

# PREGLED TEHNIČKE LITERATURE I DOKUMENTACIJE

Uređuje: Domagoj Vrsaljko



## ANORGANSKA KEMIJSKA INDUSTRIJA

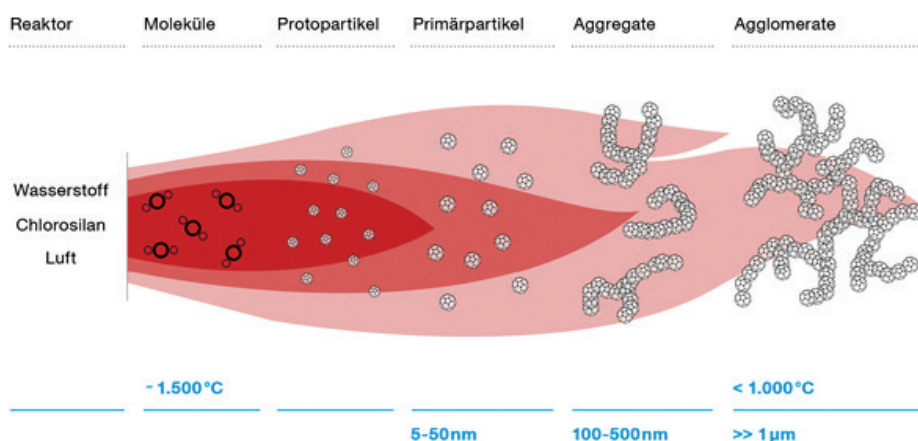
Frank Babick i sur.

### Višeparametarska karakterizacija aerosola

(Multiparameter Characterization of Aerosols)

Velik broj materijala u obliku čestica nastaju procesima u plin-skoj fazi. Takvi materijali su, na primjer, čađa, pirogena silika ili titanijev dioksid, koji se upotrebljavaju u vrlo različitim vrstama proizvoda kao što su kozmetički proizvodi, guma, boje ili elektronske naprave. Njihova učinkovitost u konačnoj pri-

mjeni, npr. tecivost, neprozirnost, perkolacija i kinetika otapanja, ovise o veličini čestica ali i o obliku, unutarnjoj strukturi i funkcionalizaciji površine. Proizvodi za katalitičku, optičku ili elektroničku primjenu osobito su ovisni o raznim svojstvima čestica. Unatoč tome, tipično je veličina jedini parametar čestica koji se nadzire sustavima kontrole procesa. Ostala svojstva disperznog sustava poput oblika ili fraktalne dimenzije ne nadziru se pri kontroli procesa. Štoviše, veličina čestica se uobičajeno mjeri *offline* ili *atline*, tj. s vremenskim odmakom, što onemogućava shvaćanje procesa i izravno precizno vođenje procesa. Da bi se provela potpuna kontrola formiranja, rasta i strukturiranja (aglomeracijom i konsolidacijom) čestice, nužna je *online* i multiparametarska karakterizacija



**Slika 1** – Pirogeni silicijev dioksid dobiva se sagorijevanjem klorosilana s vodikom i kisikom u oksidrogenom plamenu na temperaturi višoj od  $1000^{\circ}\text{C}$ . Reakcijom nastaje silicijev dioksid i klorovodik. Potonji se vraća u proizvodnu petlju kao pomoćna tvar. Čestice formirane u plamenu su u početku velike samo nekoliko nanometara. Prilikom hlađenja one se spajaju kako bi formirale veće, vrlo razgranate, pahuljaste aggregate, koji u konačnici postaju veliki nekoliko mikrometara (izvor: <https://www.wacker.com>).

čestičnih procesa u realnom vremenu. To je osobito potrebno za integrirane procese s brзом kinetikom. Sveobuhvatna *online* karakterizacija omogućit će razvoj novih procesnih putova, fleksibilno korištenje postojećim postrojenjima i lansiranje novih, funkcionalnih proizvoda.

U radu je opisana multiparametarska karakterizacija aerosolnih čestica. Multiparametarska karakterizacija aerosolnih čestica postiže se trima novim mjernim tehnikama te kombiniranjem različitih tehnika dimenzioniranja. Učinkovitost tog pristupa ispitana je za štapičaste organske pigmente i djelomično sinterirane agregate  $\text{SiO}_2$  kao ispitne aerosole proizvedene novim generatorima aerosola.

Chem. Ing. Tech. 90 (7) (2018) 923-936

## PROCESNO INŽENJERSTVO

Christof Weinlaender i sur.

### Utjecaj $\text{NH}_3$ na adsorpciju $\text{H}_2\text{S}$ iz bioplina za primjenu u gorivnom članku s čvrstofaznim oksidom

(Investigation of  $\text{NH}_3$  Influence on Adsorptive  $\text{H}_2\text{S}$  Removal from Biogas for Solid Oxide Fuel Cell Application)

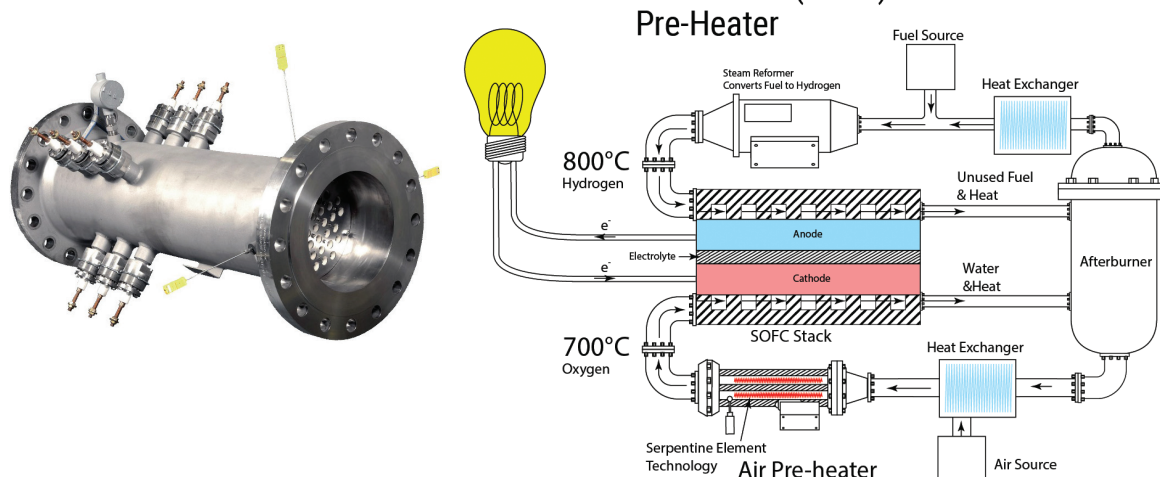
U trenutačnoj globalnoj situaciji vezanoj uz fosilna goriva, tehnologija gorivnih članaka u kombinaciji s obnovljivim izvorima kao što je bioplina postaje zanimljiva alternativa fosilnim gorivima. Gorivni članci rade kao normalne baterije. Elektrokemijski pretvaraju gorivo i stvaraju električnu energiju izravno iz kemijske energije. Gorivni članci s čvrstofaznim oksidom (SOFC, engl. *solid oxide fuel cell*) pripadaju skupini visokotemperaturnih gorivnih članaka. Njihova radna tempe-

ratura je između  $600^{\circ}\text{C}$  i  $1000^{\circ}\text{C}$ . SOFC je cjelovit uređaj u čvrstom stanju u kojem se kao elektrolit upotrebljava oksidni ionski provodni keramički materijal. Elektrolit je neporozna čvrsta tvar kao što je npr.  $\text{Y}_2\text{O}_3$ -stabilizirani  $\text{ZrO}_2$ . Visoke radne temperature impliciraju da elektrokatalizatori od plemenitih metala nisu potrebni, dakle, smanjeni su troškovi komponenata. Još jedna prednost SOFC-a je mogućnost izravne uporabe goriva na osnovi ugljika. Nema potrebe za vanjskim reformatorom, što također rezultira nižim troškovima.

Ovisno o izvoru i fazi nadogradnje procesa, bioplina može sadržavati brojne spojeve sumpora koji imaju sposobnost korodiranja opreme za obradu i plinovoda, sprječavaju učinkovitost katalizatora i oštećuju gorivne članke. Više istraživača ispitivalo je utjecaj sumporovih spojeva na učinkovitost gorivnih članaka i zaključilo da su sumporovi spojevi glavni otrov. Budući da su opseg i priroda degradacije članka povezani s upotrijebljenim materijalima i mikrostrukturnim značajkama, fenomen degradacije članka ne može se generalizirati.



### Solid Oxid Fuel Cell (SOFC)



**Slika 2** – U SOFC-u je temperatura od 500 °C do 800 °C, a tlakovi su relativno niski, pa se mora voditi velika briga o padovima tlaka. Upotrebljavaju se specijalizirani predgrijači poput ovog tvrtke Tutco (izvor: <https://www.tutcosureheat.com>).

Pretpostavlja se da se koncentracije svih sumporovih spojeva moraju smanjiti na razinu <1 ppmv kako bi se osigurala dugoročna učinkovitost SOFC-a.

Cilj ovog rada bio je istražiti moguće učinke amonijaka na različite sorbente koji su već uspješno upotrijebljavani za odsumporavanje bioplina. Istražen je kapacitet H<sub>2</sub>S adsorpcije

četiri komercijalno dostupnih sorbenata u prisutnosti amonijaka, kao i utjecaj uzvodnog uklanjanja amonijaka. Sorbent na osnovi CuO-MnO pokazao je najbolje performanse u odnosu na količinu sumpora.

Chem. Ing. Tech. 90 (7) (2018) 937–946

Tobias Gienau i sur.

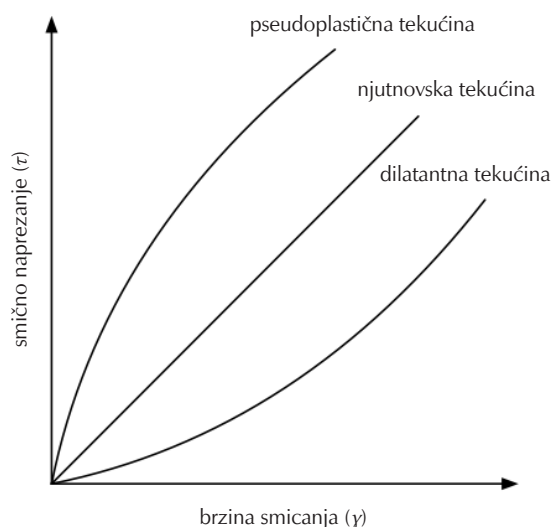
### Reološka karakterizacija anaerobnog mulja iz poljoprivrednih i biotpadnih bioplinskih postrojenja

(Rheological Characterization of Anaerobic Sludge from Agricultural and Bio-Waste Biogas Plants)

Zbog kapaciteta za skladištenje i regulaciju mreže, poljoprivredna bioplinska postrojenja koja se napajaju energetskim usjevima, strujama otpada i gnojivom igraju ključnu ulogu u prijelazu Njemačke u energetski sustav koji se temelji na obnovljivim izvorima energija. Električna i toplinska energija proizvedena anaerobnom digestijom u bioplinskim postrojenjima u 2012. godini iznosila je 20,1 % odnosno 14,6 % ukupne proizvodnje obnovljivih izvora energije. Optimiranje bioplinskog postrojenja uključuje povećanje energetske učinkovitosti. Prosječna potrošnja energije bioplinskog postrojenja za pumpanje, transport, miješanje i rad jedinice za kombiniranu toplinu i električnu energiju iznosi 8 % do 9 % ukupnih troškova. Oko 20 % te energije troše pumpe, hladnjaci i kompresori, 50 % se troši na miješanje i 30 % na kogeneracijskoj jedinici. Reologija anaerobnog mulja utječe na dinamiku fluida, pa je stoga važan parametar u energetskim potrebama proizvodnje bioplina, pumpanja, hidrodinamike bioreaktora i procesa odvodnje. Štoviše, neadekvatno miješanje supstrata, temperaturni profili u digestoru i pjenjenje mogu uzrokovati smanjenu učinkovitost procesa i povećati operativne troškove.

U radu su analizirani anaerobni muljevi iz 16 različitih bioplinskih postrojenja s obzirom na njihove reološke značajke. Svi muljevi pokazali su pseudoplastično ponašanje ovisno o temperaturi s viskoznosti od 900 mPa s do 6000 mPa s pri 20 °C. Tekuća frakcija anaerobnih muljeva također je pokazala ovisnost o temperaturi, pseudoplastično ponašanje s viskoznosti znatno iznad viskoznosti vode (2 mPa do 40 mPa

pri 20 °C). Reološko ponašanje tekuće faze povezano je s organskim frakcijama, tj. koncentracijama proteina i polisaharida.



**Slika 3** – Ovisnost smičnog naprezanja njutnovskih i nenjutnovskih tekućina o brzini smicanja. Kod njutnovske tekućine ovisnost je linearna. Nenjutnovska tekućina je ona čija ovisnost smičnog naprezanja o gradijentu promjene brzine u smjeru koji je okomit na djelovanje sile nije linearna, a može ovisiti i o temperaturi. Nenjutnovske tekućine dijele se na pseudoplastične tekućine (model nenjutnovske tekućine kojemu viskoznost opada s gradijentom brzine u području malih gradijenata brzine) i dilatantne tekućine (model nenjutnovske tekućine kod kojega se viskoznost povećava s gradijentom brzine).

Chem. Ing. Tech. 90 (7) (2018) 988–997

Thomas Lauer

### Priprema amonijaka iz tekućine AdBlue – pristupi modeliranju i budući izazovi

(Preparation of Ammonia from Liquid AdBlue – Modeling Approaches and Future Challenges)

Sadašnja mobilnost temeljena na nafti smatra se zastarjelom i raspravlja se o scenarijima u kojima će između 2025. i 2040. konvencionalne pogonske jedinice biti zamijenjene električnim vozilima, ovisno o političkim pozicijama država. Neki veliki gradovi, poput Pariza, razmatraju zabranu dizelskog goriva nakon 2024. godine. Kod vozila s pogonom na dizelsko gorivo emisija dušikovih oksida poseban je izazov. Stoga je naknadna obrada ispušnih plinova temeljena na sustavima selektivne katalitičke redukcije (engl. *selective catalytic reduction, SCR*) amonijakom kao redukcijskim sredstvom postala važna mjera za ispunjavanje budućih zakonskih zahtjeva. U katalizatoru amonijak reagira s dušikovim oksidima iz procesa izgaranja i nastaju elementarni dušik i voda.

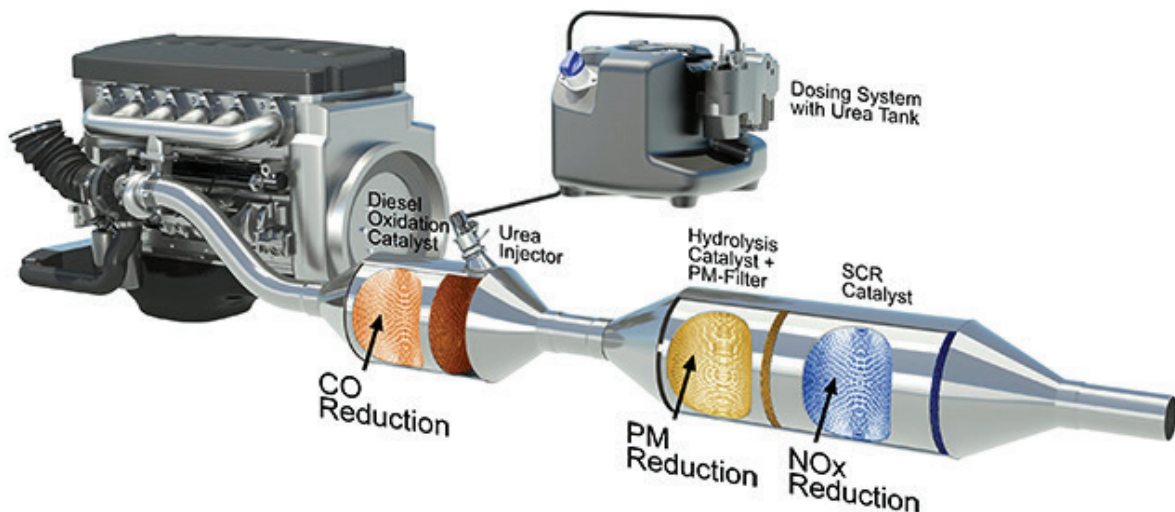
Zbog toksičnosti amonijaka mobilni sustavi SCR koriste se eutektnom 32,5 tež. % otopinom uree u vodi (engl. *urea-water solution, UWS*), također poznatom kao AdBlue ili dizelski ispušni fluid, kao fluid koji se ubrizgava u vrući ispušni plin u sekciji prije katalizatora u kojem se događa SCR. Nakon toga se amonijak potreban za redukciju dušikovih oksida ge-

nerira u dijelu za miješanje između dozatora i katalizatora toplinskom razgradnjom uree (termoliza) i hidrolizom izocijanske kiseline u prisutnosti vodene pare.

U ovom preglednom članku dokumentirano je stanje simulacijske metode računalne dinamika fluida (engl. *computational fluid dynamics, CFD*) s obzirom na pripremu injektirane otopine uree i vode, turbulentni transport amonijaka i procjenu čvrstih taloga nastalih iz tekućeg filma. Dane su usporedbe s mjerenjima za realne sprejeve i sekcije za miješanje.



Slika 4 – Mjesto za dolijevanje AdBlue tekućine često se nalazi kraj otvora za dolijevanje goriva (izvor: [www.uk.audi.com](http://www.uk.audi.com))



Slika 5 – Shema sustava u kojem se upotrebljava AdBlue (32,5 % eutektna otopina uree u vodi) potreban za redukciju dušikovih oksida u ispušnim plinovima (izvor: [ad-blue-urea.com](http://ad-blue-urea.com))