Dragutin Mišović,
inž. metalurgije

REGENERACIJA BREGASTOG VRATILA MOTORA

U radu su prikazane specijalne metode regeneracije bregastih vratila i neki rezultati koji su postignuti njihovom primenom.

Eksperimenti su vršeni na sredstvima koja su najviše zastupljena u Vojsci Jugoslavije.

Postignuti rezultati mogu biti osnova za šire proučavanje i primenu ovih metoda regeneracije na delove motora.

Uvod

Danas se sve više radi na osvajanju savremenih postupaka regeneracije, kako bi se vitalni delovi motora popravljali — regenerisali i ponovo ugrađivali.

Popravka polomljenih i oštećenih delova ima ekonomsko opravdanje uvek kada ukupni troškovi ne prelaze 60% nabavne cene novog dela. Međutim, vrlo često osim cene važnu ulogu imaju i drugi faktori: mogućnost nabavke novog dela, vreme trajanja nabavke, obezbeđenje potrebnih finansijskih sredstava, značaj i potreba za sredstvom koje se remontuje, što utiče na favorizovanje popravke delova i sklopova i kada je cena reparature znatno veća od nabavne.

U Tehničkom remontnom zavodu Čačak duže vreme planski se pristupa osvajanju regeneracije mnogih vitalnih, odgovornih i skupih delova i sklopova. Posebna pažnja posvećena je delovima motora.

U ovom radu biće govora o jednom od tih delova, o bregastom vratilu.

Osnovne karakteristike bregastog vratila

Bregasto vratilo je jedan od vitalnih delova motora i može se smatrati

razvodnim vratilom, koje se kreće istovremeno sa radilicom preko zupčanika.

To je pravo vratilo manjeg prečnika, na kojem su najčešće iskovani »bregovi« koji služe za otvaranje i zatvaranje ventila namenjenih za usisavanje svežih gasnih mešavina i za izduvavanje sagorelih gasova.

Sl. 1 — Bregasto vratilo

Na jednom vratilu ima onoliko bregova koliki je broj ventila za usisavanje i izduvavanje.

Na njemu se nalaze i ležajna mesta, u zavisnosti od tipa, oblika i veličine.

Na krajevima ili u sredini bregastog vratila nalazi se jedan ili dva manja zupčanika sa kosim zubima za okretanje razvodnika palenja, pumpe za ulje i dr.

Ovo vratilo zauzima horizontalni položaj, kao i radilica sa kojom je paralelno i preko koje dobija pogon. Najčešće se izrađuje od hrom-molibdenovih čelika za kovanje, a u novije vreme i od nodularnog liva.

Termičko stanje vratila je poboljšano, dok su »bregovi« indukciono kaljeni.

Ovo se može videti i preko mehaničkih karakteristika — tvrdoće, koja je prikazana na slici br. 2.

Sl. 2 — Šema preseka neoštećenog »brega« sa tvrdoćom, koja je izmerena

Metalografskim ispitivanjem otkrivena je struktura i dubina indukcionog sloja, koja iznosi 3,5 mm.

Vrste oštećenja na bregastim vratilima

Ova vratila izložena su dinamičkim naprezanjima, pa da bi se smanjile inercijalne sile pokretnih delova razvodnog mehanizma profili bregova konstruisani su tako da se u početnoj fazi otvaranja ventili podižu sasvim lagano sa sedišta. I pored toga dolazi do oštećenja »bregova«, kao što su habanje, sitne pukotine, odvajanje, ljuštenje pojedinih delova otvrdnute površine i sl. Zbog takvih oštećenja vratila postaju neupotrebljiva.

Na šemi je prikazan najčešći izgled pohabanog »brega«. Površina koja se tokom rada skine može da bude i nekoliko milimetara.

Sl. 3 — Izgled pohabanog »brega«

Metode regeneracije oštećenih površina bregastih vratila

S obzirom na karakteristike radne površine i vrste oštećenja »brega«, moguće je primeniti više metoda regeneracije, kao što su:

- navarivanje,
- metalizacija (hladna i topla),
- tečni metali.

U Tehničkom remontnom zavodu Čačak izvršeno je više eksperimenata, na osnovu čega se došlo do zaključka koja je metoda najoptimalnija za primenu.

Dobijeni rezultati analizirani su preko više karakteristika, kao što su:

— Mehaničke karakteristike metaliziranog sloja bile su najbolje za sloj nanesen toplim postupkom, a nešto lošiji rezultati dobijeni su navarivanjem elektrodama za tvrdo navarivanje. Os-

tale metode dale su neujednačene i gore rezultate od propisanih;

— Otpornost na habanje bila je najbolja kod metaliziranog sloja nanesenog toplim postupkom;

— Slojevi naneseni navarivanjem i toplom metalizacijom imali su najbolju silu vezivanja, dok kod hladne metalizacije i tečnih metala ona nije mogla zadovoljiti tražene zahteve;

— Uticaj toplote na osnovne karakteristike regenerisanih površina bio je naročito nepovoljan kod metode navarivanja, a zatim znatno manje kod tople metalizacije. Kod ostalih metoda nije bilo negativnog uticaja.

Analizirajući sve bitne karakteristike regenerisanog sloja, može se zaključiti da je sloj nanesen toplom metalizacijom dao najoptimalnije rezultate.

Regeneracija »bregova« bregastog vratila metodom tople metalizacije

Topla metalizacija je postupak kojim se materijal u obliku praha određene granulacije uvodi u plamen kiseonika i nekog gorivog gasa (acetilen),

topi se i biva projektovan strujanjem ovih gasova na pripremljenu površinu, gde se formira metalizirani sloj odgovarajuće debljine.

Deo koji se metalizira mora biti čist, tj. sa površine se moraju skinuti sve mehaničke nečistoće, odstraniti pukotine i, što je posebno važno, površina mora biti odmašćena.

Površine koje treba zaštititi od uticaja produkata metalizacije premazuju se posebnim premazima.

Kod bregastog vratila to su susedni neoštećeni »bregovi« i ležajne površine.

Ovako pripremljenu površinu treba zagrejati na temperaturu od 600 do 800°C, a zatim na nju brizganjem naneti prah, koji se plamenikom zatopi — fuzira. Na sličan način postupak se više puta ponavlja, dok se ne nanese odgovarajuća debljna sloja.

Svaki deo koji se metalizira zahteva posebno razrađenu tehnologiju. Kod bregastog vratila značajno je da se ostaci indukciono kaljenog sloja moraju odstraniti prilikom pripreme površine za metalizaciju, jer gustina ovog sloja ne dopušta uspešnu difuziju praha u osnovni materijal.

Sl. 4 — Uređaj za toplu metalizaciju

Uređaji i dodatni materijali

Poseban predmet ispitivanja bio je izbor najoptimalnijeg uređaja i praha za metalizaciju ovog vratila. Izvršeni su eksperimenti sa nekoliko vrsta uređaja i prahova, kao što su:

SUPER JET-EUTALLOY i prah 10009 firme CASTOLIN; uređaj 5 P-II i prah 15 E firme METCO; uređaj MAX-JET i prah HA 7 firme U.T.P.

U tabeli 1 prikazani su osnovni rezultati koji su postignuti primenom ovih uređaja i prahova.

Sl. 5 — Osnovni materijal modularni liv indukciono kaljen (povećanje $\times 225$)

Tabela 1

Metoda uređaj	Osnova praha	Tvrdoća metaliziranog sloja (HRC)	Stepen zagrejanosti komada*	Mašinska obrada	Izgled površine posle obrade
CASTOLIN SUPER-JET EUTALLOY	Ni-Cr-Si-B	57—59	optimalna	fino brušenje	glatka i bez grešaka
METCO 5P-II	Ni-Cr-B	60—62	velika	fino brušenje	porozna
U.T.P. MAX-JET	Ni-Cr-Si -B-Fe	55—56,5	velika	fino brušenje	porozna i sa sitnim pukotinama

* Step en zagrejanosti praćen je preko temperature na udaljenosti od mesta reparaturnog zahvata.

Analizirajući podatke iz tabele 1, najbolji rezultati dobijeni su uređajem SUPER-JET-EUTALLOY i prahom 10009 firme CASTOLIN.

Kontrola karakteristike metaliziranih slojeva nanesenih ovim uređajima i odgovarajućim prahovima proveravana je i metalografskim ispitivanjima.

Kao posebno karakteristično, vratilo izrađeno od nodularnog liva prikazano je metalografski kroz pojedine faze na slikama 5, 6 i 7.

Na slici 6 prikazan je način vezivanja metaliziranog sloja i osnovnog materijala, gde se ta veza »kači« iza »no-

Sl. 6 — Prelazna zona između metaliziranog sloja i osnovnog materijala (povećanje $\times 475$)

dula«, tako sloj čini dobro penetriranim u osnovni materijal, što ovoj vezi daje sigurnost i pouzdanost.

Sl. 7 — Izgled metaliziranog sloja (povećanje $\times 225$)

Na ovoj slici svetla površina predstavlja izgled metaliziranog sloja, gde je uočena njegova kompaktnost bez unutrašnjih grešaka.

Sl. 8 — Šema preseka regenerisanog »brega« sa dobijenim tvrdoćama

Na slici 2 prikazana je tvrdoća (HV2) po preseku neoštećenog »brega«, na osnovu čega je, pored ostalog, određena tehnologija regeneracije, a posebno izbor dodatnog materijala.

Mašinska obrada

Ovi metalizirani slojevi mogu se prvenstveno obrađivati brušenjem na specijalnim mašinama, a često se upotrebljavaju strugovi sa kopirnim uređajima i uređajima za brušenje.

Prilikom osvajanja mašinske obrade posebno su proučavani brusni materijali.

Eksperimenti su vršeni sa korundima, silicijum karbidima i dijamantima.

Zadovoljavajuće rezultate dala su točila oznake B.80K7V za vratila urađena od čelika i B70K7V za vratila od nodularnog liva.

Metalizirane površine su se dobro obrađivale korundom i dijamantskim točilima.

Značajno je napomenuti da hladnje prilikom obrade mora biti obilno i na čitavoj površini.

Praktična provera kvaliteta regenerisanih bregastih vratila

Ovako regenerisana vratila od više vrsta motora — snage 55 KW, 61 KW i 360 KW — proverena su u probnoj stanici sa pojačanim režimima ispitivanja, što je dalo dobre rezultate, a posle toga su ugrađena u sredstva. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2

Snaga motora (KW)	Vek trajanja novog vratila	Vek trajanja regenerisanog vratila
55	100.000 KM	125.000 KM
61	100.000 KM	200.000 KM
360	1.000 m/č	1.300 m/č

Iz podataka navedenih u tabeli vidi se da je metalizirana površina znatno više zdržala u eksploataciji.

Zaključak

Oštećenja koja se pojavljuju na bregastim vratilima su neznatna, ali dovoljna da vratila nisu više za upotrebu.

Reparatura oštećenih površina je teško izvodljiva drugim metodama, osim onih o kojima je bilo reči u ovom radu.

Ove specifičnosti bile su jedan od razloga da se u Tehničkom remontnom zavodu Čačak posveti posebna pažnja razrešavanju načina regeneracije oštećenih površina ovog vratila.

Postignuti rezultati potvrđuju da se na ovaj način mogu uspešno regenerisati bregasta vratila.

Literatura:

- [1] Katalozi: CASTALINA, MESSER GRIESHEIM, METCO, UTP, CAPILLA.
- [2] VINCENT MERINGALO I RANK N. LANGO, Primena plamenom i plazmom špricanih slojeva u industriji automobila.

- [3] D. MIŠOVIĆ, METODE REGENERACIJE.

- [4] METCO, APPLICATION BULLELTIN, N. 401.

- [5] Uputstva i katalozi Tehničkog remontnog Zavoda Čačak.