



Zeoliti za čistejšo in energijsko

Največ zanimanja so zeoliti pritegnili v sistemih predelave biomase, čiš...

Nataša Zabukovec Logar,
Nataša Novak Tušar*
eko@finance.si

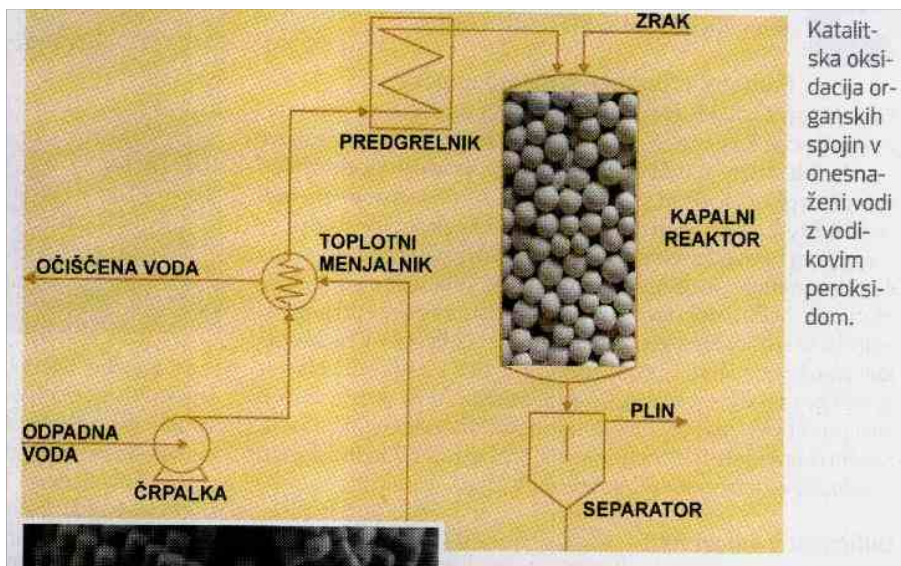
Zeolitni materiali so spodbudili uvajanje čistejših tehnologij v svetu, saj jih kot adsorbente in katalizatorje lahko recikliramo in tako vnovič uporabimo v procesu. Ciljno funkcionalizirani zeoliti omogočajo energijsko učinkovitejše procese, z manj stopnjami in manj stranskimi produkti oziroma manjšimi količinami škodljivih izpustov.

Zeoliti so porozni materiali, ki kot adsorbenti in katalizatorji že nekaj desetletij omogočajo do okolja prijazno pridobivanje kemikalij in goriv iz nafte in zemeljskega plina. V okoljskih tehnologijah, ki jih bomo uporabljali v prihodnosti, so pomembni pri pridobivanju kemikalij in goriv iz biomase, čiščenju vode in zraka, v energijskih tehnologijah pa na področjih shranjevanja toplote v solarnih in drugih ogrevalnih sistemih ter shranjevanju plinov. Cene se gibljejo od 400 evrov do nekaj tisoč evrov za tono zeolita.

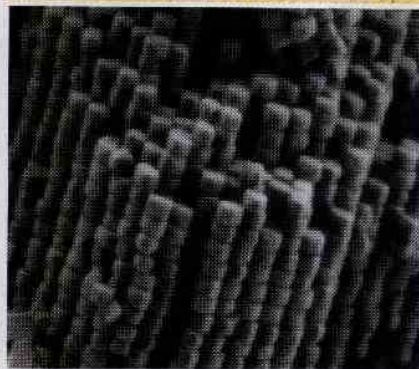
Pri raziskavah sodeluje tudi industrija

Laboratorij za anorgansko kemijo in tehnologijo s Kemijskega inštituta v Ljubljani pod vodstvom Venčeslava Kaučiča zeolitne materiale raziskuje že dve desetletji, pri tem pa intenzivno sodeluje tudi z industrijo in znanstvenimi inštitucijami doma in v državah EU (European Cooperation in Science and Technology - COST Actions, European Nanoporous Materials Institute of Excellence - ENMIX).

Zeolite v naravi najdemo v obliki aluminosilikatnih mineralov. Najbogatejša najdišča so v južni Evropi, Severni Ameriki in na Kitajskem. Začetki njihove laboratorijske sinteze segajo v petdeseta leta prejšnjega stoletja (Union Carbide Corporation iz ZDA). Prednost zeolitov pred drugimi poroznimi materiali, kot sta aktivno oglje in silikagel, je kristalinična struktura, ki zagotavlja popolno urejenost por z natančno določenimi premeri por in s tem veliko selektivnost procesov, v katerih jih uporabljamo kot katalizatorje ali adsorbente. Poleg značilnih oblik por s premeri okoli enega nanometra (ti so primerljivi s premeri molekul, ki sodelujejo v kemijskih reakcijah) lahko zeolitna ogrodja funkcionaliziramo z različnimi elementi in tako ustvarimo aktivna



Katalitska oksidacija organskih spojin v onesnaženi vodi z vodikovim peroksidom.



Takšni so zeolitni nanodecili, veliki 150 nanometrov.

mesta za specifične oziroma ciljne reakcije. Za zeolite so značilne velike specifične površine (do tisoč kvadratnih metrov na gram) in toplotna obstojnost (nad tisoč stopinj Celzija), kar omogoča visoko uporabno in tehnološko vrednost.

Do okolja prijazen katalizator

Organske spojine (barvila, pesticidi, farmacevtske spojine in podobno) so eden največjih onesnaževalcev odpadne in pitne vode. Največji interes industrije je očistiti onesnažene vode z organskimi spojinami pred izpustom v komunalne čistilne naprave s cenovno ugodnimi in preprostimi postopki. V zadnjem času pomenijo napredni oksidacijski procesi (AOP - Advanced Oxidation Processes) čiščenja odpadne in pitne vode enega največjih izzivov tako za raziskovalce v akademskih krogih kakor tudi za industrijo. Z AOP lahko namreč povsem razgradimo organske spojine. Katalitska

oksidacija organskih spojin z vodikovim peroksidom (WHPCO - Wet Hydrogen Peroxide Catalytic Oxidation) je eden od procesov AOP s prednostjo, ki je pomembna za industrijo - za izvajanje procesa ne potrebujemo dragih reaktorjev. Komercialno uporabljen katalizator za WHPCO je katalizator Fentonovega tipa na osnovi železovih soli (homogena kataliza), ki pa ima več za okolje pomembnih slabosti. Prva je ta, da katalizator deluje v kislem mediju pri pH 3 - pri tem uporabimo veliko kisline za vzdrževanje takšnega pH in pozneje veliko baze za nevtralizacijo vode. Druga pomanjkljivost je, da železovi ioni tvorijo komplekse z veliko organskimi spojinami, kar zavira aktivnost katalizatorja in pospešuje razpad vodikovega peroksida. In tretja - po uporabi katalizator težko odstranimo iz sistema.

Na Kemijskem inštitutu so pred kratkim oblikovali katalizator Fentonovega tipa na osnovi mangana, imobiliziranega na zeolitnem poroznem nosilcu (heterogena kataliza), ki razgradi 80 odstotkov organskega onesnaževala v vodi v 30 minutah. Katalizator je do okolja prijazen zaradi delovanja pri nevtralnem pH in sobni temperaturi, netoksičnosti, privlačen pa je tudi zaradi nizke cene. Po uporabi ga preprosto odstranimo iz sistema in recikliramo ter vnovič uporabimo.

Materiali za shranjevanje toplote

Zeoliti igrajo vse pomembnejšo vlogo tudi pri ogrevanju in hlajenju stavb ter pripravi tople vode v gospodinjstvih in industriji. To namreč pomeni polovico končnih energijskih

sko učinkovitejše procese

ščanja vode, shranjevanja toplote in na področju shranjevanja plinov

potreb stavb v EU, ki bi jih lahko skoraj v celoti zagotovili z izkoriščanjem sončne energije ali odvečne toplote. Trenutne rešitve na trgu so zalogovniki toplote, napolnjeni z vročo vodo, vendar je gostota shranjene energije nizka, toplotne izgube v daljšem časovnem obdobju pa velike. Za sezonsko shranjevanje toplotne energije, pridobljene s sončnimi zbiralniki, bi zdaj v enodružinski pasivni hiši potrebovali kar od 30 do 40 kubičnih metrov velik zalogovnik za vročo vodo, kar ni privlačno za investitorje. Učinkovitejše rešitve je prinesel razvoj novih zeolitnih adsorbentov, ki omogočajo dolgotrajno shranjevanje toplote brez izgub v ustreznih shranjevalnikih ali zalogovnikih. Da bi lahko zmanjšali prostornino zalogovnika v prej omenjeni hiši na največ osem kubičnih metrov in uporabili komercialno dostopne sončne zbiralnike, bi moral adsorbent omogočati gostoto shranjene energije nad 200 kilovatnih ur na kubični me-

ter materiala v zalogovniku pri temperaturi sušenja materiala pod 120 stopinj Celzija. Eden izmed zeolitnih materialov, ki so ga v zadnjem času raziskovalci razvili na Kemijskem inštitutu, omogoča shranjevanje toplote z zahtevano gostoto energije 210 kilovatnih ur na kubični meter, potrebna temperatura za sušenje materiala pa je le 95 stopinj Celzija.

Do leta 2050 vsaj polovica gospodinjstev z zalogovniki toplote

Laboratorij za anorgansko kemijo in tehnologijo pri razvoju materialov za shranjevanje toplote sodeluje s podjetjem Silkem, zdaj v okviru mednarodnega ERA-NET projekta Storeheat (www.storeheat.eu). Silkem je edino podjetje v Sloveniji, ki izdeluje zeolitne materiale tako za domači kot tudi za svetovni trg. Cilji omenjenega projekta – poleg razvoja zeolitnih materialov in njihovega testiranja v zalogovnikih toplote – vključujejo tudi

predlog energetske učinkovite proizvodnje novih materialov. Novi cenovno zanimivi in učinkoviti zalogovniki toplote bi močno povečali možnosti, da bi do leta 2050 vsaj 50 odstotkov gospodinjstev uporabljalo toploto iz obnovljivih virov za letoletno ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode po smernicah mednarodne agencije za energijo (IEA) in slovenskem akcijskem načrtu za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020. ●

*Nataša Zabukovec Logar je višja znanstvena sodelavka v laboratoriju za anorgansko kemijo in tehnologijo na Kemijskem inštitutu ter koordinatorka projekta ERA-NET Storeheat, Nataša Novak Tušar pa je znanstvena sodelavka v laboratoriju za anorgansko kemijo in tehnologijo na Kemijskem inštitutu in članica upravnega odbora EU COST Action CM0903 za področje oblikovanja do okolja prijaznih katalizatorjev.