

# Priprava sodobnih keramičnih materialov z elektroforetsko depozicijo

Katja König<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Naravoslovno tehniška fakulteta (Študijski program: Materiali, 4. leto)

katja.konig@ijs.si

Elektroforetska depozicija (EPD) oz. nanašanje v električnem polju je zelo uporabna koloidna tehnika za oblikovanje keramičnih, polimernih in kovinskih materialov, ki so v obliki finega prahu. Omogoča pripravo masivnih izdelkov, prevlek in infiltriranih tkanin. Do zgodnjih devetdesetih let prejšnjega stoletja se je EPD uporabljala predvsem za izdelovanje tradicionalne keramike, v zadnjih 15-ih letih pa se je zaradi hitrega razvoja sodobnih materialov in posledično potrebe po ustreznem prilagajanju tehnik oblikovanja pokazala kot izredno obetavna metoda za izdelavo vrste novih komponent s prilagojeno strukturo, kot npr. plastovitih in funkcionalno gradientnih materialov, vlaknatih keramičnih kompozitov, biomaterialov, kompozitnih prevlek itd.

EPD je dvostopenjski proces. V tekočini dispergirani električno nabiti delci se pod vplivom električnega polja 1) gibljejo proti nasprotno nabiti elektrodi in 2) se naložijo na elektrodo. Na elektrodi nastaja relativno gost in homogen depozit, ki ga je praviloma treba še ustrezno termično obdelati. Pri izdelovanju masivnih izdelkov se kot elektroda lahko uporabi bodisi kovinski ali drug prevoden nosilec, depozit pa se lahko tvori tudi na membrani postavljeni pred eno izmed elektrod. Pri infiltriranju 2D ali 3D tkanin lahko le-te služijo kot elektrode ali pa tkanino postavimo pred eno izmed elektrod. Pri pripravi tankih in debelih prevlek se kot elektrode uporabljajo funkcionalne podlage.

Na potek EPD vplivajo različni dejavniki: dejavniki povezani s procesom (napajalna napetost, narava elektrod, čas depozicije, razdalja med elektrodama) in dejavniki povezani s suspenzijo (zeta potencial in velikost delcev, dielektrična konstanta tekočine, prevodnost, viskoznost, dodatki).

Kljub vedno večjemu zanimanju za oblikovanje sodobnih materialov z EPD ta tehnika zaradi omejenega poznavanja zvez med dejavniki EPD in lastnostmi izdelkov še ni v široki industrijski uporabi. Zato je eden izmed pomembnih ciljev raziskav na področju EPD boljše poznavanje zvez med dejavniki EPD in lastnostmi depozitov.

V raziskovalnem delu sem se osredotočila predvsem na preučevanje vpliva dejavnikov povezanih s suspenzijo (zeta potencial in velikost delcev, prevodnost, vpliv dodatkov), raziskala pa sem tudi vpliv dejavnikov povezanih s procesom. Velik del raziskav sem posvetila študiju površinskih lastnosti delcev v suspenzijah ter možnosti ustreznega povečanja naboja na delcih z različnimi dodatki. Zeta potencial delcev, ki je zelo pomemben dejavnik EPD, sem merila z elektroakustično metodo. Merila sem tudi prevodnost suspenzij, ki ravno tako bistveno vpliva na tvorbo depozitov. Mikrostrukturo tvorjenih depozitov sem preučevala z optično in vrstično elektronsko mikroskopijo.

Z EPD sem pripravila masivne izdelke iz submikronskega in nanometrkega prahu  $Al_2O_3$ . Nanometrke delce, ki naj bi omogočali pripravo goste keramike pri relativno nizkih temperaturah sintranja, je v primerjavi z mikrometrskimi zelo težko deaglomerirati, kar se odraža na precej porozni mikrostrukturi sintrane keramike. EPD sem uporabila tudi kot metodo za zlaganje submikronskih monodisperznih kroglic  $SiO_2$ . Raziskala sem vpliv zeta potenciala, prevodnosti suspenzij in napajalne napetosti na zlaganje. Ukvarjala sem se tudi s pripravo vlaknatih keramičnih kompozitov, ki jih je relativno težko pripraviti s kakšno drugo metodo. V okviru tega dela sem z EPD prevlekla SiC vlakna z ogljikovimi nanocevkami, nato pa medprostore med vlakni elektroforetsko infiltrirala s suspenzijo submikronskih delcev SiC. Prav tako se je EPD izkazala za zelo ustrezno metodo za pripravo prevlek iz nanodelcev (Ti, Al)-Beta ter za infiltracijo molekularnih sit na osnovi  $SiO_2$  z nanometrskimi delci (Ti, Al)-Beta.