

Raziskava mehanskih lastnosti epoksi kompozitov s polnilom iz roževine v prahu

Duraisamy Kumar ^{1,*} – Sadayan Rajendra Boopathy² – Dharmalingam Sangeetha² – Govindarajan Bharathiraja¹

¹ Kolidž za inženiring in tehnologijo C. Abdul Hakeem, Oddelek za strojništvo, Indija

² Univerza Anna, Tehniški kolidž, Guindy, Oddelek za strojništvo, Indija

Namen raziskave je opredelitev možnosti izkoriščanja bioloških odpadkov pri razvoju biokompozitov zaradi njihove nizke cene, prijaznosti do okolja in biološke razgradljivosti; zmanjšanje onesnaženja okolja, iskanje zamenjave za sintetična vlakna in pocenitev izdelave kompozitov; izdelava biokompozitov iz epoksi smole in odpadne roževine v prahu (HP); kakor tudi optimizacija parametrov procesa izdelave kompozita epoksi/HP.

Cilji raziskave so obdelava delcev HP z NaOH za izboljšanje združljivosti med delci HP in epoksijem, izdelava biokompozitov z delci odpadne HP kot polnilom in epoksijem kot matriksom, izvedba mehanskih in površinskih morfoloških preizkusov na kompozitih HP/epoksi, optimizacija dejavnikov, ki vplivajo na kompozite HP/epoksi, izdelava vzorcev na podlagi optimiziranih parametrov ter preverjanje njihovih lastnosti, in končno analiza lastnosti pripravljenih kompozitov HP/epoksi.

Delci odpadne roževine so bili zmleti in presejani na različne velikosti s pomočjo sit. Delci HP so bili očiščeni z raztopino NaCl, razmaščeni z dietiletom in obdelani z raztopino NaOH. Kompozitni vzorci so bili izdelani na osnovi Taguchijevega ortogonalnega polja L9 (3×3) (koncentracija NaOH, $A_1 = 0,1$ N, $A_2 = 0,2$ N in $A_3 = 0,3$ N, velikost delcev HP, $B_1 = 125$ μ m, $B_2 = 250$ μ m in $B_3 = 425$ μ m, in volumski delež HP $C_1 = 10$ %, $C_2 = 20$ %, $C_3 = 30$ %) ter z neobdelanim HP in epoksijem. Delci HP in epoksi smola so bili zmešani v ustreznem razmerju, preneseni v orodje ter 30 minut prešani v hidravličnem stroju pri tlaku 0,5 MPa. Stisnjene plošče so se 24 ur utrjevale pri sobni temperaturi in iz kompozitne plošče so bili nato izrezani preizkušanci po standardih ASTM. Lastnosti preizkušancev so bile nato testirane po istih standardih. Z vrstičnim elektronskim mikroskopom so bile narejene mikrografske preiskave preizkušancev po nateznem preizkusu. Optimizacija faktorjev je bila opravljena po metodah GRA in ANOVA. Izvedena je bila primerjava lastnosti optimalnih preizkušancev ter neobdelanih kompozitnih preizkušancev in preizkušancev iz čistega epoksija.

Rezultati raziskav kažejo, da je čista roževina vlaknene konsistence, ima manjšo gostoto in boljše lastnosti kot polimeri. SEM-mikrograf vzorcev po nateznem preizkusu kaže dobro združljivost med delci HP in smolo pri volumskem deležu HP 10 % ter povečano nastajanje gruč z rastjo volumskega deleža HP. Ugotovljeni so bili naslednji optimalni faktorji: največja koncentracija NaOH A_3 (t. j. 0,3 N), najmanjša velikost HP B_1 (t. j. 125 μ m) in najmanjši volumski delež HP C_1 (t. j. 10 %). Z alkalno obdelavo postanejo površine HP bolj trde in grobe, poveča pa se tudi moč spajanja. Kompoziti, obdelani z NaOH, imajo boljše lastnosti kot neobdelani kompoziti, optimalna koncentracija NaOH je tako A_3 (t. j. 0,3 N). Za večino mehanskih lastnosti so zaželeni manjši delci, le za udarno trdnost so zaželeni večji delci. Ob upoštevanju vseh lastnosti so optimalni manjši delci (B_1 oz. 125 μ m). Z rastjo deleža prahu se povečujejo gruče delcev prahu, to pa privede do površinskih razpok in nezdružljivosti, kar vpliva na lastnosti. Ko je volumski delež HP najmanjši (C_1 , 10 %), je torej dosežena dobra združljivost med sestavinami in epoksi smolo za optimalen rezultat. Analiza ANOVA je razkrila prispevek posameznih faktorjev: za volumski delež HP 90,87 %, za velikost HP 6,43 % in za koncentracijo NaOH 0,78 %. Vrednosti R^2 in prilagojene vrednosti R^2 presegajo 95 %, s čimer je potrjena stopnja zaupanja 95 %. Primerjava med optimalnim preizkušancem in neobdelanimi preizkušanci HP je pokazala, da ima optimalni preizkušanec boljše lastnosti. Sledi, da so kompoziti HP/epoksi potencialno uporabni v različnih panogah.

Ta prispevek postavlja nove smernice za raziskave uporabe živalskih odpadkov. Funkcionalni kompoziti z delci HP kot zamenjavo za neobnovljive sestavine lahko občutno zmanjšajo onesnaženje okolja, obenem pa so cenovno ugodni.

Ključne besede: roževina v prahu, epoksi smola, kompoziti z delci, mehanske lastnosti, optimizacija