

Oxid uhličitý lze využít i jako surovinu - zachytit, zpracovat, uložit...

26.10.2023 - Jan, Hrdlička | Fakulta strojní ČVUT v Praze

Dekarbonizace energetiky a průmyslu je v současnosti jedním z hlavních celospolečenských témat, která určují směr technologického vývoje, vědy a výzkumu.

Pod pojmem dekarbonizace ve smyslu energetických konverzí typicky rozumíme snahu o snižování emisí oxidu uhličitého do ovzduší. Ten pochází z oxidace všech paliv na bázi uhlovodíků (jiná vyjma vodíku ani neexistují), ale také z podstaty některých průmyslových procesů, jako je např. výroba cementu.

Smyslem dekarbonizačních technologií je v určité fázi konverze paliva na užitečnou energii nebo průmyslového procesu oxid uhličitý zachytit, zpracovat a následně uložit, a tím zabránit jeho uvolnění do atmosféry, popřípadě jej dále využít jako surovinu, například pro výrobu chemikálií nebo syntetických paliv.

CO₂ může při energetických konverzích vznikat relativně velké množství. Například z 1 kg severočeského hnědého uhlí vznikne jeho spálením přibližně 0,8 m³N CO₂, tj. asi 1,6 kg. Jako průmyslový příklad lze vzít výrobu páleného vápna v cementárnách, kde z 1 kg vstupní suroviny (vápence) vznikne přibližně 2,2 m³N CO₂ (4,3 kg), přičemž to je hodnota, která zahrnuje pouze samotnou kalcinaci vápence v cementářské peci, nikoliv spotřebu paliv pro její ohřev. Jestliže se např. ročně v ČR energeticky využije cca 2,5 mil. tun hnědého uhlí, znamená to vypuštění do ovzduší asi 2 mil. m³N CO₂, což odpovídá hodnotě asi 3,9 mil. tun. Pro ilustraci, o jaké množství se jedná - rozpustnost CO₂ ve vodě je při normálním tlaku a teplotě asi 1,45 g/l. Roční produkce CO₂ z energetického využití hnědého uhlí v ČR by tedy teoreticky v nadsázce vystačila na výrobu 2,6 mil. m³ sodové vody při plném nasycení, přičemž roční spotřeba pitné vody v domácnostech v ČR je cca 300 mil. m³.

Postupů, jakým způsobem oxid uhličitý z těchto procesů zachytit, v různém stádiu vývoje od laboratorních po demo jednotky existuje celá řada, nicméně žádný z nich dosud není provozován v čistě komerčním režimu. V principu je lze rozdělit na post-combustion, pre-combustion a oxy-combustion technologie, kdy každá z nich je zaměřená na jinou fázi procesu konverze paliva.

Ústav energetiky Fakulty strojní ČVUT v Praze mj. přispívá k vývoji tzv. post-combustion technologií zachytu CO₂, tj. těm procesům, které se zaměřují na separaci CO₂ ve finálním odpadním plynu, jako jsou typicky spaliny ze spalování uhlíkatých paliv. Ty mají potenciální výhodu v tom, že je lze ke stávajícím energetickým nebo průmyslovým provozům připojit, aniž by bylo do větší míry nutné zasahovat do původní technologie. Významnou nevýhodou je pak to, že pracují s odpadním plynem, kterého je obecně relativně velké měrné množství ve vztahu k množství použitého paliva (ve výše uvedeném příkladu je to cca 7 m³N z 1 kg paliva), a zároveň je v něm relativně nízká koncentrace CO₂, která typicky nepřekračuje přibližně 15 obj. %, ale velmi často je i podstatně nižší. To vyžaduje sofistikované přístupy k jeho separaci, často vyžadující kombinaci různých technologií. Možnými postupy jsou kapalinové vypírky s využitím absorpčních roztoků, nízkoči vysokoteplotní adsorpce s využitím pevných adsorbentů nebo membránová či kryogenní separace. V projektu „Nízkoemisní technologie energetického využití biomasy a alternativních paliv“, podpořeném Technologickou agenturou ČR jako projekt TK03030167, řešíme mimo jiné scale-up nízkooteplotní VPSA fyzikální adsorpce na úroveň TRL 6 pro zvýšení koncentrace CO₂ v

původním odpadním plynem na hodnoty přibližně 80–90 obj. %, což výrazně zjednoduší a zlevní jeho následné dočištění na požadovanou kvalitu. Cílem je zkoumat tento proces v reálném měřítku s reálným odpadním plynem, který v tomto případě pochází ze spalování biomasy a nekonvenčních alternativních paliv, a sledovat skutečnou charakteristiku adsorpčního procesu ve vztahu k modelovým předpokladům, které ze své podstaty nejsou schopny reálně uvažovat složitější plynné směsi. Pro tento účel byl realizován adsorpční VPSA systém vlastního designu. Experimentální adsorbér je umístěn v laboratoři Ústavu energetiky na Julisce a je napojen na 500 kW multipalivový fluidní kotel (je využíván i v souvislosti s jinou technologií zachytu CO₂, a to oxyfuel spalováním). Tříkolonový systém umožňuje alespoň částečně kontinuální provoz při průtoku odpadního plynu 50–100 m³N/h, který realizuje adsorpční a desorpční cyklus na principu měnicího se tlaku, přičemž desorpce probíhá při částečném vakuu. Systém je doplněn separací vodní páry z odpadního plynu z kotle až na úroveň rosného bodu 0–1 °C, neboť její přítomnost je kritická z hlediska funkčnosti některých adsorbentů. Kompresor je schopný stlačit spaliny až na tlak 5 bar. Samotné adsorbenty, tj. granulované pevné materiály s velkým vnitřním povrchem, kterými jsou adsorpční kolony naplněny, jsou rovněž předmětem intenzivního zkoumání. Adsorbér tak bude především sloužit k testování vlastních vyvinutých adsorbentů na bázi upravených minerálů, jako jsou aluminosilikáty, nebo pevných odpadních produktů z energetických procesů, jako jsou modifikované elektrárenské popílky. Tím rovněž tyto výzkumné aktivity naplňují smysl tzv. cirkulární ekonomiky.

Ruku v ruce s dekarbonizací jsou silným trendem také obnovitelné zdroje energie. I ty vyžadují technologie, které se v současnosti mohou zdát, že jsou překonané, a že jim je nařazený stejný osud, jako spalovacím motorům – parní turbíny. Opak je však pravdou, parní elektrárny jsou dlouhodobě nenahraditelnou technologií, která svou roli výroby elektřiny z tepla nehraje pouze v uhelných či jaderných elektrárnách, nýbrž také v elektrárnách využívající jako zdroj tepla biomasu, geotermální či solární energii, ale i odpadní teplo či komunální odpad. Ústav energetiky proto v této oblasti nepolevuje. **Vybavil svou laboratoř na Julisce novou demonstrační jednotkou parní elektrárny.** Zařízení bude sloužit ke zlepšení kvality výuky předmětů ve studijních programech, které se energetice věnují, a zároveň bude názornou ilustrací provozu parní elektrárny. Studenti si vyzkouší provoz energetických celků, jednotlivé provozní stavy a najížděcí sekvence obdobné těm z klasických elektráren. Modelové zařízení bude rovněž sloužit pro experimentální účely studentům při vypracování jejich závěrečných prací, a také jako testbed pro vývoj v oblasti parních armatur, potrubních systémů a dalších nezbytných komponent parních tepláren a elektráren.

Modelová parní elektrárna obsahuje téměř všechny prvky, jako klasická parní elektrárna: úpravu vody reverzní osmózou, napájecí čerpadla, parní kotel, turbínu a kondenzátor. Kromě toho však také i všechny další podružné parní systémy, jako je například odvodnění parovodů, provozní a najížděcí expandéry, chlazení převodové skříně či parní přehřívák. Aby byla demonstrační jednotka provozuschopná, musí také obsahovat řídicí systém včetně provozních ochran. Za tímto účelem je elektrárna osazena četnou měřicí technikou a dispečerským stolem s počítačem, ze kterého ji lze obsluhovat a ovládat provozní režimy. Součástí zařízení je i vizualizační software, který obsluhuje zajišťuje přehled o chodu technologie.

<https://www.fs.cvut.cz/aktuality/2412-212/oxid-uhlicity-lze-vyuzit-i-jako-surovinu-zachytit-zpracovat-u-lozit>