzv. sekundární mikroplasty se tvořily snáze, ovšem tehdy z daleko menšího množství vyráběných plastů. První zmínka o nalezení mikroplastů v oceánech je již ze 70. let, tehdy to ještě ale nebylo módní téma. Vzhledem k netoxicitě plastů ani není WHO doporučeno monitorovat mikroplasty ve vodě. Také technologie čištění vod dokážou být při odstraňování jakýchkoli částic, tedy i mikroplastů, vysoce účinné.

Jak vnímáte skutečnost, že většina plastů vysbíraných do žlutých popelnic stejně v ČR skončí ve spalovnách?

Za mě v pořádku. Z pohledu chemika jde rozhodně o lepší scénář, než když zůstanou někde v prostředí nebo na skládce. Mluvím samozřejmě o plastech, které jsou obtížně recyklovatelné. Většina polymerů se vyrábí z ropy, a tu jako lidstvo stejně v 90 % rovnou spálíme. Když nám tedy v mezifázi poslouží jako materiálový výrobek a následně ještě získáme zpět část energie, kterou jsme investovali do jeho výroby, proč ne. Spaliny z většiny běžných polymerů nejsou toxické a jsou podobné těm ze spalování benzinu, tedy oxid uhličitý a voda.

Jedním ze současných trendů ve výzkumu je výroba biodegradovatelných polymerů.

Ano. Nicméně i v tomhle případě je třeba vnímat, že i když se polymer po nějaké době rozloží v přírodě na něco neškodného, ztratíme veškerou energii, kterou jsme vložili do jeho výroby.

Jsem přesvědčen, že u biodegradovatelných polymerů by byl mnohem lepší scénář na konci životního cyklu výrobku vzít je, shromáždit, a pokud je půjde recyklovat, prosím, pokud ne, pojdme je spálit. V případě polymerů z obnovitelných zdrojů bychom tím dosáhli neutrální uhlíkové bilance. Pokud ovšem dokážeme plastový odpad shromáždit, nezáleží, jestli je biodegradovatelný, nebo velmi stabilní, máme šanci ho dále na něco přetvořit.

Jsou nějaké další hot topics mezi polymerníky?

Pracuje se na nových technologiích 3D tisku, který se přirozeně hodí na malosériovou výrobu. Konkrétně mám na mysli reaktivní 3D tisk, kdy k polymeraci dochází rovnou při výrobě (tisku), přičemž výrobek má významně lepší vlastnosti, než jaké bychom získali pomocí klasické technologie 3D tisku z polymerních strun. Tímto tématem se zabýváme i na VŠCHT.

Jak zařídíte, že k polymeraci dochází v průběhu výroby?

Například pomocí světla. Máme misku s průhledným dnem, do ní nalijeme monomer a světlo v místech, kudy prochází, způsobí polymeraci. Pak posuneme výrobek o kousek výš, pod rostoucí

výrobek opět nateče monomer, a tak pořád dokola. Až vznikne zcela kompaktní, homogenní výrobek.

Dokážete vyrábět i polymery, které dokážou reagovat na vnější podněty?

Ano, to je také atraktivní směr výzkumu. Máme třeba polymery, které když zahřejeme, tak makromolekuly, ze kterých jsou tvořeny, změni svůj tvar, například se sbalí do těsnější konformace. Makroskopicky se to projeví ve formě jejich smrštění, což můžeme využít jako mechanický prvek – spouštěč či ventil. Podněty mohou být různé – teplota, pH nebo přítomnost chemikálie. Proto je potenciál využití také v podobě detektorů nebo senzorů.

Váš ústav je historicky propojen s tématem hydrogelů. Je v dané oblasti stále co vyvíjet?

Hydrogely patří do skupiny atraktivních materiálů, protože se dají použít v medicínských aplikacích. Díky jejich měkkosti a ohebnosti se z nich vedle Wichterlových kontaktních čoček vyrábějí také náhrady měkkých lidských tkání. Měkké tkáně jsou složeny z přírodních makromolekul proteinů, tedy také polymerů, v tomto případě vyráběných dokonale přírodou.

Vy osobně se věnujete katalytické polymeraci. Oč jde?

Správně bychom měli hovořit o koordinační polymeraci, ale pro lepší pochopení sami používáme tento pojem. Pro většinu polymerací potřebujeme látku, která monomer donutí přeměnit se na polymer. U katalytických polymerací je tou donucovací látkou katalyzátor. Pomocí těchto procesů vyrábíme v současné době většinu polyetylenů i polypropylenů, jež společně tvoří většinu plastů. Základní postup je znám desítky let. Zpočátku byl neživotaschopný, ale postupně se katalyzátory vyvíjely, zvyšovala se jejich aktivita a dnes jsou tyto základní polymery tak dobře a efektivně vyráběné, že nejen cenou ale i vlastnostmi vytlačují z tradičních aplikací ostatní polymery.

Můžete uvést příklad?

Pro výrobu fólií, např. pro nákupní tašky, se dříve používal zejména měkčený polyvinylchlorid. Nyní se využívá polyetylen, protože je nejen levnější, ale jeho výroba je navíc ekologičtější. Modifikace vlastností polyetylenů i polypropylenů pro jiné využití je tedy rozhodně stále perspektivní směr.

V akademickém výzkumu aktuálně není největší téma hledání ještě aktivnějších katalyzátorů, protože polymerů umíme dostatečně levně produkovat hodně. Namísto toho míří zájem vědců k možnostem depolymerizace a zkoumání, zda budeme schopni polymer selektivně rozstípat na kousky a udělat z něj po materiálové stránce něco nového. V naší výzkumné skupině se zaměřujeme na chemické modifikace polyetylenů a využíváme jeden specifický typ katalyzátoru, tzv. chain walking katalyzátory. U klasických průmyslových katalyzátorů se ke konci rostoucí makromolekuly přilepí další monomerní molekula a takhle lineárně se prodlužuje řetězec. Námi využívané katalyzátory jsou mimořádné v tom, že dokážou po polymerním řetězci skákat, tam i zpátky, a začít znovu růst z dané části. Důsledkem je makromolekula, která není „rovná“, ale je vysoce rozvětvená, což úplně mění její vlastnosti.

Jak?

Třeba polyetylen a polypropylen jsou typické plasty, tvrdé materiály. Ale když je „navětvíme“, můžeme z nich udělat materiál s vlastnostmi pryže či gumy. Další naší snahou je do řetězců polyetylenů zabudovat polární skupiny. To je jedna z největších výzev současné katalýzy. Naštěstí naše katalyzátory tolerují i polární substráty, a to nám umožňuje přípravu speciálních polárně-nepolárních makromolekul, ze kterých se mohou konstruovat např. polymerní nanoreaktory. Tím se posouváme od komoditního materiálu k chemickým specialitám.

Spolupracuje vaše výzkumná skupina aktuálně s průmyslovými partnery?

Máme dlouhodobou spolupráci s firmou Synthos. Naposledy jsme v rámci dvouletého projektu společně vyvíjeli nový typ elastomeru, který by nebyl založen na polymerech butadienu, z nichž se běžně kaučuky dělají, ale na levnějším polymeru, jako je například etylen.

Říkal jste, že naprostá většina polymerů se vyrábí z ropy. Kolik plastů se vyrábí z obnovitelných surovin?

Méně než 1 %. A většinou jsou náklady na výrobu vyšší, takže nárůst produkce není nijak rychlý. Hezky je to popsáno v článku: Jak zelené jsou zelené polymery? Když to zkrátím, pro výrobu polymerů odbouratelných v prostředí spotřebujeme více energie než na výrobu syntetických polymerů. Což nemusí v principu vadit, pokud to nebude energie z fosilních paliv. Když se tedy dostaneme do stavu, že pro nás zdroje energie nebudou problém, je to jedna z možných cest. V daném stavu ale zatím zdaleka nejsme.

Potenciál do budoucna nicméně existuje, jen bude třeba posunout úhel pohledu. Zabývali jsme se ve skupině třeba využitím oxidu uhličitého jako výchozí suroviny pro přípravu polymerů. Malou reaktivitu CO₂ jsme doháněli přidáním druhého, reaktivnějšího monomeru a vhodného katalyzátoru. Výsledkem jsou polykarbonáty, které se jinak dělají z vysoce toxického fosgenu. Vedle udržitelnosti tedy taková chemie má i efekt zlepšení bezpečnosti. Zatím je ovšem efektivita katalyzátorů nedostatečná pro průmyslovou výrobu. Tak to však na počátku bylo i pro zmiňované katalyzátory polymerace etenu.

Přes dva roky působíte jako vedoucí Ústavu polymerů. Kam jej chcete směřovat?

Nemám sebemenší ambici lidem říkat, co mají dělat. Naopak. Přeji si, aby byli ve výzkumu maximálně nezávislí. Co můžu a chci z pozice vedoucího ovlivnit, je, jací lidé tady budou pracovat. Aktuálně procházíme generační obměnou. Polovina z kolegů je ve věku, že by sem zítra nemuseli přijít, kdyby se jim nechtělo. Naštěstí jsou hodní a ještě nám tady pomáhají a předávají zkušenosti mladším. Na mně je získat k nám kvalitní náhradu.

Zpočátku jsem byl skeptický, protože všichni víme, jak jsou na škole nastaveny tarifní platy. A vysvětlovat někomu ze zahraničí, že až získá projekt, bude se mít dobře? Když o 100 km dál dostane za stejný job adekvátní garantovaný plat, který je násobně vyšší než ten u nás... Aktuálně počty studentů v materiálových oborech nejsou tak velké, aby nám generovaly vysoký počet doktorandů, z nichž bychom si mohli v blízké budoucnosti vybírat a doplnit stav z vnitřních zdrojů.

Přesto se nám podařil návrat jednoho bývalého absolventa, který absolvoval několik post-doc pobytů a jeho návratu napomohl i Marie-Curie projekt. Nové působiště u nás našla i mladá ukrajinská kolegyně, která rovněž uspěla v podobné MSCA výzvě pro ukrajinské vědce. Do třetice se nám před rokem do Prahy ve spolupráci s Ústavem organické chemie a biochemie AV ČR podařilo přivést manželský pár dvou chemiků, kteří předtím působili ve špičkových výzkumných skupinách. V Praze tak oba dostávají šanci zahájit vlastní nezávislou kariéru, doktorka Gonsales na VŠCHT a její manžel na ÚOCHB. Na obou institucích se snažíme jim zajistit excelentní zázemí. V neposlední řadě mi dělají radost stávající mladí pracovníci, kteří se pomalu posouvají z juniorské fáze a začíná se jim dařit získávat vlastní projekty. Situace se tedy vyvíjí optimističtěji, než se mi na počátku zdálo.

<https://www.vscht.cz/popularizace/rozhovory/merna-ze-cast-plastu-konci-ve-spalovnach-za-me-v-poradu>