

Udržitelná výroba vodíku z odpadní biomasy: integrovaný řetězec anaerobní digesce, plazmové konverze a membránové separace

Ing. Petra Wojnarová, Ph.D., VŠB-TU Ostrava, CEET

Souhrn

Odpadní biomasa z papírenského a kartonážního průmyslu představuje významný, dosud nedostatečně využitý zdroj energie a uhlíku. Příspěvek představuje integrovaný technologický řetězec pro produkci vysoce čistého vodíku z papírenských odpadů se zaměřením na specifický proud – odpad z výroby cigaretového papíru (ořezy a výmět) s vysokým podílem minerální složky (zejména vápence). Navržený koncept kombinuje navazující kroky chemické (alkalické) předúpravy v roztoku NaOH, anaerobní digesce, plazmové konverze bioplynu a následné membránové separace vodíku. Cílem je zvýšit dostupnost organické frakce pro biologickou konverzi, využít vzniklý bioplyn jako vstupní surovinu pro produkci H₂ a dosáhnout požadované čistoty separačním krokem. Zvláštní pozornost je věnována limitům spojeným s vysokým obsahem vápenatých složek, které mohou snižovat biologickou rozložitelnost a způsobovat provozní problémy bioplynové stanice. Výsledky testů biochemického metanového potenciálu (tzv. BMP testy) potvrzují pozitivní vliv předúprav na produkční potenciál: nepředupravený materiál dosáhl 0,533 m³·kg_{VS}⁻¹ kumulativní produkce bioplynu a 0,281 m³·kg_{VS}⁻¹ kumulativní produkce metanu, zatímco nejlepší varianta předúpravy 120 °C + NaOH dosáhla 0,613 m³·kg_{VS}⁻¹ pro bioplyn a 0,334 m³·kg_{VS}⁻¹ pro metan (nárůst cca +15 % a +19 %).

V navazujícím kroku mikrovlnného plazmového reformingu byly na základě složení bioplynu ověřovány podmínky konverze CH₄ na H₂ při atmosférickém tlaku (2,45 GHz; 1800 – 3000 W; 20 – 40 SLM), přičemž poměr CO₂:CH₄ = 3:1 se ukázal jako vhodný z hlediska potlačení tvorby sazí a stability procesu. Konverze CH₄ i CO₂ rostla se zvyšujícím se výkonem a klesala s rostoucím průtokem. Pro separaci vodíku ze směsi plynů po plazmové konverzi (syntézního plynu) byla testována membránová jednotka, která potvrdila inverzní vztah mezi čistotou a návratností H₂: s rostoucím tlakem (2 – 8 bar) vzrostla návratnost až na 92,4 %, avšak při současném poklesu čistoty (z ~89,6 na ~75,3 mol. %) a selektivity. Získané výsledky tvoří základ pro další optimalizaci parametrů reformingu i separace s cílem dosáhnout dlouhodobě stabilního provozu a vyšší čistoty vodíku.