

Katedra netkaných textilií, Fakulta textilní, Technická Univerzita v Liberci,
Jakub Hrůza,

ZPRACOVÁNÍ ODPADŮ TEXTILNÍCH A POLYMERNÍCH

9. Řízená depolymerace



Použití:

V případě, kdy je polymer snadno degradabilní a kdy je znečištěn, nebo smísen s jinými polymery (není vhodné jej zpracovat regranulací, nebo textilními postupy).

Materiály:

- PET (60 000 tun odpadu/rok v ČR)
- PA
- PU

Příklady zdrojů:

- PET lahve
- Jiné použité obalové materiály (tkaniny, folie).



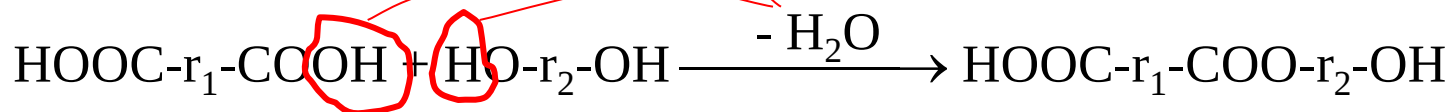
[Otázka: co znamená výraz „degradabilní materiál“, co znamenají uvedené zkratky?]

Princip:

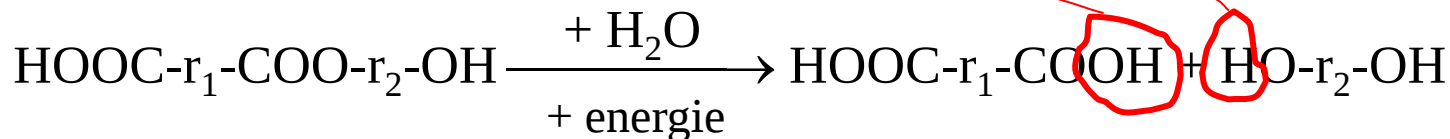
Řízená depolymerace = rozklad polymeru na monomerní jednotky, ze kterých je vyroben nový polymer, nebo na chemické produkty využitelné pro jiné chemické procesy. Oproti termické depolymeraci má výsledný produkt definovanou kvalitu. Depolymerace probíhá působením tepla a chemických látek při nepřítomnosti kyslíku. Z hlediska chemického se jedná o opačný proces polymeračního procesu polykondenzace. Při polykondenzaci dochází k uvolňování nízkomolekulární látky (např. voda). Pokud je polymeru dodána dostatečná energie a dotyčná látka, řetězce se mohou opět rozdělit na jednotlivé monomery.

Příklad:

Polykondenzace PET:



Depolymerace PET:



[Otázka: Jaká je definice polykondenzace?]

Druhy depolymerace

dle látky působící na polymer:

Druh depolymerace	Použitá látka	Zpracovaný polymer
Hydrolyza	Voda: H_2O	PA, PET, PU, PS
Glykolýza	Etylenglykol: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	PET, PU
Metanolýza	Metanol: CH_3OH	PET

Výsledný produkt:

1. Monomer využitelný pro přípravu nového polymeru
2. Jiné látky využitelné pro chemickou syntézu (často jde o podobný polymer)
3. Uhlíkatý zbytek s obsahem uhlíku 90 – 94 %

Výhody:

- ☺ **Velká efektivnost recyklace.** Polymer vyrobený z recyklovaných monomerů může mít téměř stejné vlastnosti jako polymer primární (panenský).
- ☺ **Možnost zpracování libovolné formy odpadu** - vlákna, textil, struny, pásy, jednotlivé plastové výrobky (lahve, obalový materiál...) atd...
- ☺ **Možnost zpracování znečištěného a směsného polymeru.** Např. u PET lahví etikety a PP víčka.
- ☺ **Vysoká variabilita finálního použití.** Výsledkem procesu jsou monomerní látky použitelné pro přípravu polymeru a uhlíkatý zbytek s vysokou čistotou, který je použitelný v mnoha odvětvích.

Nevýhody:

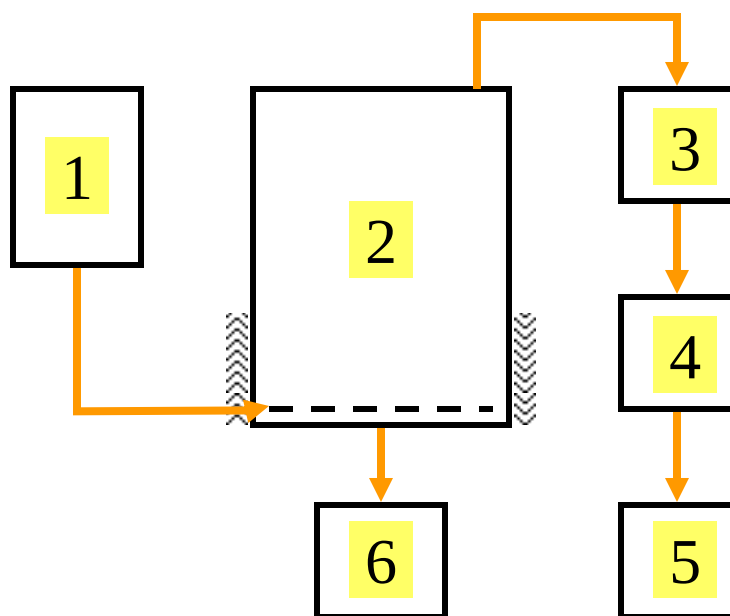
- ☹ **Komplikovaný a drahý proces**
- ☹ **Možnost zpracování pouze některých polymerů**
- ☹ **Spotřeba energie**

Příklady zpracování:

1. Polyamid PA

Obvykle je hydrolyzován, kdy dochází k posunu rovnovážného složení nízko a vysoko molekulárních podílů při teplotě 260 °C za přítomnosti páry, dusíku a katalyzátorů (H_3PO_4)

Technologie:



1. Předeřřivač páry (teplota 400 °C)
2. Reaktor, zde pára probublává polymerem
3. Kondenzátor – zde se odstraní pára z monomeru
4. Zásobník monomeru (+ voda)
5. Filtry
6. Odstranění nerozložených zbytků

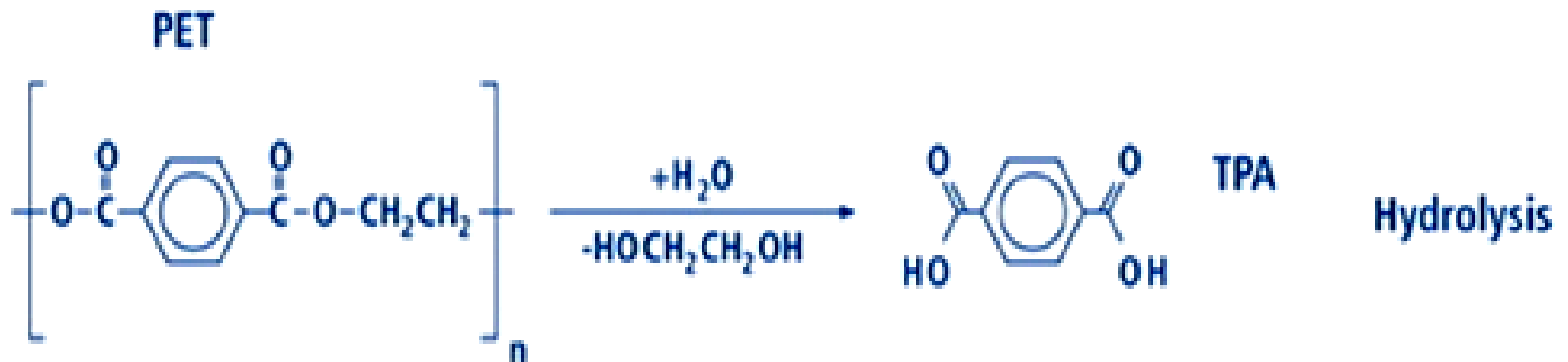
1. Polyester PET

a) Hydrolýza

Finální výrobky:

Kyselina tereftalová (TPA), ethylénglykol (EG)

Při tomto procesu se používá voda k rozložení PET na kyselinu tereftalovou a ethylénglykol za přítomnosti kyselin nebo zásad jako katalyzátorů. Pro výsledné produkty hydrolýzy existuje trh. Proces je již aplikován jako poloprovozní zařízení. Avšak rozklad polyesterů, jako je PET, je vodou pomalý a krystalizační procesy jsou těžkopádné. Zkrácení doby hydrolýzy vyžaduje drastické reakční podmínky, jako je vysoký tlak a vysoká teplota. Nevýhodou jsou vysoké náklady, spotřeba energie a odpadní produkty reakce [1].

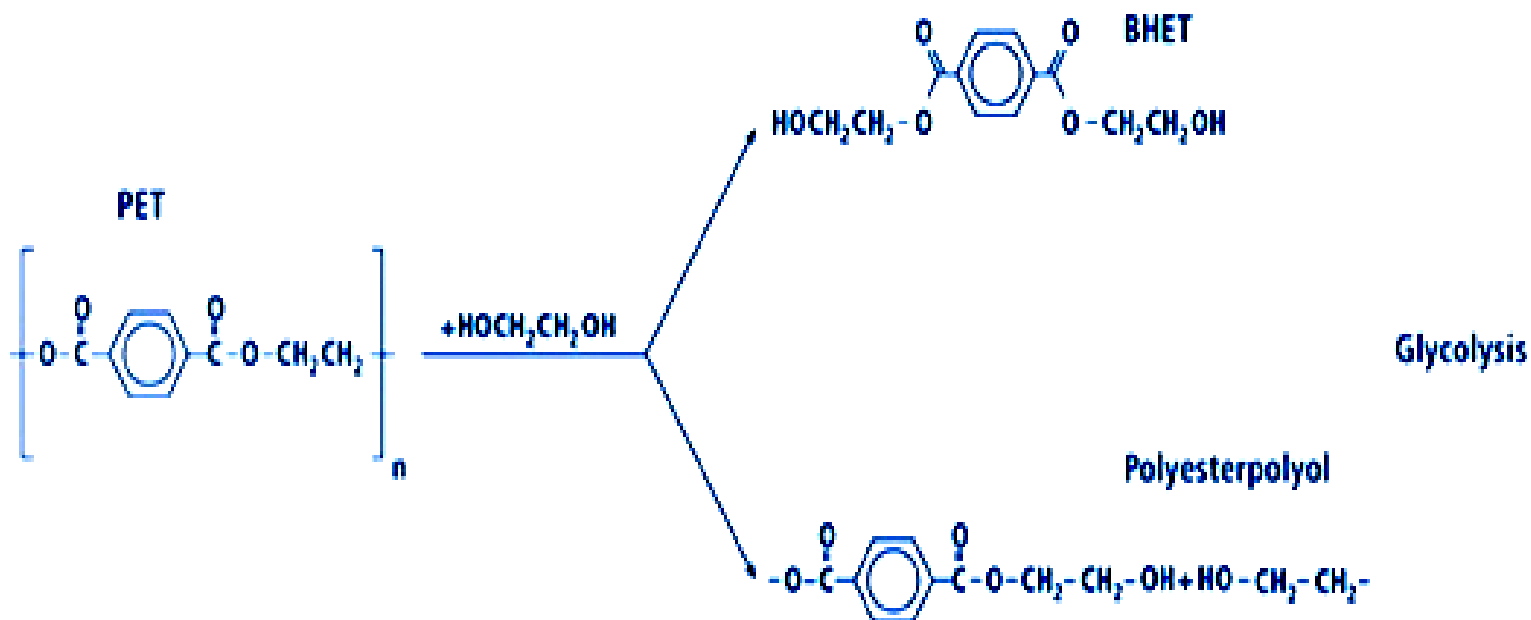


b) Glykolýza

Finální výrobky:

Bis-(2-hydroxyethyl)tereftalát (BHET) nebo polyesterové polyoly

Při tomto pochodu je PET rozpuštěn glykolem nebo vyššími molekulárními glykoly a přeměněn na bis-(2-hydroxyethyl)tereftalát nebo polyesterové polyoly (APP). Polyesterové polyoly jsou důležitými výchozími materiály pro nejrůznější chemické reakce. Pro glykolýzu nejsou třeba tlaková zařízení. S ohledem na nízké technické výdaje jsou investiční a provozní náklady poměrně nízké. Výhodou glykolu proti metanolu je vyšší bod varu a schopnost rozpouštět PET mnohem snadněji. Další výhodou je relativně vysoký energetický obsah finálních výrobků takže potřebují méně energie pro zpracování na následné výrobky.



c) Metanolýza

Finální výrobky:

Dimethyltereftalát (DMT), ethylénglykol (EG)

Při tomto procesu je PET přeměněn na dimethyltereftalát (DMT) a ethylénglykol (EG) pomocí methanolu. Metanolýza je technicky pokročilejší než hydrolýza. Pro výrobu DMT jsou však potřeba komplikované postupy krystalizace a destilace při vysokém tlaku. Tomu odpovídají vysoké investiční a provozní náklady.

