

Půjde vyrábět amoniak z mořské vody a vzduchu za využití slunečního záření?

9.8.2024 - Václav Švorčík | Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Jaká nás čeká budoucnost v energetice a jak k ní můžeme přispět? Lze získávat energii ze snadno dostupných zdrojů? Profesor Václav Švorčík vede projekt v rámci programu Théta 2 od TAČR a jeho tým pracuje na vývoji metody výroby amoniaku z mořské vody a vzduchu za využití slunečního záření. Seznamte se blíže s projektem NH3 Plazmon v rozhovoru.

Program THÉTA 2 je program orientovaný na podporu aplikovaného výzkumu a inovací v energetice, který bezprostředně navazuje na program THÉTA. Vítězné projekty získají finanční podporu TAČR. Váš projekt je jedním těch vítězných, můžete nám přiblížit o čem je?

Tento projekt začal 1. 7. 2024. Ještě nám dobíhá předešlý projekt, H2 Plazmon, v rámci programu Théta 1. Na něho navazuje právě tento nový projekt, který jsme nazvali **NH3 Plazmon** - Vývoj pokročilých fotokatalytických technologií pro nízkoeenergetickou akumulaci a zpětnou konverzi energie ze „zeleného vodíku“ prostřednictvím amoniaku. Myslím si, že jako lidé to obecně naší činností naší planetě moc neusnadňujeme. Vezměte si jako příklad tepelnou elektrárnu Počerady, která vyrábí 7-8 % „českého“ elektrického proudu. Každých 20 minut se tam do kotlů vysype 6 vagónů po 40 tunách uhlí. To znamená 700 tun uhlí za hodinu, a to jen v jediné české tepelné elektrárně. Proto se v posledních několika letech naše pracovní skupina zabývá studiem několika problematik, které jsou šetrné k životnímu prostředí a reagují na změnu klimatu. Vycházíme z toho, že na Zemi je snadno dostupná voda, CO₂, N₂ a slunce (tedy sluneční záření). Studujeme např. „umělou fotosyntézu“ (světlem stimulovaná interakce vody a CO₂), kterou lze připravit methanol (významná chemikálie, výborná alternativa fosilních paliv a palivo do palivových článků). Dále sledujeme možnosti zachycení CO₂ pro konverzi epoxidů na karbonáty i při velmi nízkých teplotách. Končící projekt H2 Plazmon se zabývá štěpením (fotochemickým nebo fotoelektrochemickým) vody, přípravou MOF struktur na ukládání H₂ a jeho spalování v palivovém článku.

H2 Plazmon je projekt, který popsal přípravu vodíku (a taky další vodíkové technologie) z dostupných surovin a za dostupných běžných podmínek. Vody je obecně na planetě dost a slunečního záření také. Jako modelový zdroj světla používáme lampu o výkonu 300 W/m², která odpovídá intenzitě slunečního světla v ČR v zimě v pravé poledne. Voda, ze které získáváme vodík, přichází do kontaktu se speciální tence pokovenou podložkou, na kterou dopadá sluneční záření. V poslední tenké struktuře kovů (např. zlata) se působením slunečního záření vybudí elektrony. Excitované elektrony v kovu se dostanou do vedlejší vrstvy redox-aktivní látky/materiálu, katalyzují reakci a štěpí vodu na vodík a kyslík.

Základní myšlenka pro navazující projekt NH3 Plazmon je obdobná. Využívá katalýzu, která je aktivovaná slunečním zářením a globálně dostupných surovin (tj. voda, kterou umíme štěpit na H₂) a N₂, kterého je v atmosféře 78 %). Naše první experimenty ukázaly, že ze vzdušného N₂ a H₂ z vody, katalyzované slunečním zářením za běžných pokojových teplot, lze připravit NH₃. Tímto postupem připravujeme ca 25 ml NH₃ za 1 hod. Dovolím si drobné a velmi troufalé srovnání.

Přípravu/průmyslovou výrobu NH₃ popisuje legendární Haberova-Boschova syntéza, která přeměňuje atmosférický N₂ na NH₃ reakcí s H₂ za vysokého tlaku a teploty a za přítomnosti kovového katalyzátoru. Ročně se vyrobí na světě ca 230 mil. tun NH₃, který se z 80 % využívá na výrobu dusíkatých hnojiv (450 mil. tun za rok). Výroba NH₃ spotřebovává ca 2 % celkové světové energie, což je ohromné množství. Uvádí se, že i díky této reakci, narostl počet obyvatel na Zemi

oproti roku 1900 více než 4x. Haber v laboratoři v roce 1910 syntetizoval 125 ml NH_3 za 1 hodinu, takže naše úvodní srovnání vychází „rozumně“. V roce 1913 Bosh vyráběl ve firmě BASF již 20 tun NH_3 za den.

Kolik jste na projekt získal financí?

Finance na projekt se nám podařilo získat společným úsilím několika týmů. Na řešení projektu se budou podílet kromě naší skupiny i Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická (prof. A. Hamáček, dr. R. Vik), Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Přírodovědecká fakulta (prof. Z. Kolská) a firma LISS, a.s., Rožnov pod Radhoštěm (Ing. R. Lovecký a doktor J. Sondor). Celkově jsme získali na projekt 43 mil. Kč, naše skupina na VŠCHT 15 mil. Kč. Projekt bude řešen do roku 2029.

Jaká je aplikovatelnost a reálný přínos vašeho projektu?

Aplikovatelnost, jako taková, nezávisí jen na nás. Výhodou amoniaku, oproti vodíku, je že snadno dopravuje a skladuje (obdobně jako LPG) a využívá se zejména na výrobu hnojiv (asi 80 %), močoviny, kyseliny dusičné, polymerů a výbušnin. Vzhledem k rostoucí populaci a ubývajícím rozloze zemědělské půdy pro pěstování plodin jsou a budou hnojiva v podstatě nepostradatelnou součástí zemědělství na celém světě. Možnost vyrábět amoniak ekologičtější, energeticky šetrnější metodou za úplně běžných podmínek je to, co by měl projekt „světu přinést“.

Co má být výsledkem vaší práce a kdy ho můžeme očekávat?

Ideálním výsledkem by měla být zvládnutá technologie pro přípravu „zeleného“ čpavku na laboratorní úrovni za použití vzdušného dusíku, vody a slunečního světla. Naším hlavním úkolem je příprava katalyzátoru, který by syntézu umožňoval.

Čpavek, jako zdroj energie, se v palivovém článku „spálit“ nedá, tudíž musí být zase zpět rozložen na N_2 a H_2 , který už je přímým zdrojem energie. Proto bychom chtěli dále připravit struktury, které by pomohly připravit „čistý“ dusík (aby se mohl vrátit do atmosféry) rozkladem čpavku. V současnosti se již vyrábějí palivové články pro lodě a nákladní tahače, které rozštěpí NH_3 na dusík a H_2 . H_2 se spaluje v palivovém článku, ale „vzniklý dusík“ není pouze N_2 .

Co bylo největší výzvou a co největší motivací?

Ropa a uhlí nám, jako lidstvu, chtě nechtě jednou dojde. Výzvou je, abychom připravili „nějakou chemikálii“, která by se nechala použít jako palivo a aby zdroje pro přípravu/výrobu této chemikálie byly naprosto dostupné. Například k výrobě vodíku elektrolýzou potřebujete čistou vodu. Nám se podařilo připravit struktury aktivované sluncem, které katalyzují štěpení i mořské vody. Motivací tedy je připravit ze vzduchu a běžně dostupné vody po ozáření sluncem amoniak pro výrobu hnojiv a paliva. Řešením tohoto projektu bychom chtěli přispět v oblasti energetiky k situaci, ve které se z pohledu omezených zdrojů energie v současnosti nacházíme.

Jaká zde bude vaše role?

Já jsem spíš „koordinátor“, kterému naštěstí kolegové naslouchají, který se snaží usměrňovat, radit, případně přicházet s nápady. V laboratoři jako takové už toho moc nedělám. Na VŠCHT jsem byl 32 let vedoucím katedry/ústavu a o to víc si teď „užívám“ práce se studenty (přednášky, vedení prací) a práci na projektech, pro kterou máme pochopení a podporu vedoucího ústavu, prof. Slepíčky. Více lze najít na mém profilu na webu ústavu.

Základním článkem našeho týmu je doc. Lyutakov. Je to kolega, se kterým spolupracuji od jeho

doktorského studia. Umí vyhledávat aktuální trendy v literatuře, má nápady, umí kombinovat poznatky, měří a vyhodnocuje naměřená data, umí nadchnout a aktivně zapojit mladé kolegy a kolegyně k vědecké práci, velmi často s nimi diskutuje o jejich výsledcích a umí „dotáhnout“ myšlenky k publikování ve špičkových časopisech, podání patentů nebo projektů, popř. k realizaci. Na řešení projektu se podílí řada velmi dobrých vědeckých pracovníků, doktorandů i studentů NMgr. programu. Jako příklad mohu uvést jednoho úspěšného doktoranda 4. ročníku s excelentními výsledky, Ing. Trelina, který, podle WOS (všechny databáze), je spoluautorem 32 prací se 426 citacemi a H-indexem 13.

Další spoluřešitelské týmy dobře známe z projektu H2 Plazmon a tam naše spolupráce velmi dobře fungovala. Kolegové ze Západočeské univerzity v Plzni se budou zabývat především elektronikou, elektronikou a optikou spojenou se studovanou problematikou; tým z Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem bude studovat především povrchové vlastnosti připravených struktur a ve firmě LISS pracují specialisté na přípravu velmi tenkých pokovaných vrstev a taky vrstev redox-aktivních materiálů na různých substrátech.

Je ještě něco, co byste doplnil nebo vzkázal čtenářům/sledujícím?

Nenechte se odradit případnými neúspěchy a na svých myšlenkách, někdy i velmi odvážných, pracujte dál. Často se ukáže, že je to dobrá cesta. Myslím si, že když se z 10 nápadů 2-3 podaří provést v laboratoři, je to velmi dobrý výsledek. Snažím se proto podporovat mladší kolegy, aby s nápady přicházeli, i když se jim zdají hloupé nebo špatně realizovatelné. Nás starší už tolik myšlenek nenapadá a často se točíme v kruhu, ale zase máme zkušenosti, které můžeme mladším předávat, když o to mají zájem.

<https://www.vscht.cz/popularizace/cim-se-zabyvame/vaclav-svorcik-theta-2>