

Vpliv geometrije celične strukture poliamida s steklenim polnilom na lastnosti absorpcije energije pri konstrukcijskih elementih

Semen V. Diachenko^{1,2,*} – Sergey V. Balabanov¹ – Maxim M. Sychov^{1,2} –
German E. Litosov² – Nikita V. Kiryanov²

¹ Ruska akademija znanosti, Inštitut za kemijo silikatov, Rusija

² Državni inštitut za tehnologijo v Sankt Peterburgu, Rusija

Študija preučuje lastnosti absorpcije energije pri celičnih materialih s trojno periodično geometrijo in minimalno površino D, G, IWP*, N, P, Q in PJ. Digitalni modeli vzorcev celičnih struktur so bili ustvarjeni s parametričnim modeliranjem v programski opremi »RhinoCeros 5« z vtičnikom »Grasshopper«. Opravljene so bile simulacije pri konstantni vrednosti parametra $t = 0$ za kubične vzorce s stranico 30 mm in debelino sten 0,8 mm. Vzorci celičnih struktur so bili izdelani iz poliamida s steklenim polnilom z dodajalno tehnologijo selektivnega laserskega sintranja (3D-tisk SLS). Izbran je bil postopek SLS z energijsko gostoto $E = 157 \text{ J/cm}^3$ in opredeljene so bile mehanske lastnosti 3D-poliamida s steklenim polnilom, zlasti tlačna trdnost $\sigma_c = 61 \text{ MPa}$.

Lastnosti celičnih struktur v pogojih kvazistatične tlačne obremenitve so odvisne od geometrije: najvišja specifična tlačna trdnost $\sigma_{sp,max} > 8 \text{ MPa}\cdot\text{cm}^3/\text{g}$ je bila ugotovljena pri vzorcih z geometrijama IWP* in PJ, najvišja specifična absorpcija energije $A_{sp} = 14,5 \text{ MJ/m}^3$ je bila zabeležena pri vzorcu z geometrijo N, najvišjo vrednost deformacije ob poružitvi ϵ_{max} pa imajo vzorci z geometrijo P, za katero je značilna nizka trdnost.

Vzorci je mogoče glede na tlačno trdnost σ_{max} pogojno razdeliti v tri kategorije: z nizko trdnostjo (geometrija P), srednjo trdnostjo (geometrije D, G, Q) in visoko trdnostjo (geometrije N, PJ, IWP*). Odvisnost med tlačno trdnostjo σ_{max} in raztezkom ob poružitvi ϵ_{max} preučevanih celičnih struktur s periodično geometrijo je obratno sorazmerna ne glede na stopnjo volumske izpolnitve ϕ . Podobna odvisnost je bila ugotovljena tudi za vzdolžni modul elastičnosti E .

Predstavljen je predlog kriterija masne trdnosti za celične strukture. Vrednost omenjenega kriterija je najvišja za vzorce z geometrijami N, IWP* in PJ, in sicer 4,16, 3,51 in 2,88 MPa^2/g . Za preučevanje odvisnosti specifične trdnosti od stopnje izpolnitve pri izdelanih vzorcih z geometrijo periodičnih celičnih materialov je primerna enačba po Gibson-Ashbyju za dvojno periodične celične strukture.

Ključne besede: dodajalne tehnologije, selektivno lasersko sintranje, poliamid, steklo, trojno periodična minimalna površina, absorpcija energije, blažilniki