

Vpliv predelave na estetske, morfološke in mehanske lastnosti brizgancev iz strukturne pene polistirena z visoko odpornostjo proti udarcem

Fantina Rosa Esteves – Tiago Alexandre Carvalho – António Sérgio Pouzada – Carla Isabel Martins*
Institut za polimere in kompozite/I3N, Univerza v Minhu, Portugalska

Poceni proizvodnja manjših količin velikih plastičnih izdelkov zahteva uporabo alternativnih materialov in orodij. Strukturne pene (SF) so rešitev pri debelejših izdelkih z dobrimi lastnostmi. Zaradi njihove sendvič strukture, sestavljene iz celičnega jedra in dveh polnih plasti na površju, je iz njih mogoče izdelovati lahke dele z veliko togostjo in dobro dimenzijsko stabilnostjo. Porozno jedro se oblikuje z dodajanjem posebnega sredstva za penjenje v polimerni matriks. Ti materiali se uporabljajo pri urbanem pohištvu, v avtomobilski, navtični, letalski in vesoljski industriji. Za izdelavo SF se najpogosteje uporablja postopek nizekotlačnega brizganja, proces s kratkim brizgom in tlaki pod 4 MPa. Hibridna orodja z gnezdi, izdelanimi po postopkih hitre izdelave, so alternativa brizganju velikih plastičnih delov v cenejših orodjih. V članku je predstavljen vpliv pogojev obdelave in uporabljenega orodja na estetske, morfološke in mehanske lastnosti brizgancev iz strukturne pene polistirena, odpornega na udarce (HIPS). Rešitev s hibridnim orodjem je primerjana s konvencionalnim orodjem. Brizganci iz materiala HIPS (specifična teža $1,05 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ in MFI $10,95 \text{ g}/10 \text{ min}$ ($200 \text{ }^\circ\text{C}/5 \text{ kg}$) proizvajalca BASF) z 2 utež.% endotermnega CBA (Tracel IMC 4200SP proizvajalca Tramaco in Nemčije) so bili izdelani v stroju za brizganje plastike Engel Victory Spex 50. V študiji sta bili uporabljeni dve gnezdi, eno konvencionalno iz jekla in drugo hibridno iz epoksija Biresin L74, polnjenega s 60 utež.% aluminijastega prahu, izdelano z vakuumskim litjem in obdelano na končno geometrijo izdelka. Gnezda so bila napolnjena s talino do 90%, po ekspanziji CBA pa so se izpolnila do konca. Temperatura brizganja se je spreminjala ($200\text{-}220\text{-}240 \text{ }^\circ\text{C}$). Ostali pogoji predelave so bili prilagojeni glede na uporabljeno orodno gnezdo (jekleno ali hibridno) – temperatura orodja $55 \text{ }^\circ\text{C}$ za hibridno orodje in $75 \text{ }^\circ\text{C}$ za jekleno orodje, s čimer je bila upoštevana različna toplotna prevodnost obeh materialov.

Pri preučitvi vpliva pogojev predelave je bila upoštevana nastala celična morfologija (ta se preučuje z optično in vrstično elektronsko mikroskopijo), upogibna togost orodnih plošč (ta se preskuša s tritočkovno metodo po Pouzadi in Stevensu) in udarna žilavost (merjeno z udarnim preskusom po standardu EN ISO 6603-1). Ovrednotene so bile tudi druge lastnosti kot so sijaj (ASTM D523-85), hrapavost (s pomočjo prototipne laserske naprave za mikrotopografijo) in gostota (ASTM standard D 792-00).

Pogoji predelave vplivajo na estetske, morfološke in mehanske lastnosti brizgancev HIPS-SF, narejenih v hibridnih in konvencionalnih jeklenih orodjih. Tipična morfološka struktura, ki jo pridobimo s postopkom brizganja HIPS-SF, ima dve zunanji trdni plasti (lupino) in celično jedro. Odvisno od vrste uporabljenega orodja se oblikujejo različne mikrostrukture. Pri jeklenem orodju je struktura simetrična s celicami povprečne velikosti $80 \mu\text{m}$ po razsežnosti debeline, pri hibridnem orodju pa se oblikuje asimetrična sendvič struktura z večjimi celicami (povprečno $200 \mu\text{m}$). V obeh primerih se velikost celic zaradi razlik v temperaturi taline zmanjšuje od sredine proti lupini. S povečevanjem temperature brizganja se povečuje tudi velikost celic zaradi manjše viskoznosti in manjšega upora pri rasti celic. Zmanjšuje se tudi delež debeline lupine v debelini brizganca, kar povzroči manjšo gostoto in zmanjšanje upogibne togosti. Brizganci HIPS-SF iz hibridnega orodja so zaradi večjega deleža debeline lupine in večje gostote nekoliko bolj togi od brizgancev iz jeklenega orodja.

HIPS-SF ima manjšo hrapavost in večji sijaj kot HIPS, saj je tlak, potreben za izpolnitev kalupa z ekspanzijo sredstva za penjenje, manjši kot pri konvencionalnih brizgancih iz nepenjenega HIPS. Preslikava površine s HIPS-SF je zato manj natančna kot pri nepenjenem HIPS. Brizganci iz hibridnih orodij imajo večjo hrapavost in zato manjši sijaj. Hrapavost se povečuje z višanjem temperature brizganja.

Brizganci pri udarnem preskusu kažejo duktilne lastnosti in vršna energija pri testu s padajočo utežjo se zmanjšuje s povečevanjem temperature brizganja. Obstojnost proti napredovanju razpok se poslabša zaradi oblikovanja velikih neenakomernih celic v jedru brizganca, kar postaja vse bolj izrazito pri višjih temperaturah taline. Mehansko vedenje brizgancev HIPS-SF je bilo napovedano z modeli po Barzegariju. Model je rezultate eksperimenta napovedal z manj kot 10% napake pri najboljšem modelu.

Ključne besede: strukturna pena, hibridno orodje, debelina lupine, mehanska trdnost