

Modifikacija površine in obrabne lastnosti neposredno lasersko sintranih hibridnih kovinskih orodij za brizganje plastike

István Hatos^{1,*} – Imre Fekete¹ – Tamás Ibriksz¹ – József G. Kovács² – Mária B. Maros³ – Hajnalka Hargitai¹

¹ Univerza Széchenyi István, Oddelek za materiale in tehnologijo, Madžarska

² Univerza za tehniko in ekonomijo v Budimpešti, Oddelek za inženiring polimerov, Madžarska

³ Univerza v Miskolcu, Oddelek za mehansko tehnologijo, Madžarska

Injekcijsko brizganje je eden najproduktivnejših postopkov predelave plastičnih mas. Razvoj izdelkov in nenehno skrajševanje časa proizvodnje zahtevata nove rešitve pri konstruiranju in izdelavi orodij. Neposredno lasersko sintranje kovin (DMLS) omogoča izdelavo orodij s posebnimi ukrivljenimi hladilnimi kanali, ki sledijo geometriji dela (konformno hlajenje). Ena od slabosti DMLS so veliki stroški, ki pa jih je mogoče drastično zmanjšati z gradnjo hibridnih konstrukcij. Z uporabo osnovne plošče iz običajnega orodnega jekla, na katero se montira sintran del s posebno geometrijo, se dokončna geometrija po sintranju doseže s konvencionalnimi obdelovalnimi tehnologijami.

V predstavljeni študiji je bil uporabljen postopek DMLS za izdelavo hibridnih konstrukcij, ki združujejo konvencionalne obdelovalne tehnologije s postopki za hitro izdelavo prototipov. Za osnovni material sta bila izbrana maraging jeklo W722 z enakovredno kemično sestavo kot pri prahu za sintranje in konvencionalno orodno jeklo 1.2343, za lasersko sintranje pa je bil uporabljen prah maraging jekla MS1. Po izdelavi so bile uporabljene različne toplotne obdelave (utrjanje s staranjem, gašenje, gašenje z dvojnimi popuščanjem, nitrocementiranje in oksinitriranje). Nato je bila opravljena karakterizacija mikrostrukture, trdote in obrabnih lastnosti različnih jekel, preučitev hibridnih konstrukcij in tribološka analiza le-teh.

Izkazalo se je, da so v različnih proizvodnih postopkih nastale različne mikrostrukture lasersko sintranega in toplo valjanega maraging jekla, kakor tudi večja poroznost lasersko sintranega materiala. Primerjava vplivov utrjanja s staranjem in gašenja na trdoto različnih kvalitete jekel je pokazala, da je z utrjanjem maraging jekel s staranjem dosegljiva praktično enaka trdota kot z gašenjem, medtem ko je enaka toplotna obdelava pri jeklu 1.2343 povzročila zmečkanje. Trdota jekla MS1 je bila enaka po gašenju in po utrjanju s staranjem. Parametri toplotne obdelave imajo velik vpliv na mehanske lastnosti. Pri hibridnih konstrukcijah je zato zelo pomembna izbira postopka in parametrov toplotne obdelave, ki zagotavljajo zahtevane lastnosti pri obeh komponentah.

Preučeno je bilo tudi prehodno območje pri hibridnih delih MS1-W722 in MS1-1.2343. Analiza ESD je pokazala zvezno spreminjanje koncentracije elementov v prehodnem območju. Med materialoma v hibridnem delu ni ostre meje, tako glede mikrostrukture kot glede mehanskih lastnosti.

Ekperimentalno je bilo potrjeno, da so lasersko sintrani deli poroznejši od delov iz konvencionalnih jekel, s čimer je mogoče pojasniti manjšo obrabno obstojnost vzorcev iz jekla M1 v primerjavi z vzorci iz maraging jekla W722, ki so bili izdelani iz običajne jeklene palice. Večjo obrabno obstojnost jekla 1.2343 v primerjavi z obstojnostjo maraging jekla je mogoče pripisati večji vsebnosti ogljika in večji površinski trdoti. Po uporabi nitrocementiranja se je drastično zmanjšala obrabljena površina kot indikator obrabne obstojnosti, in pri vseh jeklih je bila dosežena praktično enaka vrednost. Sintrano maraging jeklo ima v vseh primerih manjšo obrabno obstojnost kot deli iz konvencionalno izdelanega jekla, kar je mogoče pojasniti z večjo poroznostjo po sintranju.

Iz rezultatov sledi zaključek, da nitrocementiranje učinkovito izboljšuje obrabne lastnosti hibridnih orodij. Kadar se orodno jeklo uporablja v hibridnih konstrukcijah, ki za doseganje predpisanih lastnosti zahtevajo gašenje, je s to toplotno obdelavo mogoče doseči enako trdoto dela iz jekla MS1 kot pri utrjanju s staranjem, če gašenju sledi visokotemperaturno popuščanje.

Ključne besede: neposredno lasersko sintranje kovin, hibridna konstrukcija, maraging jeklo, jeklo 1.2343, toplotna obdelava, obraba, prehodno območje