

# PREVENCIJA OTKAZA DELOVA STRUKTURE USLED ZAMORA UZ POMOĆ LASERSKOG BOMBIRANJA POVRŠINE MATERIJALA

Jovičić S. *Stevan*, Tehnički opitni centar – Sektor za mototehnička sredstva i sredstva rečnih jedinica, Beograd

UDC: 620.197:544.537  
629.7.023.2:620.197

## Sažetak:

*Površinska obrada uz pomoć lasera jeste inovativan postupak poboljšavanja mehaničkih karakteristika površine delova vazduhoplovnih konstrukcija koji se koristi radi povećanja otpornosti na uticaj promenljivog dinamičkog opterećenja koja uzrokuju zamor materijala, odnosno naponsku koroziju. Tretiranje laserom naziva se i lasersko bombiranje, ali su u upotrebi i drugi nazivi. U 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, prevencija otkaza usled zamora materijala.*

## Uvod

Površinska obrada, odnosno tretiranje površine materijala bombiranjem pomoću lasera jeste 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 zasniva se 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 zaostalih 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).

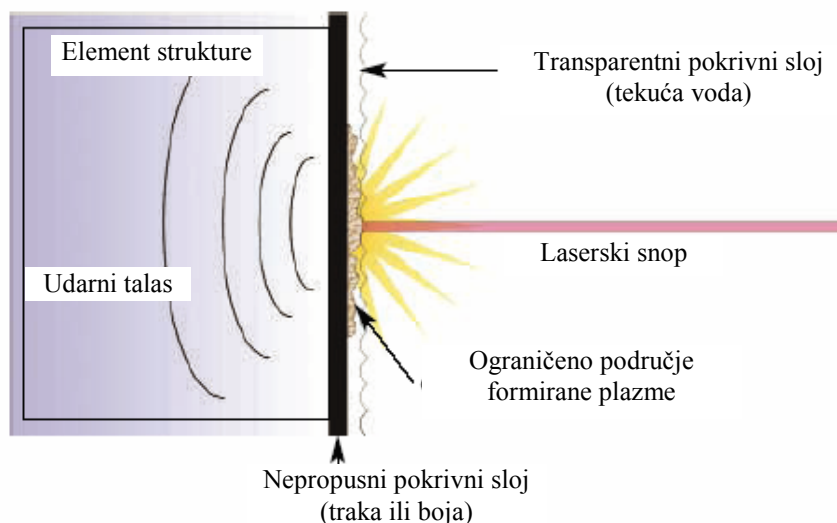
Tretiranje mašinskih delova laserskim snopom posebno je efikasno kod delova izrađenih od titanijuma i njegovih legura (npr. lopatice na kompresorima i turbinama). Pomenuti postupak ima mnogo širu primenu, uključujući površinsku obradu strukturnih delova motornih vozila, reduktora, pogonskih mehanizama, 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.

## 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 postiže se kroz mehanički efekat „hladnog rada“ koji je izazvan udarnim talasom, a ne termalnim dejstvom kao posledice zagrevanja površine od laserskog zraka. Laserski snop ima talasnu dužinu od 1,054  $\mu\text{m}$ . 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  $\text{GW}/\text{cm}^2$  [5]. Pre nego što se pristupi ovoj vrsti obrade površine mašinskog dela neophodno je izvršiti tehnološku pripremu za sam proces. Deo koji se obrađuje potrebno je 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 podvrgava se 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. Direktna dodir površine koja se obrađuje plazmom u većini slučajeva će formirati tanki rastopljeni sloj na samoj površini, što će imati za posledicu promenu boje površine pa do istopljenosti same površine u dubini od 15 do 25  $\mu\text{m}$ , u zavisnosti od ozračenosti površine obratka i karakteristika metala.

Materijal nepropusnog pokrivnog sloja može biti različit, na primer: suva ili vlažna boja, crna lepljiva traka, metalna folija ili 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.



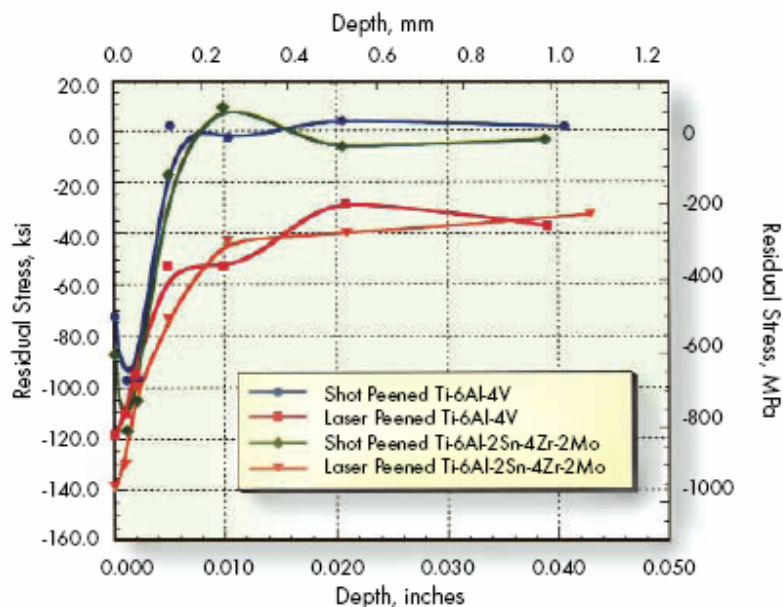
Slika 1 – Šematski proces bombiranja površine materijala laserom

Ograničeni prostor u kojem se nalazi plazma omogućava postizanje i do 10 x većeg pritiska u odnosu na pritisak koji bi postojao da nema ovog ograničavajućeg sloja, tj. sloja koji je propusan za laserski snop. U praksi je ceo sistem za tretiranje laserskim snopom smešten u blizini delova koji se laserski tretiraju. Inače, delovi se na mesto dejstva smeštaju uz pomoć automatike. Površina koja se tretira zavisi ponajviše od konstruktivnog rešenja mašinskog dela koji je predmet obrade, kao i od radnih uslova u kojima će mašinski deo obavljati svoju funkciju. Ponekad je potrebno laserski bombirati samo određeni segment površine mašinskog dela ili jednu određenu tačku [6]. Na primer, potrebno je obraditi napadne ivice aeroprofila, podnožja turbinskih lopatica, okoline otvora za zakovice, zaobljenja na radilicama ili zupčanicima. Kada se tretira veća površina obavlja se niz uzastopnih tačkastih tretmana površine koja se delimično preklapaju sve dok željena površina ne bude potpuno istretirana.

Udarni talas koji se prenosi u materijal ima za cilj da poboljša mehaničke karakteristike površinskog sloja i sloja koji se nalazi uz površinu mašinskog dela. Ako je veličina pritiska udarnog talasa veća od dinamičke čvrstoće materijala on će izazvati razvlačenje materijala, što će rezultirati pojavom napona na istezanje u površinskoj ravni i na taj način se stvara zaostali napon na pritisak kojim materijal teži da se vrati u prvobitno stanje na površini. Kako maksimalne vrednosti parametara udarnog talasa opadaju sa dubinom prodora u materijal i vrednosti napona na istezanje takođe opadaju sa udaljavanjem od površine materijala. Zbog toga što je plastično naprezanje izazvano udarnim talasom prodrlo mnogo dublje u materijal od naprezanja koje bi izazvao konvencionalni način bombiranja i zaostali naponi su mnogo dublje prodrli u materijal. Dakle, što je ovaj prodor u dubinu materijala veći to su bolje mehaničke karakteristike materijala.

## Poboljšanje kvaliteta materijala

Lasersko bombiranje doprinosi poboljšanju brojnih karakteristika materijala, bilo da su u pitanju metali ili njihove legure. Najznačajnije poboljšanje u mehaničkim karakteristikama materijala ogleda se u povećanju površinske otpornosti materijala na otkaze koji su u vezi sa stanjem površine mašinskog elementa. Tu se, pre svega, misli na otpornost na uticaj promenljivih opterećenja koja uzrokuju pojavu zamora, površinske korozije, naponske korozije i porast prskotina. Brojni materijali, metali i legure uspešno se podvrgavaju postupku laserskog tretiranja njihovih površina, uključujući titanijum, titanijumove legure, čelike, legure aluminijuma, live-na gvožđa i sinterovane materijale. Poboljšanja površinskih karakteristika materijala posledica su zaostalih (rezidualnih) napona na pritisak koji se nalazi na površini materijala i u oblastima blizu površine.

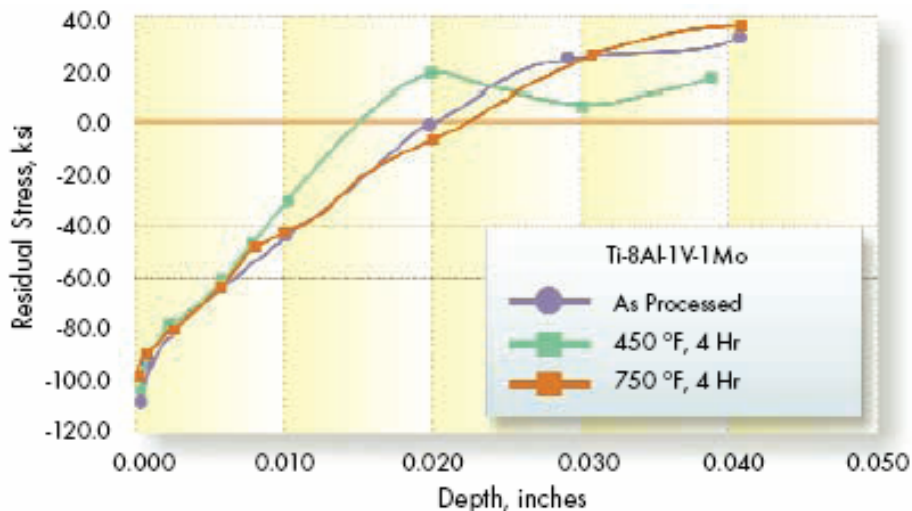


Slika 2 – Uporedni prikaz zaostalog (rezidualnog) napona posle tretmana klasičnim bombiranjem i tretiranja laserom

Na slici 2. ilustrovan je primer raspodele zaostalog napona na pritisak po dubini materijala, postignutog na delu izrađenom od legure titanijuma i to u poređenju sa delom koji je bio obrađen konvencionalnom metodom tretiranja površine (mehaničkim bombiranjem). Profil napona određen je korišćenjem standardnog difrakcionog merenja uz pomoć x-zraka. Zaostali napon na pritisak koji je izazvan bombiranjem prostire se u dubini materijala i preko 1 mm, dok je ta vrednost u slučaju tretmana mehaničkim bombiranjem oko 0,2 mm.

## Termička stabilnost zaostalog napona

Radni uslovi mašinskih elemenata pri kojima dolazi do povećanja temperature samog mašinskog dela koji obavlja svoju funkciju utiču i na termičku stabilnost zaostalih napona. Zbog očuvanja dobrih mehaničkih karakteristika koje su postignute bombiranjem mora se ostvariti zadatak da i materijal od kojeg je izrađen mašinski deo, ili deo strukture, bude takođe otporan na promene temperature. Legura titanijuma Ti-8Al-1V-1Mo bila je podvrgnuta tretmanu laserskog bombiranja, a zatim je ostavljena na temperaturu koja odgovara radnoj temperaturi datog elementa u trajanju od 4 sata. Posle toga je meren profil zaostalog napona. Rezultati su prikazani na slici 3. Vidi se da je povratak zaostalih napona na vrednosti pre bombiranja minimalan [7].

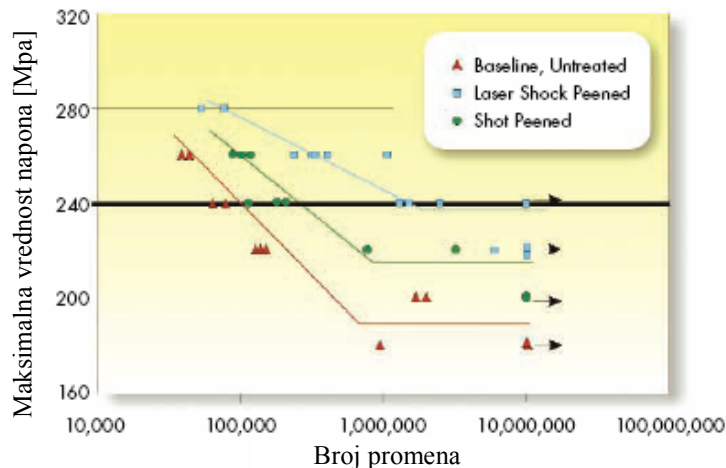


Slika 3 – Profil zaostalog napona posle izlaganju radnoj temperaturi u trajanju od 4 sata

## Zamor

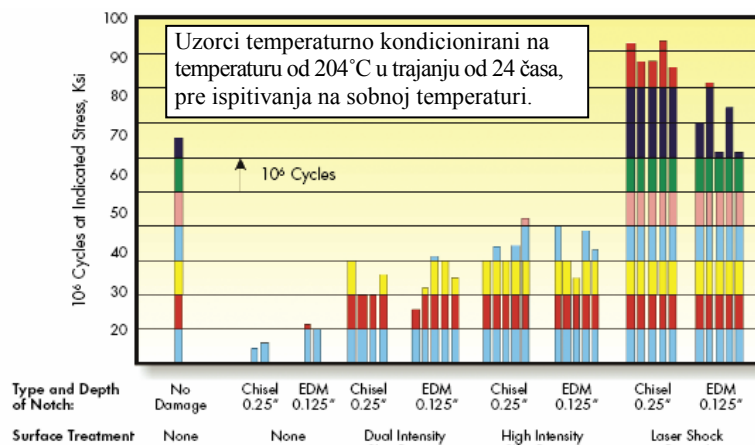
Ključna poboljšanja koja se dobijaju posle tretiranja nekog mašinskog dela laserskim bombiranjem sastoje se u značajnom produženju radnog veka elementa i povećanju njegove otpornosti na opterećenja koja imaju za posledicu pojavu zamora materijala. Najznačajnije povećanje otpornosti na pojavu zamora postiže se u onim oblastima gde se prskotine javljaju na površini i njihovom kasnijem rastu u dubinu materijala. Do ovih pojava obično dolazi na mestima lokalne koncentracije napona (mesta ivica, otvori, zarezi, uglovi, uključci u materijalu, pojava nehomogenosti materijala). Primetno poboljšanje otpornosti na pojavu zamora postignuto je u slučaju tankih struktura i to na mestima površina ili područja koja su karakteristična, na kojima je izražena lokalna koncentracija napona.

Na slici 4 prikazano je uporedno poređenje karakteristika otpornosti prema opterećenjima koja izazivaju pojavu zamora materijala na uzorcima izrađenim od aluminijuma 7075-T7351 koji su podvrgnuti laserskom bombiranju i bombiranju konvencionalnom metodom [8]. Pomenuti delovi ispitani su na uticaj promenljivog dinamičkog opterećenja u uređaju za savijanje u tri tačke, pri sledećim uslovima:  $R = 0,1$ ;  $K_t = 1,68$ . Podaci pokazuju tipične karakteristike povećane otpornosti na pojavu zamora kod uzoraka koji su tretirani laserskim bombiranjem, uključujući 30% do 50% povećanje otpornosti na pojavu zamora i produženje radnog veka u odnosu na uzorke koji su tretirani klasičnim bombiranjem ili uopšte nisu imali tretman poboljšanja površinskih karakteristika.



Slika 4 – Uporedni pregled karakteristika otpornosti na zamor elementa strukture izrađenog od aluminijuma 7075-T7351

Najranija istraživanja efekata laserskog bombiranja na produženje radnog veka tankih delova struktura izvršena su na lopaticama turbine motora F101-GE-102 [9]. U ovim istraživanjima poređena je efikasnost laserskog bombiranja u odnosu na klasično mehaničko bombiranje površine aeroprofila lopatica turbine i to na uticaj oštećenja od uticaja stranih tela koja bivaju usisana u prostor mlaznog motora (Foreign Object Damage – FOD). Dobijeni rezultati prikazani su na slici 5.



Slika 5 – Uporedni prikaz efekata bombiranja klasičnim i laserskim putem na radni vek lopatica na motoru F101-GE-102

Napomena: 1 [ksi] = 6,89 [MPa]

Na osnovnoj liniji se vidi da su neoštećene lopatice otkazale u toku  $10^6$  promena pri opterećenju od 70 ksi. Lopatice koje su imale oštećenja u vidu zarezata otkazale su pri vrednostima 20 do 30 ksi. Procenjena prosečna vrednost napona za lopatice koje su bombirane klasičnom metodom je 35 ksi, a za one koje su bombirane visokim intenzitetom 45 ksi. Radi poređenja, opterećenje pri kojem je dolazilo do oštećenja ili otkaza lopatica koje su bile bombirane laserskim snopom iznosi 100 ksi, što je rezultat koji je mnogo iznad onog koji su postigle lopatice koje nisu tretirane ni na koji način i nisu imale nikakva inicijalna oštećenja. Čak i lopatice koje su bile podvrgnute bombiranju uz pomoć EDM (Electro-Discharge Mashined) opreme izdržale su opterećenje od 75 do 80 ksi. Rezultati ovog istraživanja i sprovedenih ispitivanja pokazuju da su lopatice tretirane laserskim bombiranjem izvršavale svoju funkciju dovoljno dugo i bezbedno, čak i ako su primile oštećenja od stranih objekata. Postignuto vreme njihove bezbedne upotrebe prevazilazilo je vreme koje je predviđeno do redovne zamene neoštećenih lopatica koje nisu bile tretirane bombiranjem.

## Korozija

U zaista ograničenom broju studija koje se bave problemom naponske korozije uočeno je da mašinski delovi tretirani bombiranjem uz pomoć lasera imaju povećanu otpornost prema nastanku prskotina i njihovom kasnijem porastu. To se naročito odnosi na delove izrađene od uobičajenih materijala koji se koriste za izradu vazduhoplovnih konstrukcija, kao što je aluminijum oznake 2024-T351. Rezultati su pokazali promenu u gustini anodne struje, posle laserskog bombiranja, što ukazuje na povećanje otpornosti na takozvanu koroziju u „džepovima“ (pitting corrosion). Takođe je uočeno i smanjenje gustine struje (pasivno), što ukazuje na porast otpora na koroziju. Ovo poboljšanje ogledalo se kako u porastu otpornosti ka nastanku, tako i na kasnijem prirastu ove vrste oštećenja.

## Primena tehnike laserskog bombiranja u proizvodnji

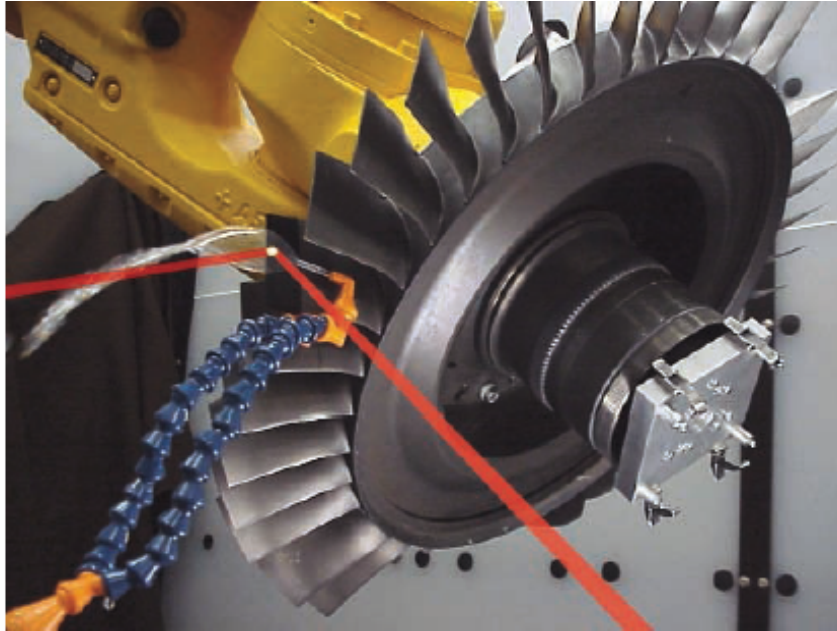
Početkom 1991. godine službe zadužene za održavanje flote letelica tipa B1-B američkog ratnog vazduhoplovstva počele su da se suočavaju sa problemima otkaza na lopaticama turbina zbog upada stranih objekata u motorski prostor. Pogonska grupa koja daje pogon ovoj moćnoj i sofisticiranoj letelici nosi oznaku GE F101. Komadi lopatica koji su tom prilikom



otpadali neretko su pricinjavali nepopravljivu štetu celoj pogonskoj grupi. Da bi se izbeglo potpuno prizemljenje cele flote letelice tog tipa naređeno je da odgovarajuće službe vrše ručnu inspekciju lopatica pre svakog leta. Ovaj postupak iziskivao je mnogo vremena, a sam način pregleda bio je mukotrpan. Sastojao se u trljanju napadnih ivica lopatica pamučnim rukavicama, pamučnim kuglicama, zubarskim koncem. Ukoliko je uočena i najmanja neravnina ili prskotina, lopatica je zamenjena. Samo u toku 1994. godine bilo je utrošeno oko milion radnih sati na ovu vrstu posla. Cena ovakvih pregleda iznosila je 10 miliona dolara godišnje, i to samo da bi se B1-B održao u vazduhu. Proizvođač motora GE F101, suočen sa primedbama korisnika, vršio je istraživanja u oblasti poboljšanja mehaničkih karakteristika lopatica. Pored ostalog, pokušao je da poboljša površinske karakteristike materijala bombiranjem laserskim snopom.

Značajna poboljšanja primećena su kod lopatica izrađenih od titanijuma, tako da se postiglo veliko povećanje otpornosti na uticaj prodora stranih tela u prostor turbine motora. Oštećenja koja su primećena smanjivala su radni vek lopatice sa 75 ksi na manje od 20 ksi, što je vreme koje je manje od 1/2 planiranog radnog veka. Međutim, kada su lopatice zamenjene lopaticama koje su prošle kroz postupak tretiranja laserom, njena otpornost je iznosila od 75 do 100 ksi. Na taj način je laserskim bombiranjem izvršeno obnavljanje strukturalne čvrstoće i oštećenih lopatica. To znači da je primenom ove tehnike moguće otkloniti i oštećenja veličine do 0,25 inča.

Ratno vazduhoplovstvo SAD je, ohrabreno postignutim rezultatima, odobrilo finansijska sredstva za razvoj opreme za lasersko bombiranje i ovu inovativnu tehnologiju obrade materijala iznelo izvan laboratorija. Osnovana je i kompanija LPS Technologies Inc. (Laser Peening System Technologies), čiji je razvojni i proizvodni zadatak, upravo proizvodnja opreme za lasersko bombiranje. Od 1997. godine kompanija General Electric Aircraft Engines je u svoju tehnologiju izrade avionskih motora unela obavezno lasersko bombiranje i to sa 4 sistema za tretiranje laserskim snopom proizvođača LPST. Primena ovog novog tehnološkog postupka u procesu izrade avionskih motora je donela uštedu od 59 miliona dolara samo u prvoj godini. Toliko bi se novca moralo izdvojiti za održavanje i zamenu oštećenih lopatica na motorima tipa GE F101. Dodatna ušteda od 40 miliona dolara postignuta je izbegavanjem eventualnih katastrofalnih posledica po pogonske grupe do kojih bi moglo doći otkazom lopatica (lom i razletanje). Logistička služba RV SAD je, prateći postignuta iskustva sa pogonskim grupama letelica tipa B1-B, istu tehnologiju primenila i na pogonske grupe F110 GE100, koja se nalazi na letelici tipa F-16A/B „Fighting falcon“, i pogonske grupe F119-PW-100, koja pogoni letelicu tipa F-22 „Raptor“. Na taj način izvršena je ušteda od milijardu dolara!



Slika 6 – Bombiranje laserom rotorskih lopatica na motoru F119-PW-100

Na slici 6 prikazana je primena tehnologije laserskog bombiranja lopatica motora F119-PW-100. Interesantno je da se kod ovog tipa motora lopatice i nosač lopatica – rotor izrađuju izjedna. Zrak na slici se ne vidi jer se laserski snop nalazi u IC spektru i nije vidljiv za ljudsko oko.

## Primena i razvoj tehnologije

Napredak koji je ostvaren primenom, snižavanjem troškova, kao i povećanjem mogućnosti za primenu ove tehnologije otvorio je brojna područja u kojima bi se ona mogla koristiti. Brojne su njene mogućnosti, a proizvođač opreme navodi neke od njih:

- obrada odgovornih strukturalnih delova posebno opterećenih na uticaj opterećenja koja izazivaju pojavu zamora materijala,
- mesta varova titanijumskih i aluminijumskih komponenti,
- zavareni spojevi starijih struktura,
- mesta ojačanja, otvora za zakovičaste veze,
- pri zameni kovanih elemenata livenim.

Ovu tehnologiju moguće je primeniti i kod helikoptera, visokopterećenih reduktora i multiplikatora, prenosnika snage, delova pogonskih uređaja, pri izradi tenkova i vozila (slika 7). Interesovanje za primenu ove tehnike pokazali su i proizvođači građevinskih mašina, kao i RV Velike

Britanije za primenu na motorima tipa „Pegasus“ koji pokreće letelicu tipa „Harier“. Pored navedenih mesta primene poseban interes pokazale su i kompanije iz oblasti proizvodnje energetskih kapaciteta i brodogradnje.



Slika 7 – Primena laserskog bombiranja visokoopterećenih prenosnika snage na helikopteru tipa „Comanche“ RAH 66

## Zaključak

U budućnosti bi stručnjaci trebalo potpuno da iskoriste ovu inovativnu tehniku uočavanjem mogućnosti koje ovaj vid obrade materijala pruža. Tehnologija postoji, oprema za njenu primenu takođe, ali je najveća mana ovog procesa njena visoka cena i relativna sporost samog procesa. Situacija će se sigurno umnogome poboljšati kada se pojavi uređaj koji će nanositi i uklanjati nepropusni sloj kojim je deo koji se obrađuje presvučen. Najnovijom odlukom Direktorata za materijale i nove tehnologije pri istraživačkoj laboratoriji RV SAD, iz 2007. godine, daje se snažna podrška ovom programu i očekuje se njegova masovna primena u narednih pet godina.

### Literatura

- [1] Tanglia, R. D. i Lahrman, D. F., *Preventing Fatigue Failures with Laser Peening* AMPTIAC Volume 7, Number 2. 2003.
- [2] Clauer, A., Dulaney, J., Rice, R. i Koucky, J., *Laser Shock Processing for Treating Fastener Holes in Aging Aircraft*, Atlanta Technology Publications, Atlanta, 1992.
- [3] Lykins, C., Prevey, P., Mason, P., *Laser Shock Peened Compressive residual profile after Exposure to temperature*, AF Report, Wright Peterson AFB, Ohio, 1995.
- [4] Clauer, A. i Koucky, J., *Laser Shock Processing Increases the Fatigue Life of Metal Parts*, *Materials & Processing*, vol. 6 (6), pp. 3–5, 1991.

[5] *Laser Shock Processing*, Technical Bulletin 1, LSP Technologies, Inc., Dublin, OH, 1999.

[6] Clauer, A., Dulaney, J., Rice, R. i Koucky, J., *Laser Shock Processing for Treating Fastener Holes in Aging Aircraft*, S. Atluri, C. Harris, A. Hoggard, N. Miller i S. Sampath : *Durability of Metal Aircraft Structures* Atlanta Technology Publications, Atlanta, pp. 350–361, 1992.

[7] Lykins, C., Prevey, P. i Mason, P., *Laser Shock Peened Compressive Residual Profile After Exposure to Temperature*, AF Report WL-TR-95-2108, Wright Patterson AFB, OH, September 1995.

[8] Peyre, P., Merrien, P., Lieurade, H. i Fabbro, R., *Surface Engineering*, vol. 11, pp. 47–52, 1995.

[9] Thompson, S., See, D., Lykins, C. i Sampson, P., *Surface Performance of Titanium*,

[10] Gregory, Ed. J., Rack, H. i Eylon, D., *The Minerals, Metals & Materials Society*, pp. 239–251, 1997.

#### LASER PEENING IN PREVENTING FATIGUE FAILURES

##### *Summary:*

*Laser peening is an inovative surface enhancement process used to increase mechanical properties i.e. resistance of aircraft parts, engine compressors and fan blades in order to improve high cycle fatigue life. Laser peening may also be reffered to as laser shock processing, and various other commercial trade names are available. This paper reviews the status of the laser peening technology, material property enhancements and potential applications.*

*Key words: Laser peening, material property enhancement, preventing fatigue failures.*

Datum prijema članka: 15. 07. 2008.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 14. 12. 2008.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 28. 12. 2008.