

Prva študija izdelave povezav po postopku AerosolJet® na substratih, izdelanih z ekstruzijskim 3D-nalaganjem

Frederik Vogeler^{1,2,*} – Wesley Verheecke¹ – André Voet^{1,2} – Hans Valkenaers^{1,2}

¹Thomas More Mechelen – Campus De Nayer, Belgija

²Katoliška univerza v Leuvnu, Tehniška fakulteta, Oddelek za strojništvo, Belgija

Eden od novejših izzivov pri uporabi dodajalnih izdelovalnih tehnologij je proizvodnja večfunkcijskih izdelkov z električnimi in termičnimi funkcijami po hibridnih postopkih. Možna aplikacija hibridnih dodajalnih izdelovalnih tehnologij je tudi vdelovanje senzorjev, anten in značk RFID v izdelke prostih oblik. V članku je predstavljen predlog kombinacije ekstruzijskega 3D-nalaganja in tiskanja po postopku Aerosol Jet® (AJP). Preizkusi se trenutno izvajajo na ločenih strojih, v praksi pa bi bilo mogoče obe tehniki integrirati tudi v isti stroj.

Postopki ekstruzijskega 3D-nalaganja se trenutno uporabljajo za izdelavo funkcijskih termoplastičnih komponent z ločljivostjo približno 100 mm. Postopek AJP se je uveljavil pri izdelavi elektronskih komponent: povezav, uporov, tuljav, kondenzatorjev itd, uporablja pa črnilo ter je podoben postopku brizgalnega tiskanja. Omogoča tiskanje mikrosledi širine od 10 mm pa do več milimetrov, ter višine od 0,025 do 10 mm; odvisno od strojne opreme, delovnih parametrov ter interakcije med črnilom in substratom. Večina dosedanjih preizkusov postopka AJP je bilo opravljenih na steklenem ali poliamidnem substratu, zelo malo pa je znanega o izdelavi električno prevodnih vodov na komponentah, izdelanih s postopki 3D-tiskanja. Raziskava se je začela s preučevanjem vpliva parametrov AJP na kakovost potiska substratov, izdelanih z ekstruzijskim 3D-nalaganjem.

Ekspiriment je bil opravljen s tiskanjem vezja za štiritočkovne meritve upora na vzorcih ABS (akrilnitril-butadien-stiren), izdelanih po postopku ekstruzijskega 3D-nalaganja. Za tiskanje vezja je bilo uporabljeno običajno prevodno srebrno črnilo. 3D-vzorci so bili pred tiskanjem pobrušeni in očiščeni z izopropanolom, s čimer so bili zagotovljeni ponovljivi pogoji površine. Prihodnje raziskave bodo osredotočene na potisk neobdelanih vzorcev. Dimenzijske lastnosti potiskanih vzorcev so bile preverjene z digitalnim mikroskopom. Izmerjena je bila širina vodov in kakovost robov, z napravo za 2D-otipavanje profila pa je bil ugotovljen tudi prerez voda. Prevodne lastnosti potiskanih vzorcev so bile preverjene s štiritočkovnim mikroohmmetrom.

Najprej je bil preučen vpliv parametrov postopka AJP na dimenzije posameznih natisnjenih vodov. Med preizkušanimi parametri AJP so bili pretok aerosola skozi šobe, pretok nosilnega plina, temperaturne nastavitve ter oddaljenost šobe od substrata. Izdelani in pregledani so bili tudi vzorci z več vzporednimi vodi in večslojnimi natisnjenimi vodi.

Korelacijske analize kažejo, da je pretok aerosola na šobi verjetno najboljša izbira za nadzor širine voda pri tiskanju posameznih vodov. Kakovost robov se najboljšo nadzoruje z nastavitvami nosilnega plina. Zgolj enosledni nanos voda nima električno prevodnih lastnosti, zato je za zahtevane električne lastnosti nujen večslojni nanos materiala. Neugodne prevodne lastnosti je mogoče pojasniti tudi z nizko temperaturo strjevanja vzorcev. Substrat je izdelan iz ABS-a, zato mora biti temperatura strjevanja oz. sintranja črnila nižja od 100 °C. Raziskava je pokazala, da je tiskanje vzporednih sledi z ozirom na čas obdelave primernejše od večslojnega tiskanja. V praksi bo izbira števila vzporednih sledi oz. slojev odvisna tudi od zahtevane ločljivosti povezav.

Nabor opravljenih eksperimentov je trenutno še majhen in preizkuse bo zato treba ponavljati tudi v prihodnjih raziskavah. Predstavljeno delo pa je vseeno dobra osnova za prihodnje raziskave na tem področju.

Ključne besede: tiskanje Aerosol Jet®, ekstruzijsko 3D-nalaganje, srebrno črnilo, povezave, tiskani vodi, električno prevodne sledi, hibridna izdelava