SciCell

ODBORNÝ MAGAZÍN

WWW.SCICELL.ORG

2026



ISSN 2585-9137
Vydavateľstvo SciCell

SciCell Magazín



Nový spôsob odstraňovania oxidu uhličitého z ovzdušia

Publikované 5. novembra 2019

pixabay.com

Nový spôsob odstraňovania oxidu uhličitého zo vzduchu by sa mohol stať významným nástrojom v boji proti zmene klímy v budúcnosti. Nový systém môže pracovať s plynom prakticky na akejkoľvek úrovni koncentrácie oxidu uhličitého, dokonca až na zhruba 400 častíc na milión, ktoré sa v súčasnosti v atmosfére nachádzajú.

Väčšina spôsobov odstraňovania oxidu uhličitého zo vzduchu vyžaduje vyššie koncentrácie. Sú to napríklad tie, ktoré sa nachádzajú v emisiách spalín z elektrární na fosílne palivá. Vedci tvrdia, že bolo vyvinutých niekoľko variantov, ktoré dokážu pracovať s nízkymi koncentráciami vo vzduchu, ale nová metóda je výrazne energeticky menej náročná a nákladná.

Nová technika, založená na priechode vzduchu nahusto uložených nabitých elektrochemických platní, je opísaná v článku časopisu Energy and Environmental Science. V ňom postdoc z MIT Sahag Voskian a T. Alan Hatton, Ralph Landau profesor chemického inžinierstva rozvinuli prácu počas PhD štúdia Sahaga Voskiana.

Zariadenie je v podstate veľká, špecializovaná batéria, ktorá absorbuje oxid uhličitý zo vzduchu (alebo iného prúdu plynu) prechádzajúceho cez jeho elektródy keď sa nabíja. Pri vybíjaní naopak plyn uvoľňuje. V prevádzke by zariadenie jednoducho striedalo medzi nabíjaním a vyprázdňovaním. Počas nabíjacieho cyklu by fúkal čerstvý vzduch alebo privádzaný plyn a pri vybíjaní by sa vypúšťal čistý koncentrovaný oxid uhličitý.

Keď sa batéria nabíja, prebieha elektrochemická reakcia na povrchu každej z nahusto uložených elektród. Tie sú potiahnuté zlúčeninou nazývanou polyantrachinón, ktorá je zložená z uhlíkových nanorúrok. Elektródy majú prirodzenú afinitu k oxidu uhličitému a ľahko reagujú so svojimi molekulami v prúde vzduchu alebo v prúdiacom plyne, aj keď sú prítomné vo veľmi nízkych koncentráciách. Opačná reakcia nastane, keď je batéria vybitá – počas ktorej môže zariadenie poskytnúť časť energie potrebnej pre celý systém – a pri tomto postupe sa vygeneruje prúd čistého oxidu uhličitého. Celý systém pracuje pri izbovej teplote a normálnom tlaku vzduchu.

„Najväčšou výhodou tejto technológie oproti väčšine ostatných technológií na zachytávanie alebo absorbciu uhlíka je binárna povaha afinity adsorbentu k oxidu uhličitému," vysvetľuje Voskian. Inými slovami, materiál elektród má vo svojej podstate „buď vysokú afinitu alebo vôbec žiadnu afinitu", v

závislosti od stavu nabíjania alebo vybíjania batérie. Iné reakcie používané na zachytávanie uhlíka si vyžadujú medziprodukty chemického spracovania alebo vstup značnej energie, ako je teplo alebo tlakové rozdiely.

„Táto binárna afinita umožňuje zachytávanie oxidu uhličitého z akejkoľvek koncentrácie, vrátane 400 častíc na milión, a umožňuje jeho vypúšťanie do akéhokoľvek prúdu nosiča vrátane 100% CO_2," hovorí Voskian. To znamená, že keď akýkoľvek plyn prúdi pomedzi nahusto uložených plochých elektrochemických článkov, v priebehu uvoľňovacieho kroku sa zachytený oxid uhličitý bude prenášať spolu s ním. Napríklad, ak je požadovaným konečným produktom čistý oxid uhličitý, ktorý sa má použiť pri sýtení nápojov, potom sa ako prúd plynu (nosič) použije čistý oxid uhličitý. Zachytený plyn sa potom uvoľní z dosiek a pripojí sa k prúdu plynu.

V niektorých stáčiarňach nealkoholických nápojov sa spaľuje fosílne palivo, aby sa vytvoril oxid uhličitý, ktorý je potrebný na to, aby sa nápojom poskytlo ich šumenie. Podobne niektorí poľnohospodári spaľujú zemný plyn, aby produkovali oxid uhličitý, pre potreby rastlín v skleníkoch. Nový systém by mohol eliminovať potrebu fosílnych palív v týchto aplikáciách a proces by v skutočnosti použil skleníkový plyn zo vzduchu, hovorí Voskian. Prípadne by mohol byť prúd čistého oxidu uhličitého stlačený a vstreknutý do podzemia na dlhodobé zneškodnenie alebo dokonca vyrobený na palivo pomocou série chemických a elektrochemických procesov.

Proces, ktorý tento systém používa na zachytávanie a uvoľňovanie oxidu uhličitého „je revolučný". „To všetko za normálnych podmienok – nie je potrebný žiadny tepelný, tlakový ani chemický vstup. Práve tieto veľmi tenké pláty s aktívnymi obidvoma povrchmi sa dajú naskladať do boxu a pripojiť k zdroju elektriny."

„V našich laboratóriách sa snažíme vyvíjať nové technológie na riešenie množstva environmentálnych problémov, ktoré sa vyhýbajú potrebe tepelných zdrojov energie, zmenám tlaku systému alebo pridaniu chemikálií na dokončenie cyklov separácie a uvoľňovania," hovorí Hatton. „Táto technológia na zachytávanie oxidu uhličitého je jasnou demonštráciou sily elektrochemických prístupov, ktoré na poháňanie separácií vyžadujú iba malé kolísanie napätia."

V pracovnom závode – napríklad v elektrárni, kde sa výfukové plyny vyrábajú nepretržite – by sa mohli vedľa seba paralelne prevádzkovať dve sady takýchto nahusto uložených elektrochemických článkov, ktoré by fungovali paralelne, pričom spaliny sa nasmerujú najskôr na jednu súpravu na zachytávanie uhlíka a potom budú presmerované do druhej súpravy, zatiaľ čo prvá súprava prechádza do svojho vybíjacieho cyklu. Striedaním dvoch fáz by systém mohol vždy zachytávať aj vypúšťať plyn. V laboratóriu tím preukázal, že systém dokáže odolať najmenej 7 000 cyklom nabíjania a vybíjania so stratou účinnosti o 30%. Vedci odhadujú, že túto stratu dokážu ľahko vylepšiť na 20 000 až 50 000 cyklov.

Elektródy samotné sa môžu vyrábať štandardnými metódami chemického spracovania. Aj keď sa to dnes robí v laboratórnom prostredí. Môžu sa prispôsobiť tak, aby sa nakoniec dali vyrábať vo veľkých množstvách výrobným procesom typu roll-to-roll, ktorý je podobný novinárskej tlači, hovorí Voskian. „Vyvinuli sme nákladovo veľmi efektívne techniky," hovorí a odhaduje, že by sa mohli vyrábať už za desiatky dolárov za meter štvorcový elektródy.

V porovnaní s inými existujúcimi technológiami na zachytávanie uhlíka je tento systém pomerne energeticky efektívny a využíva približne jeden gigajoule energie na tonu zachyteného oxidu uhličitého. Iné existujúce metódy majú spotrebu energie, ktorá sa pohybuje od 1 do 10 gigajoulov na tonu, v závislosti od vstupnej koncentrácie oxidu uhličitého, hovorí Voskian.

Vedci založili spoločnosť s názvom Verdox, ktorá má tento proces komercializovať. Dúfajú, že v najbližších rokoch prídu s pilotným programom. Systém je možné veľmi ľahko zväčšiť, hovorí: „Ak chcete väčšiu kapacitu, stačí vyrobiť viac elektród."

Použitá literatúra:

Sahag Voskian, T. Alan Hatton. **Faradaic electro-swing reactive adsorption for CO2 capture**. *Energy & Environmental Science*, 2019; DOI: 10.1039/C9EE02412C