

Nanočestični čvrsti jonski provodnici na bazi CeO₂ za gorivne ćelije sa čvrstim elektrolitima (Solid Oxide Fuel Cells-SOFC)

Apstract

Alternativni energetske sistemi nove generacije konceptualno se razlikuju od konvencionalnih energetskih sistema, a među njima jedna od najperspektivnijih tehnologija je tehnologija gorivnih ćelija sa čvrstim elektrolitom (Solid Oxide Fuel Cell-SOFC). SOFC gorivne ćelije se na osnovu svojih karakteristika smatraju uređajima treće generacije i zauzimaju lidersku poziciju u poređenju sa drugim tipovima gorivnih ćelija. Jedna od najvažnijih komponenti SOFC gorivnih ćelija sa operativnog aspekta je čvrst elektrolit. Danas se kao elektrolit u SOFC gorivnim ćelijama najčešće koristi cerijum (IV) oksid (CeO₂) dopiran jonima retkih zemlja (Nd³⁺, Sm³⁺, Gd³⁺, Dy³⁺, Y³⁺ i Yb³⁺). Zahvaljujući boljim osobinama pri radu SOFC gorivnih ćelija na nižim temperaturama u opsegu od 500-700 °C istraživanja su sve više usmerena ka razvoju srednje-temperaturskih gorivnih ćelija sa čvrstim elektrolitom (Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells-IT-SOFC).

U okviru naših istraživanja uspešno su sintetisani nanoprahovi CeO₂ dopirani sa jonima Nd³⁺, Sm³⁺, Gd³⁺, Dy³⁺, Er³⁺, Y³⁺, Yb³⁺, Bi³⁺ i Ru^{3+/4+} u različitim koncentracijama od 0.5-50 % (u zavisnosti od vrste dopanta). Broj istovremeno uvedenih dopanata je variran od 1-6. Elektoliti na bazi CeO₂ su uspešno sintetisani primenom modifikovanog postupka sagorevanja glicin nitratnog gela (MGNP metoda) i samopropagirajućom reakcijom na sobnoj temperaturi (SPRT metoda). Ovim metodama omogućeno je dobijanje prahova veoma precizne stehiometrije. U poređnom analizom fizičko-hemijskih karakteristika sintetisanih nanoprahova (primenom XRPD, BET, TEM, SEM, EDX i Ramanske spektroskopije) je pokazano da različiti načini sinteze imaju presudan uticaj na mikrostrukturu i morfologiju nanoprahova, sa posebnim akcentom na razlike u pogledu veličine i distribucije čestica sintetisanih prahova. Deo dobijenih prahova je sinterovan na različitim temperaturama i u različitim atmosferama u cilju optimizacije parametara. Proces sinterovanja nije dovodio do gubitka molekularne frakcije dopanata u finalnim kompozicijama, uz postizanje visokih vrednosti gustina. Strukturne, morfološke i električne karakteristike sinterovanih uzoraka ispitane su XRPD, SEM i EDX metodama, kao i elektrohemijomskom impedansnom spektroskopijom (EIS) u interval od 500-700 °C. Karakterizacija sinterovanih uzoraka je urađena sa ciljem da se utvrdi koji uzorci pokazuju najveće vrednosti jonske provodljivosti i imaju najveći potencijal za primenu kao čvrsti elektroliti u IT-SOFC gorivnim ćelijama. Na osnovu dobijenih rezultata za električnu provodljivost, visoku gustinu i termičku stabilnost, može se zaključiti da dobijeni čvrsti elektroliti na bazi CeO₂ sa različitim sadržajem jona retkih zemlja mogu imati potencijalnu primenu u IT-SOFC.

Mogućnost dobijanja čvrstog oksida na bazi CeO₂ keramičkog materijala tako da ne zahteva dopunu ili punjenje u toku operativnog procesa znatno pojednostavljuje konstrukciju, rad i održavanje, ali omogućava i smanjenje cene proizvodnje SOFC gorivnih ćelija. U novije vreme moderne oksidne keramike, prednosti kao što su bolje osobine pri radu na nižim temperaturama, netoksičnost i veća jonska provodljivost čine da nanočestični čvrsti jonski provodnici na bazi CeO₂ zauzimaju vodeću ulogu među elektrolitima IT-SOFC gorivnih ćelija.