

## Otázky a odpovědi o termochemické recyklaci plastů

*Autorem textu je Ing. Daniel Maxa, Ph.D. z ústavu udržitelných paliv a zelené chemie, Fakulty technologie ochrany prostředí, Vysoké školy chemicko-technologické v Praze*

### Termochemická recyklace: Jak to celé funguje?

Termochemická recyklace plastů je proces, při kterém se plastový odpad mění na kapalné a plynné uhlovodíky a jeho výsledným produktem je pyrolýzní olej, využívaný dále pro petrochemickou výrobu. Proces tepelného rozkladu se také nazývá termochemickou depolymerizací nebo pyrolýzou. Cílem pyrolýzy je zpracování cenného odpadu zpět na materiál využitelný k původnímu účelu – výrobě obalů, součástek strojů apod. Přeměna odpadních polymerů na pyrolýzní olej je prvním důležitým krokem v tomto procesu, po němž následuje jeho zpracování na monomery a následně plasty zavedenými chemickými procesy. Cyklus, zahrnující zpracování použitého výrobku (v tomto případě plastu) na výrobek nový, je základním prvkem toho, čemu dnes říkáme cirkulární ekonomika.

Pyrolýza odpadního plastu probíhá tak, že se plasty upraví na menší vločky, které se stlačí a bez přístupu vzduchu vstupují do termochemické jednotky. V ní se plast zahřeje na teplotu mezi 300 až 500 stupni Celsia, při které dochází k chemickým procesům vedoucím k tepelnému rozkladu plastu na uhlovodíky. Tímto postupem, který se děje bez přístupu vzduchu, vzniká pyrolýzní plyn. Ten se kondenzací přemění na pyrolýzní olej, plyn a pevný zbytek. Z pohledu recyklace plastů je nejdůležitější pyrolýzní olej, na který se přemění až 90 % vloženého plastového odpadu. Dalším produktem termochemické recyklace je plyn, který je možné použít k výrobě energie, využitelné například právě na provoz pyrolýzní jednotky. Posledním produktem je inertní uhlíkatý zbytek, který z procesu oddělí veškeré pevné části. Je možné ho použít jako složku k úpravě vlastností půdy nebo jako plnivo v gumárenství.

### Termochemická recyklace: Jaké jsou její výhody, nevýhody a limity?

V současné době se chemicky recykluje převážně PET – plast využívaný především k výrobě nápojových lahví. Ten umíme působením dalších látek rozložit na výchozí sloučeniny a využít znovu k výrobě polymeru. Ostatní druhy plastů ale končí ve spalovnách nebo na skládkách. Je to způsobeno omezenými možnostmi mechanické recyklace plastu a malým počtem dostupných a ověřených technologií chemické recyklace. Svou roli hraje i kvalita vytříděného odpadního plastu – na rozdíl od kovů, kde se využívá například magnetické separace, je automatické třídění plastového odpadu podle druhu daleko komplikovanější.

Nespornou výhodou termochemické recyklace je, že díky procesu rozkladu na menší molekuly dokáže téměř veškeré plasty přeměnit na produkt podobný ropě s malým výtěžkem plynu a pevného zbytku. Přitom je termochemická recyklace málo citlivá na znečištění vstupního plastu organickými i anorganickými látkami (typicky zbytky jídla, barev, vícedruhové obaly s nalepenou papírovou etiketou, ale i kovy nebo další látky). Většina znečišťujících látek se do pyrolýzního oleje nedostane a do procesu následného zpracování na nové polymery tak už nevstupuje. Některé příměsi odpadního plastu však problémy přináší, protože mohou snižovat kvalitu výsledného produktu nebo zvýšit energetické i finanční nároky na provoz kvůli nutnosti jejich odstranění. Jsou jimi například PVC, který kromě molekul uhlíku a vodíku obsahuje i chlor, nebo PET, obsahující 30 % kyslíku. Oba druhy plastů se proto snažíme ze suroviny pro pyrolýzu vytřídit.

## **Termochemická recyklace: Je tato metoda bezpečná?**

Celý proces termochemické recyklace plastů probíhá bez přístupu vzduchu, a tedy v uzavřeném prostředí, tak jako většina procesů v chemickém průmyslu. Na rozdíl od spalování plastů tak nedochází k uvolňování škodlivin do ovzduší. Provoz pyrolýzy plastů také musí, stejně jako u jiných výrobních procesů, splňovat všechny legislativní požadavky na bezpečnost a ochranu životního prostředí.

## **Termochemická recyklace: Efektivita vs. emise?**

Na světě se dnes vyrábí téměř 400 milionů tun plastů, a z toho více než jedna třetina je určena k jednorázové spotřebě, zejména ve formě obalů. Naprostá většina plastů, téměř 99 %, se dnes vyrábí z fosilních, a tedy neobnovitelných zdrojů. V případě skládkování nebo spalování plastů se tak jedná o nenávratnou ztrátu materiálu, který se miliony let vytvářel ve formě ropných ložisek. Recyklací plastů v cirkulární smyčce se tak snižuje uhlíková stopa jeho výroby a využití. To jsou hlavní důvody pro rozvoj a rozšíření chemické recyklace, pro kterou je pyrolýza základním pilířem. V rámci oběhu materiálu lze plasty recyklovat také mechanicky, tedy produkcí méně náročných výrobků přímo z odpadního plastu. Ten však podléhá postupné degradaci a zůstávají v něm nečistoty, takže proces mechanické recyklace je omezen kvalitou výsledných výrobků.

## **Termochemická recyklace: Proč ji už dávno lidstvo nevyužívá?**

Samotná technologie pyrolýzy je lidstvu známá od pradávna. Mezi nejdéle využívané patří například výroba dřevěného uhlí pomocí karbonizace, kde kromě uhlí vzniká také kapalný rozkladný produkt – dehet. I samotná pyrolýza plastů je teoreticky známá desetiletí a experimentálně ověřená v laboratorních podmínkách i pokusných provozech. S masovým rozšířením spotřeby plastů, následně třídění odpadů a omezením jeho skládkování či energetického využití stoupla i potřeba recyklace a opětovného použití plastu. V současné době je cílem zprovoznění technologií dosahujících maximálních výtěžků kapalného pyrolyzátu co nejlepší kvality při maximální energetické účinnosti procesu. Nezbytným požadavkem je pak ekologický provoz nezatěžující životní prostředí. Protože na první důležitý krok – výrobu kapalného pyrolyzátu – dále navazuje jeho zpracování petrochemickými technologiemi, je nutná standardizace kvality pyrolyzátu i technologické přizpůsobení na straně výrobců monomerů a plastů. Současně s tím stále dochází k nastavování legislativních podmínek pro zpracování odpadu a jeho přeměnu na nové výrobky.

## **Termochemická recyklace: Budoucnost recyklace plastů?**

V současné době zažíváme intenzivní snahu o odklon od spotřeby neobnovitelných zdrojů energie spojené s produkcí skleníkových plynů. S tím souvisí i šetrný přístup k využití těchto zdrojů pro výrobu předmětů denní spotřeby, které jsou z významné části tvořeny právě plasty, které po relativně krátké době tvoří obsah žlutých popelnic. Přes velký pokrok ve sběru odpadu a jeho třídění však skutečně recyklujeme méně než třetinu odpadu, podstatná část se využívá energeticky – spalováním za produkce skleníkových plynů. Z toho vyplývá, že chemická recyklace plastů je, vedle hledání obnovitelných surovin, logickou volbou pro budoucnost využití tohoto materiálu.