

# Zelená chemie

Problematika zelenějších chemických technologií

Jaromír Literák

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Vývoj nového procesu začíná v chemické laboratoři.
- Provedení chemických reakcí se často liší v malém laboratorním měřítku a v průmyslovém měřítku.
- S přechodem do větších měřítek jsou spojena některá specifika:
  - Zpomalení přenosu tepla (zmenší se plocha pro přenos tepla – 1l baňka  $5 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ ,  $10\text{m}^3$  reaktor  $20 \text{ m}^2$  –  $25 \times$  menší povrch na jednotku objemu).
  - Zpomalení přenosu látky, obtížnější míchání
  - Možnost lokálního přehřátí, větší lokální fluktuace teploty

- Vsádkové (produkce menších objemů).



- Průtokové reaktory (velkoobjemové výroby). Reaktory vhodnější pro rychlé exothermní reakce.
- Volba typu reaktoru závisí na reakční kinetice a reakčních podmínkách.

- „Škodlivá látka, kterou nemám, nemůže uniknout“
- **Minimalizace:** minimalizovat množství nebezpečných látek, jejichž použití se nelze vyhnout ( $\text{COCl}_2$ ,  $\text{HCN}$ ). Výroba in situ těsně před použitím.
- **Zjednodušení:** omezením počtu spojů, přírub, potrubí, ventilů, vývodů, které mohou potenciálně selhat, omezím riziko havárie. Omezení přebytečných látek (rozpouštědel usnadňujících chlazení), se kterými je potřeba manipulovat.
- **Náhrada škodlivých látek** méně škodlivými (např.  $\text{COCl}_2$  lze nahradit  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}(\text{OR})_2$ ).

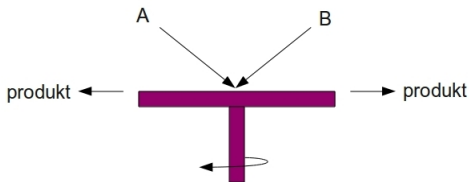
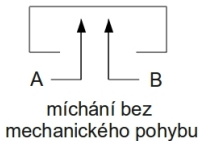
- **Bezpečnější vedení procesu:** stlačený  $\text{Cl}_2$  při porušení nádoby rychle uniká do okolí, skladováním chlazeného kapalného  $\text{Cl}_2$  za atmosferického tlaku omezíme rychlost úniku.
- Provádění reakce v několika menších paralelních reaktorech omezí velikost úniku při havárii ve srovnání s jedním velkým reaktorem.

- Technologie a strategie směřující k omezení fyzické velikosti výrobní jednotky.
- Jen asi 20 % ceny výrobní jednotky tvoří cena samotného chemického reaktoru, destilačních kolon atd. Zbytek tvoří cena dalšího doprovodného zařízení (potrubí, instrumentace), lidská práce.
- Původně motivována ekonomickými důvody, téměř vždy také vede k omezení negativních dopadů na životní prostředí.
- Intenzifikace je doprovázena zlepšením transportu látek v reakční nádobě, zlepšením přenosu tepla, umožňuje dobře odhadnout optimální reakční dobu.

## **Směry intenzifikace:**

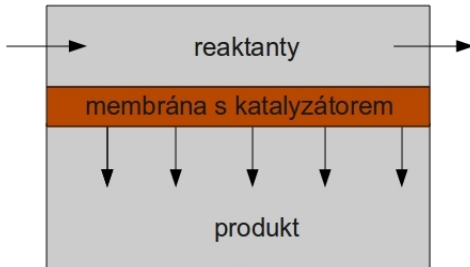
- Zařízení: nové typy reaktorů
- Metody: využití multifunkčních metod (reaktivní extrakce), nové metody separace (membránové procesy), využití nových zdrojů energie (MW, US, plazma).

# Nové typy chemických reaktorů



- Film na povrchu rotujícího disku: snadné míchání, přenos tepla, povrch může být modifikován katalyzátorem.

## Reaktor s katalytickou membránou





## Výroba nitroglycerinu

- Exotermní reakce, potřeba intenzivního chlazení.
- Ukazuje se, že velká reakční nádoba je potřeba jen kvůli pomalému průběhu reakce, který je výsledkem nedostatečného míchání směsi.
- Nový reaktor umožňuje snížit množství produktu, který je v reaktoru až na 1 kg a snížit reakční dobu z 2 hodin na 2 minuty.

