

# Kakovost površin in mehanske lastnosti preizkušancev, natisnjenih s postopkom FDM, po toplotni in kemični obdelavi

Tomasz Kozior<sup>1</sup> – Al Mamun<sup>2</sup> – Marah Trabelsi<sup>2,3</sup> – Lilia Sabantina<sup>2</sup> – Andrea Ehrmann<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Tehniška univerza Kielce, Fakulteta za mehatroniko in strojništvo, Poljska

<sup>2</sup> Univerza za aplikativne vede v Bielefeldu, Tehniško-matematična fakulteta, Nemčija

<sup>3</sup> Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax, Tunizija

Sodobne dodajalne izdelovalne tehnologije omogočajo izdelavo modelov iz različnih materialov, tehnologija ciljnega nalaganja (FDM) pa spada med pionirske in danes tudi najbolj razširjene postopke. Kakovost površinskega sloja pogosto vpliva na procese obrabljanja in tribološke lastnosti izdelka, toda v literaturi je mogoče najti le podatke o nekaterih izbranih površinskih obdelavah. Avtorji so zato preučili stanje površine preizkušancev, natisnjenih s postopkom FDM, po toplotni oz. kemični obdelavi. Po njihovem vedenju gre za prvo raziskavo na temo različno dolgih obdelav materiala PLA s tekočim acetonom in določitve njihovega vpliva na kakovost površin (hrapavost in valovitost) in na izbrane mehanske lastnosti.

Preizkušanci so bili izdelani po postopku FDM, nato pa so bili izpostavljeni toplotni (60 °C do 140 °C) ali kemični obdelavi z acetonom (v kapljevinskem ali plinastem stanju). Površina je bila pred obdelavo in po njej preiskana s konfokalno lasersko mikroskopijo in z infrardečo spektroskopijo s Fourierjevo transformacijo (FTIR). Opravljeni so bili tudi preizkusi za določitev vpliva predstavljene obdelave na natezno trdnost preizkušancev.

Parametri površinske hrapavosti  $Rz$ ,  $Ra$  in  $Rq$  se niso pomembno spremenili po toplotni obdelavi, zaznana je bila le manjša tendenca k nižjim vrednostim  $Ra$  in  $Rq$  pri višjih temperaturah. Pri parametrih valovitosti je bila ugotovljena jasna razlika med neobdelanimi preizkušanci in preizkušanci, ki so bili obdelani pri temperaturi 80 °C ali višji. Vsi trije parametri za opis valovitosti  $Wz$ ,  $Wa$  in  $Wq$  so se zmanjšali na približno polovico izhodiščne vrednosti.

Parametri hrapavosti so se rahlo povišali po najdaljši obdelavi s plinastim acetonom. Pri tekočem acetonu se je vrednost  $Rz$  signifikantno spremenila tudi pri najkrajšem času obdelave, medtem ko se ostale vrednosti niso pomembno spremenile. Obdelava z acetonom je signifikantno vplivala na zmanjšanje parametra valovitosti  $Wz$ , medtem ko sta se preostala parametra valovitosti le nekoliko zmanjšala. Površina torej postane enakomernejša na večjih skalah, sijaj pa se zmanjša, če površina ni naknadno polirana.

Rezultati mehanskih preiskav v praktično nobenem primeru niso pokazali jasnega vpliva toplotne in kemične obdelave na natezno trdnost in na podaljšanje preizkušancev. Le pri 60-minutni obdelavi z acetonom je bilo ugotovljeno signifikantno zmanjšanje napetosti pri poružitvi oz. povečanje raztezka pri poružitvi.

Meritve FTIR niso bile konsistentne in morebitnih sprememb povprečne molekulske mase zaradi obdelave z acetonom ni bilo mogoče niti potrditi niti ovreči. Potrebne bodo torej dodatne raziskave z bistveno daljšim trajanjem obdelave s topilom. V splošnem je mogoče privzeti, da obdelava preizkušancev s topilom delno uniči molekularno strukturo PLA in tako oslabi interakcije med molekulskimi verigami, zaradi česar se vedenje materiala spremeni iz krhkega v bolj duktilno.

V pričujoči študiji je bil prvič obravnavan vpliv tekočega acetona na 3D-natisnjeni material PLA. Raziskan je bil vpliv kemične in toplotne obdelave na kakovost površine tako na makro- kot na mikroravni (valovitost in hrapavost), s tem pa se odpirajo priložnosti za izbiro vedno optimalne obdelave. Signifikanten vpliv dolgotrajne obdelave z acetonom na mehanske lastnosti omogoča tudi prilagajanje zelenih mehanskih lastnosti preizkušancev.

**Ključne besede:** 3D-tiskanje, končna obdelava, FDM, kakovost površine, mehanske lastnosti