

PREVENCIJA OTKAZA DELOVA STRUKTURE USLED ZAMORA UZ POMOĆ LASERSKOG BOMBIRANJA POVRŠINE MATERIJALA Stevan Jovičić - Tehnički opitni centar-Beograd Rezime:

Površinska obrada uz pomoć lasera je inovativan postupak poboljšavanja mehaničkih karakteristika površine delova vazduhoplovnih konstrukcija koji se koristi radi povećanja otpornosti na uticaj promenljivog dinamičkog opterećenja koja uzrokuju pojavu zamora materijala, odnosno negativne posledice pojave naponske korozije. Tretiranje laserom se još naziva i lasersko bombiranje ali su u upotrebi i mnogi drugi nazivi. U ovom radu su prikazani trenutni status ove inovativne tehnologije poboljšanja karakteristika delova vazduhoplovnih struktura kao i mogućnosti primene ove tehnologije. Ključne reči: Lasersko bombiranje, poboljšanje fizičkih karakteristika materijala, prevenција otkaza usled zamora materijala Summary: Laser peening is an inovative surface enhancement process used to increase the resistance of aircraft part, engine compressor and fan blades to improve high cycle fatigue life. Laser peening may also be referred to as laser shock processing, and various other commercial trade names. This paper reviews the status of laser peening technology, material property enhancements and potential applications. Key words: Laser peening, material property enhancements, preventing fatigue failures 1. Uvod Površinska obrada - tretiranje površine materijala - bombiranje uz pomoć lasera je inovativan postupak poboljšavanja mehaničkih karakteristika površine materijala koji se koristi radi povećanja otpornosti mašinskih delova (u ovom slučaju lopatica turbine mlaznih motora) na uticaj oštećenja nastalih od usisavanja stranih tela (Foreign Object Damage - FOD) u prostor mlaznog motora i povećanja otpornosti mašinskih delova na uticaj dinamičkih opterećenja koja su uzrok pojave zamora materijala i pojave naponske korozije [1,2,3,4]. Sam postupak se zasniva na ostvarivanju zaostalih napona ispod površine delova strukture koji se tretiraju ovim postupkom. Na ovaj način ostvaruje se poboljšanje mehaničkih karakteristika površinskog sloja i to od 5 x do 10 x u odnosu na delove kod kojih se poboljšanje mehaničkih karakteristika postiže klasičnim bombiranjem. Posle tretiranja delova ovim postupkom, površina mašinskog dela i oblast ispod površine karakteriše postojanje zlatih kompresionih napona. Na taj način je otežano nastajanje površinskih oštećenja, pojava prskotina i njihov dalji rast. Ovaj proces je inače poznat pod nazivom „Naponska korozija” (Stress Corrosion Cracking-SCC). Tretiranje mašinskih delova laserskim snopom je posebno efikasno kod delova izrađenih od titanijuma i njegovih legura (npr. lopatice na kompresorima i turbinama). Pomenuti postupak ima mnogo širu primenu, uključujući površinsku obradu strukturnih delova motornih vozila, reduktora, pogonskih mehanizama ali i ortopedskih pomagala u medicini. Izuzetne su mogućnosti njegove primene kod vazduhoplovnih struktura, sistema naoružanja i u industriji. Lasersko bombiranje se može definisati kao niz uzastopnih impulsnih udara laserskog zraka o

površinu materijala čije se mehaničke karakteristike žele poboljšati. U radu su prikazani trenutni status i mogućnosti primene ove tehnike i doprinosi koje njena primena obezbeđuje. 2. Princip rada bombiranja laserskim snopom Lasersko bombiranje mašinskog dela nastaje kao posledica formiranja udarnih talasa visoke amplitude koji nastaju od energije pulsirajućeg laserskog zraka koji pada na odabrani segment površine mašinskog dela. Samo dejstvo zraka na materijal se postiže kroz mehanički efekat „hladnog rada” koji je izazvan udarnim talasom, a ne termalnim dejstvom kao posledice zagrevanja površine od strane laserskog zraka. Laserski snop ima talasnu dužinu od 1,054 μm . Laserski sistem proizvodi veoma kratke laserske impulse u trajanju od 8 do 40 nanosekundi sa impulsnom energijom od 50 [J]. Laserski snop je prečnika 5 do 6 mm. Parametri laserskog bombiranja su tako podešeni da se na mestu dejstva snopa dobija snaga zračenja od 5 do 10 GW/cm^2 [5]. Pre nego što se pristupi ovoj vrsti obrade površine mašinskog dela neophodno je izvršiti tehnološku pripremu za sam proces. Deo koji se obrađuje je potrebno pokriti slojem odgovarajućeg materijala koji je neproziran za laserski snop. Preko ovog prvog sloja nanosi se sloj druge materije koja je transparentna za laserski snop. Tako pripremljeni mašinski deo se podvrgava laserskom bombiranju. Laserski zrak prolazi kroz transparentni sloj i dolazi u interakciju sa

nepropusnim slojem, kao što je prikazano na slici 1. Interakcija se sastoji u tome što energija laserskog zraka biva apsorbirana u prvih nekoliko milimetara nepropusnog sloja koji pokriva površinu mašinskog elementa koji se obrađuje. Materijal nepropusnog sloja isparava formirajući plazmu. Temperatura plazme brzo raste i dalje se zagrevajući od dolazećeg laserskog zraka, ali termička ekspanzija je onemogućena transparentnim slojem. Pritisak u na ovaj način ograničenoj oblasti plazme ubrzano raste, izazivajući udarni talas koji se prenosi kroz preostali deo nepropusnog sloja i unutar površine materijala mašinskog dela koji se tretira bombiranjem. Nepropusni sloj koji pokriva površinu mašinskog elementa ima ulogu da ga zaštiti od direktnog kontakta sa indukovanom plazmom i obezbeđuje konzistentne radne uslove na površini elementa i rad interakcije laserskog snopa. Direktni dodir površine koja se obrađuje plazmom će u većini slučajeva formirati tanki rastopljeni sloj na samoj površini što će za posledicu imati promenu boje površine pa do istopljenosti same površine u dubini od 15 do 25 μm u zavisnosti od ozračenosti površine obradka i karakteristika metala. Materijal nepropusnog pokrivenog sloja može biti različit, suva ili vlažna boja, crna lepljiva traka, metalna folija, lepljiva metalna folija. Svi ovi materijali daju približno iste rezultate sa sličnim vrednostima generisanog impulsa pritiska. Transparentni sloj služi da ograniči plazmu koja se formira na površini nepropusnog sloja i može biti načinjen od bilo kog materijala koji je transparentan za laserski snop. Najjednostavniji i najjeftiniji metod je upotreba tekuće vode koja se dovodi uz pomoć odgovarajuće brizgaljke i to na način da se dozvoli da voda teče preko površine koja će biti tretirana laserskim snopom. Voda nema ulogu rashladnog medijuma već služi ograničavanju nekontrolisanog širenja plazme koja nastaje kada laserski snop dođe u interakciju sa, za laserski snop, nepropusnim slojem koji pokriva površinu elementa koji se tretira.

**----- OSTATAK TEKSTA NIJE PRIKAZAN. CEO RAD MOŽETE
PREUZETI NA SAJTU. -----**

www.maturskiradovi.net

MOŽETE NAS KONTAKTIRATI NA E-MAIL: maturskiradovi.net@gmail.com