

## Nanokompoziti polipropilena/gline, izdelani po postopku brizganja s strižno nadzorovanim usmerjanjem: deformacijske in lomne lastnosti

Alejandra Costantino<sup>1</sup>–Valeria Pettarin<sup>1,\*</sup>–Julio Viana<sup>2</sup>–Antonio Pontes<sup>2</sup>–Antonio Pouzada<sup>2</sup>–Patricia Frontini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nacionalna univerza v Mar del Plati, Institut za znanost in tehnologijo materialov, Argentina

<sup>2</sup> Univerza v Minhu, Institut za polimere in kompozite, Portugalska

Nanokompoziti gline in polimerov so alternativa za konvencionalne mikrokompozite, saj omogočajo izboljšane mehanske, toplotne in obdelovalne lastnosti, zmanjšujejo gorljivost ter izboljšujejo zaporne lastnosti že pri zelo majhnih vsebnostih polnila (<5 utež. %). Nanokompoziti pa morajo imeti za izpolnjevanje konkretnih konstrukcijskih zahtev tudi ustrezno togost, trdnost in žilavost. Priprava nanokompozitov s termoplastičnimi polimeri s pomočjo konvencionalne opreme za kompaundiranje ostaja prednostna rešitev za industrijo, zlasti pri uporabi osnovnih polimerov kot je polipropilen (PP), ki se intenzivno uporablja v industriji embalaže ter v avtomobilski industriji. Izdelava kompozitov PP/glina po konvencionalnih postopkih brizganja (CIM) ni enostavna naloga. Nanogлина je običajno slabo dispergirana po brizgancu, pri debelih izdelkih pa je pogosta nepopolna izpolnitev gnezda in druge napake. Postopek SCORIM (strižno nadzorovano usmerjanje pri brizganju) je alternativa za CIM, ki v proces brizganja prinaša določene prednosti z nadzorom mikrostrukture brizganih materialov. Brizganju polimernih nanokompozitov po postopku SCORIM pa je za zdaj posvečenih le malo raziskav.

V tem delu so raziskani vplivi različnih morfologij, ki nastanejo ob strižno nadzorovanim usmerjanju pri brizganju (SCORIM), na mehanske in lomne lastnosti polipropilena (PP) ter brizgancev iz PP/nanogline.

Za mehansko karakterizacijo so bili opravljeni enoosni tlačni in upogibni preizkusi pri sobni temperaturi in v kvazistatičnih pogojih. Za karakterizacijo lomnih lastnosti je bil opravljen tritočkovni upogibni test SENB, podatki pa so bili analizirani po pristopih lomne mehanike. Inicijacija loma je bila vrednotena po faktorju intenzivnosti kritične napetosti v načinu I,  $K_{IC}$ , vrednost integrala  $J$  pa je bila izračunana za točko nestabilnega loma oz. izgubo integritete konstrukcije pri vzorcih s kvazistabilnim napredovanjem razpoke. Za določanje srednjih mehanskih in lomnih lastnosti je bila opravljena tudi popolna karakterizacija mikrostrukture brizgancev z optično polarizacijsko mikroskopijo (POM), rentgensko difrakcijo (XRD) in diferencialno skenirno kalorimetrijo (DSC), o čemer so avtorji že poročali.

Pri vzorcih je bil ugotovljen cel razpon lomne stabilnosti, od zmerne nelinearnosti do kvazistabilnega režima, odvisno od vrste materiala in pogojev brizganja. Pri čistem PP je bilo ugotovljeno nelinearno krhko vedenje, medtem ko so imeli nanokompoziti kvazistabilno vedenje po zaslugi velike deformacijske zmogljivosti vrhnjega sloja. Kljub temu, da je do inicijacije razpoke prišlo praktično pri enakih obremenitvah, pa je bila energija napredovanja odvisna od pogojev obdelave in od vsebnosti nanogline.

Statistična analiza nakazuje, da je za izboljšanje žilavosti debelih vzorcev SCORIM kompozita PP/nanogлина skupaj z mikrostrukturnimi razlikami med vrhno plastjo (ali strižno cono) in jedrom odgovorno zmanjšanje velikosti jedra pri obdelavi SCORIM, na katerega ugodno vpliva prisotnost nanogline.

**Ključne besede:** nanokompoziti, glina, polipropilen, SCORIM, lomna mehanika, deformacije