

Priprava prevlek iz nikljevega aluminida na majhnih luknjah po postopku EDD

Marcin Trajer^{1,*} – Łukasz Pyclik² _ Jerzy Robert Sobiecki¹

¹ Tehniška univerza v Varšavi, Fakulteta za materiale in inženiring, Poljska

² Šlezjska tehniška univerza, Fakulteta za materiale in inženiring, Poljska

Predmet raziskave sta bila elektroerozijska izdelava (elektroerozijsko vrтанje – EDD) hladilnih lukenj v superzlitini na osnovi niklja ter njen vpliv na trajnost zaščitne prevleke. Nanos prevleke je bil opravljen po postopku aluminizacije iz parne faze (VPA). Postopek nanosa, ki povzroči nasičenje površine dela z aluminijevim dioksidom, se podobno kot EDD uporablja v proizvodnji. Kljub temu, da se omenjene tehnike uporabljajo že desetletja, pa v obstoječi literaturi ni bilo mogoče najti raziskav o njihovih medsebojnih interakcijah. Aluminidne prevleke, ki so bile razvite v šestdesetih letih prejšnjega stoletja, zagotavljajo toplotno in mehansko zaščito za visokoobremenjene dele letalskih motorjev. Površina, bogata z aluminijevim oksidom, s svojo kemijsko in toplotno odpornostjo loči osnovno zlitino od ekstremnih razmer v visokotlačni turbini letalskega motorja. Raziskovalci so dokazali, da lahko difuzijo aluminijevega dioksida v osnovni material med postopkom VPA zmotijo različni dejavniki, kot so stanje površine ter kemijska sestava in kristalna struktura osnovnega materiala. Proces EDD, pri katerem se material odstranjuje s pomočjo taljenja, vpliva na vse omenjene dejavnike. Površina je po obdelavi prekrita s pretaljenim slojem, ki ima drugačno kemijsko sestavo ter pogosto vključuje okside in druge delce. Material se med postopkom EDD raztali in ponovno strdi. Kombiniranje obdelovalnega postopka EDD in aluminizacije za nanos zaščitne prevleke lahko zato zaradi negativnega vpliva stranskih produktov procesa EDD na kakovost prevleke privede do variabilnosti delov. Glavni cilj študije je eksperimentalna verifikacija te hipoteze.

Hipoteza je bila eksperimentalno preverjena. Uporabljeni so bili namenski preizkušanci iz zlitine Inconel 718. Vanje so bile izvrtane tri skupine lukenj različnega premera, temu pa je sledil nanos prevlek in nato oksidacija v zračni atmosferi na temperaturi 1100 °C s 23-urnim ciklom. Sledila je preiskava stanja površine vsake luknje. Končni premer lukenj je bil preverjen z optičnim mikroskopom, preverjeni pa sta bili tudi hrapavost in sestava površine. Prevleka je bila preiskana pred oksidacijskim testom. Za vsako velikost luknje sta bila preverjena debelina in število vključkov. Po oksidaciji je bila analizirana debelina prevleke kot glavni kazalnik njene trajnosti.

Izdelane luknje izkazujejo visoko geometrijsko stabilnost. Dimenzije in geometrija vsake luknje so bile določene z meritvami. Kontrola je bila opravljena po enakem postopku kot v proizvodnji delov. Metalografske preiskave po obdelavi so pokazale pretaljeni sloj v pričakovanem območju. Analiza po nanosu prevleke je razkrila prisotnost vključkov, katerih število rase z manjšanjem premera luknje. Največ vključkov je bilo pri najmanjši luknji. Ti vključki se med oksidacijskim testom pretvorijo v področja intenzivne oksidacije z lokalno stanjšano prevleko. Statistična analiza je pokazala jasno odvisnost med velikostjo pretaljenega sloja in zmanjšanjem debeline prevleke po oksidacijskem testu.

Uporabljeni so bili preizkušanci iz zlitine Inconel 718. Ta nikljeva zlitina je sicer razširjena v industriji, vendar ni primerna za izdelavo delov visokotlačnih turbin. Eksperimente bi zato bilo treba ponoviti z materialom, ki se uporablja za litje delov visokotlačnih turbin. Postopek VPA bi bilo mogoče zamenjati s postopkom CVD. Ta je običajen pri votlih delih visokotlačnih turbin, ki potrebujejo poleg zunanjih tudi notranje prevleke.

Študija obravnava področje na meji med dvema tehnologijama. Vsaka od njiju je dobro raziskana, v praksi pa med njima pogosto prihaja do interakcij, ki še niso bile raziskane ali kvantificirane.

Ključne besede: elektroerozijsko vrтанje, visokotlačna turbina, prevleke