

Naziv Projekta

Oznaka in naziv projekta

J2-70084 VISION-CO₂: Vizualizacija In-situ Strukturnih vpogledov samem za Optimizirane katalizatorske Nanostrukture pri redukciji CO₂

J2-70084 VISION-CO₂: Visualizing In-situ Structural Insights for Optimized catalyst Nanostructures in CO₂ reduction

Logotipi ARIS in drugih sofinancerjev



Projektna skupina

Vodja projekta: dr. Sorour Semsari Parapari

Sodelujoče raziskovalne organizacije: [Povezava na SICRIS](#)

Sestava projektne skupine: [Povezava na SICRIS](#)

Raziskovalec (Researcher) (Ime in priimek/Številka raziskovalca)(Name and Surname/Researcher number)	Vloga (Role)
51451 - Sorour Semsari Parapari	V
19030 - Sašo Šturm	R
56762 - Layrton Jose Souza da Silva	MR
59239 - Sergej Ražnjević	R

Vsebinski opis projekta

Vsebinski opis projekta

Podnebne spremembe in energetska kriza sta dve izmed najbolj perečih težav človeštva. Zajemanje ogljika iz ozračja in njegova pretvorba v večogljične energente lahko pomagata ublažiti obe težavi. Ena od obetavnih tehnologij za učinkovito zajemanje in pretvorbo ogljika temelji na elektrokemični redukcijski reakciji CO₂ (eCO₂RR). Pri tem postopku se za pretvorbo CO₂ v večogljične kemikalije, kot sta etanol in etilen, uporablja elektrokatalizator. Lastnosti teh katalizatorjev in s tem učinkovitost so močno odvisne od njihove morfologije, oblike in strukture, kar bi vplivalo tudi na njihovo stabilnost v pogojih delovanja. Baker je izbrani elektrokatalizator za eCO₂RR z doslej najvišjo aktivnostjo in selektivnostjo do bolj uporabnih proizvodov. Kljub temu so bakrove nanostrukture v reakcijskih pogojih nestabilne in lahko doživijo nepovratno razgradnjo. Z razumevanjem reakcijskih mehanizmov, ki vodijo do aktivnosti in selektivnosti teh struktur, ter mehanizmov njihove razgradnje bomo lahko zasnovali učinkovitejše in stabilnejše elektrokatalizatorje eCO₂RR. Za preučevanje teh materialov je bilo opravljenih veliko raziskav z uporabo

različnih mikroskopskih in spektroskopskih tehnik. Še vedno pa je večina teh tehnik izvedena v nerealnih pogojih ex-situ in zato ne morejo pojasniti osnovnih mehanizmov teh pojavov.

V tem projektu predlagamo preučevanje bakrovih nanostruktur v skoraj realnih pogojih z uporabo tehnike in-situ elektrokemične tekočinsko-celične transmisijske elektronske mikroskopije (EC-LC TEM). Pri tej najsodobnejši mikroskopski tehniki je zanimivi nanomaterial potopljen v tekočino, npr. elektrolit, v posebej oblikovanih čipih znotraj držala, ki je nato izolirano od vakuumu mikroskopa. Elektrokemično poudarjeno se lahko uporabi zaradi sistema treh elektrod v čipih. Elektrokemične procese lahko zato opazujemo z visoko prostorsko in časovno ločljivostjo ter neposredno preučujemo njihovo reakcijsko kinetiko. Z uporabo različnih detektorjev bomo opazovali in beležili morfološki in kemični razvoj bakrovih nanostruktur v eCO₂RR ob prisotnosti elektrolitov, nasičenih s CO₂. Uporabili bomo tudi veliko manj izkoriščeni detektor 4D-STEM v in-situ EC-LC TEM, da bi razkrili strukturne in elektronske evolucije med elektrokemijskimi reakcijami. Vzporedno z našimi poskusi in-situ bomo uporabili tudi enake tehnike lokacijske mikroskopije, da bi prišli do konkretnjših zaključkov o osnovnih reakcijskih mehanizmi ob upoštevanju učinka elektronskega snopa. Vse bakrove nanostrukture bomo uporabili v laboratorijskih elektrokemijskih preskusih, da bi določili njihovo reaktivnost, selektivnost in stabilnost. Rezultati korelacijske mikroskopije in elektrokemijskih testov bodo združeni, da bi predlagali realistične mehanizme faznega razvoja in morebitne degradacije na podlagi razmerja med strukturo, lastnostmi in učinkovitostjo. Takšni rezultati bodo pripomogli k oblikovanju in zasnovi bakrenih katalizatorjev s povečano aktivnostjo/selektivnostjo/stabilnostjo za visoko donosno pretvorbo CO₂ v večogljikne proizvode in goriva z dodano vrednostjo.

Osnovni podatki sofinanciranja so dostopni na spletni strani [SICRIS](#).

Faze projekta in opis njihove realizacije

1. Synthesis and characterization of Cu nanostructures
2. In-situ EC-LC TEM for real-time observation of Cu nanostructures for eCO₂R
3. Data processing and electrocatalytic measurements for correlative analysis of Cu structures' behavior in eCO₂RR
4. Project management, dissemination, and communication

Bibliografske reference

1. Reference 1. Aldieri, L. and C.P. Vinci, Climate change and knowledge spillovers for cleaner production: New insights. *Journal of Cleaner Production*, 2020. 271: p. 122729.
2. Enevoldsen, P., et al., Examining the synergies and tradeoffs of net-zero climate protection with the Sustainable Development Goals. *Science Progress*, 2022. 105(4): p. 00368504221138443.
3. Climate Action, E.U.; Available from: https://ec.europa.eu/clima/index_en.
4. Nielsen, D.U., et al., Chemically and electrochemically catalysed conversion of CO₂ to CO with follow-up utilization to value-added chemicals. *Nature Catalysis*, 2018. 1(4): p. 244-254. SLO
5. De Luna, P., et al., What would it take for renewably powered electrosynthesis to displace petrochemical processes? 2019. 364(6438): p. eaav3506.
6. Gattrell, M., N. Gupta, and A. Co, A review of the aqueous electrochemical reduction of CO₂ to hydrocarbons at copper. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 2006. 594(1): p. 1-19.
7. Nitopi, S., et al., Progress and Perspectives of Electrochemical CO₂ Reduction on Copper in Aqueous Electrolyte. *Chemical Reviews*, 2019. 119(12): p. 7610-7672.