

Proračun zaliha doknadnih dijelova u plansko - preventivnom održavanju brodskih pogonskih postrojenja

UDK 338.5:658.2:656.612

Sažetak:

Tribologija kao znanost treba da osigura svojim razvojem i rješenjima koje pruža, ekonomičnost, sigurnost i neprekidnost rada različitih strojeva i uređaja, pa prema tome i neprekidnost rada brodskih strojeva. Uređaji brodskih sustava moraju u svom radu biti rentabilni i ekonomični. Da budu što ekonomičniji u procesu upotrebe, moraju biti što manje izvan pogona. Da budu što manje izvan pogona nad njima se mora provoditi plansko preventivno održavanje, koje treba svrstati među najvažnije funkcije osoblja stroja na brodovima.

— o —

Vrlo visoki troškovi u korištenju broda u velikom dijelu su posljedica nedovoljnog poznavanja karaktera i razvoja triboloških pojava na površinama dijelova, kao i na cijelim sklopnim elementima stroja i neadekvatnih rješenja u smanjenju trenja i usporavanju procesa trošenja. Osim toga projektiraju se mnoga nova rješenja a da se o tribološkim pojavama ne vodi dovoljno računa.

Svi brodski strojevi imaju zajedničke sastavne elemente koji su po konstrukciji u načelu jednaki i kod kojih su prisutne pribološke pojave. S gledišta tribomehanike to znači razdvajanje površina u kontaktu i relativnom kretanju mazivim slojevima radi smanjenja trenja, usporavanja ili potpunog uklanjanja trošenja.

Najvažniji dijelovi su: klizni i kotrljajući ležajevi, zupčanici, vratila i osovine, poluge sa zglobovima, zupčaste letve te različite vrste pumpi i hidrauličkih prenosnika. U ležištima su potrebni što manji zazor koji iziskuje željenu točnost, a ove okolnosti iziskuju posebne uvjete u pogledu načina podmazivanja i vrste odnosno kvalitete maziva, kao i pravodobnost njihovih zamjena novim.

Trenje kotrljanja se javlja u osloncima vretena, koja se okreću sa velikim brojem okretaja u jedinici vremena.

Prijenosnici su iz brojnih zupčastih parova s čeonim konusima i pužastim zupčanicima, kod čijih se zahvatanja zubaca pojavljuje djelomično trenje kotrljanja, a djelomično trenje klizanja.

Veliko opterećenje filma nastaje zbog razmjerno malih dodirnih površina iz čega proizlazi

zahtjev za uljem s dobrom prionljivošću i čistotom.

Da bi ulje bilo čisto, mora se pravodobno mijenjati prema principima PPOa (plansko-preventivnog održavanja).

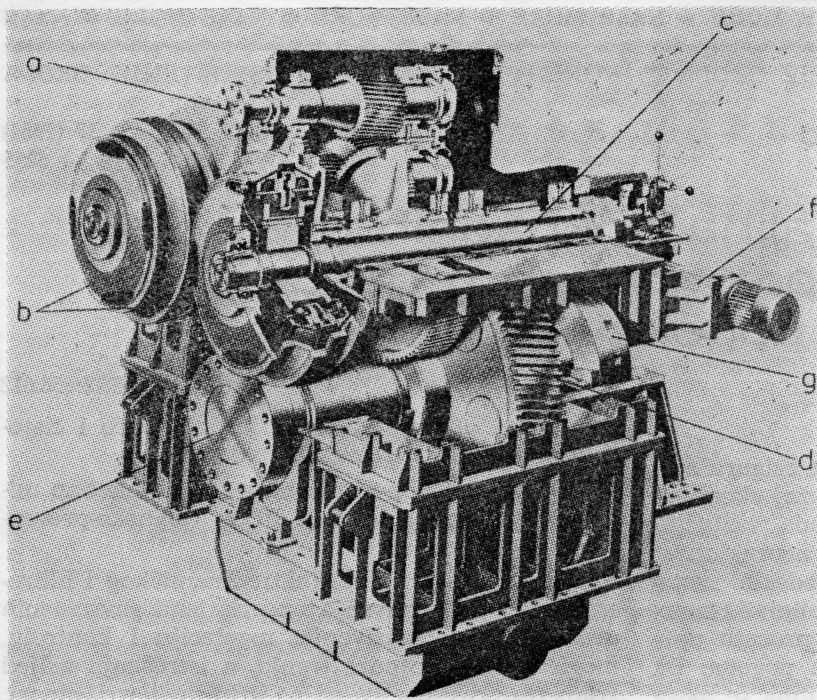
Suvremeni principi (hidrodinamičkog i hidrostatičkog) podmazivanja uz primjenu suvremenih uređaja za podmazivanje, regulaciju i kontrolu, mogu smanjiti otpore trenja, a istrošenja usljed kontakta površina svesti na vrlo malu vrijednost.

Razvoj procesa trošenja na elementima strojeva zavisi od mnogo faktora kojima su obuhvaćene osobine materijala, uvjeti rada, geometrijske karakteristike, uvjeti održavanja, vrsta i kvaliteta sredstava za hlađenje i podmazivanje, starost stroja itd. Zajedničko djelovanje spomenutih utjecajnih faktora uvjetuje da nastaju različiti vidovi trošenja: abrazivno, atheziona, difuziona, korozivno itd. Najčešći slučaj je da su istodobno prisutni svi vidovi trošenja, čime je otežano istraživanje svakog posebno.

Pravilnim izborom tribološkog sredstva, te njegovom pravilnom primjenom u eksploataciji, osigurava se sigurnost u radu stroja, najmanji utrošak snage, a time i smanjenje broja i veličine popravaka.

Plansko-preventivnim održavanjem i neophodnim uklanjanjem iznenadnih kvarova može se znatno produžiti vremenski tok istrošenja dijela ili stroja, što spada u niz mjera opreznosti u sklopu pogonske preventive kao neizbježne garancije za sigurnost plovidbe. U svjetlu ovih činilaca i pitanju zaliha doknadnih dijelova na brodu treba obratiti posebnu pažnju. Kad je riječ o zalihama doknadnih dijelova potrebnih za održavanje brodskih pogonskih uređaja treba prije svega udovoljiti zahtjevima zavoda za klasifikaciju brodova, koji propisuju količinu zaliha glavnih dijelova, čiji bi nedostatak u određenim prilikama mogao uzrokovati teže posljedice materijalne ili druge prirode.

Na slici 1. prikazan je reduktor (Navilus Guy 7733, za dvije plinske turbine, redukcije sa 3800 na 180 ok/min, s promjerom zupčanika 2500 mm) obilježen prema principima zavoda za klasifikaciju brodova, za kojeg je za svaki vitalni dio točno određena količina doknadnih dijelova, koju se mora striktno poštivati.



Sl. 1. Reduktor signiran prema principima zavoda za klasifikaciju brodova

To su minimalne zalihe za koje klasifikacijski zavodi garantiraju sigurnost kontinuiteta. Pored toga, zavodi za klasifikaciju brodova daju i neobavezne preporuke o zalihama određenih vrsta i količina doknadnih dijelova. U ovome radu nije riječ o dijelovima kod kojih su zalihe propisane od klasifikacijskih zavoda, već o zalihama koje nisu obavezne s bilo kojeg gledišta za klasifikaciju.

Prevelike količine uskladištenih dijelova zamrzavaju obrtna sredstva poduzeća i opterećuju ga troškovima kamata. Premale zalihe mogu dovesti u pitanje rad pogonskih uređaja i pridonijeti gubicima.

U zalihe koje nisu obvezne s bilo kojeg gledišta za klasifikaciju u pogledu na primjer brtve, slika 2. podaci proizvođača za brtvu na sl. 2. su:

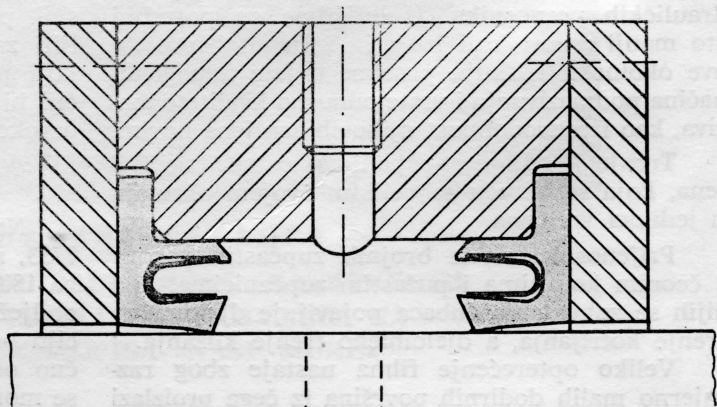
- maksimalni radni tlak: 60 bar-a
- dopušteni broj okretaja: 12/min
- temperatura fluida: 60°C
- medij: ulje
- dopušteni vijek rada: 2000 sati/godinu
- obavezna zamjena poslije: 8000 sati rada

Iz navedenih podataka se vidi da proizvođač daje upute o vijeku rada dijela u eksploataciji. Ako je moguće doći do tih podataka, treba se s njima koristiti kao meritornim izvorima za proračun potrebnog broja minimalnih zaliha doknadnih dijelova. Ukoliko, međutim, ne raspolažemo takvim podacima, treba se poslužiti izvorima iz prakse, koristeći se podacima dužeg vremenskog razdoblja, primjenom matematičkih modela koji sve više nalaze svoju primjenu i u području planско-preventivnog održavanja uređaja na brodu. Ako se procjena vrši pomoću malog broja uzorka, koji sadrži manje od 30 elemenata, može se koristiti Studentova t-distribucija.

Principi za utvrđivanje količine doknadnih dijelova čije zalihe nisu obavezne s bilo kojeg gledišta za klasifikaciju brodova su slijedeći:

Prvo se izvrši klasifikacija na one dijelove koji se mogu ugrađivati u više jedinica strojnih uređaja i one koji se mogu ugraditi samo u određeni stroj ili uređaj. Pored toga dijelovi se moraju razlučiti po trajnosti u iskorištavanju. U pr-

Sl. 2. Brtva u jednom brodskom sklopu



vu kategoriju spadaju dijelovi s dužim vijekom trajanja, na primjer dužim od 12 mjeseci, a u drugu kategoriju dijelovi koji se brzo troše.

Količine istih doknadnih dijelova, koji se mogu ugraditi u više sklopova istog uređaja ili u različite jedinice pogonskih uređaja (na primjer brtve, slika 2), određuje se prema njihovu broju na svim sklopovima i jedinicama.

Broj doknadnih dijelova kojima je vijek trajanja duži od 12 mjeseci, utvrđuje se prema formuli 1.:

$$Nrd = \frac{na \cdot nid \cdot rm \cdot kja \cdot kjd}{T} \quad (1.)$$

gdje je:



		Količina agregata istog tipa									
		1—2	3—4	5—6	6—8	8—10					
kja		1	0,9	0,8	0,7	0,6					
		Količina istih detalja u jednom agregatu									
		1—2	3—4	5—6	7—8	9—10	11—12	12—13	13—14	14—15	15—16
kjd		1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3

Tablica 1. za izbor koeficijenata kja i kjd

- Nrd — količina doknadnih dijelova;
 na — broj agregata istog tipa;
 nid — količina istotipnih dijelova u jednom agregatu točno određenog tipa;
 rm — rok u mjesecima, za koji želimo osigurati doknadne dijelove za agregat neovisno od vijeka trajanja dijelova;
 kja — koeficijent smanjenja količine doknadnih dijelova u ovisnosti o broju jednakih agregata;
 kjd — koeficijent smanjenja količine doknadnih dijelova u ovisnosti o broju jednakih detalja u jednom te istom agregatu;
 T — trajnost doknadnih dijelova, u mjesecima, a obično je zadana u satima.

Koeficijenti kja i kjd odabiru se prema tablici 1.:

Količina doknadnih dijelova kod kojih rok trajanja ne prelazi 12 mjeseci određuje se prema formuli 2.:

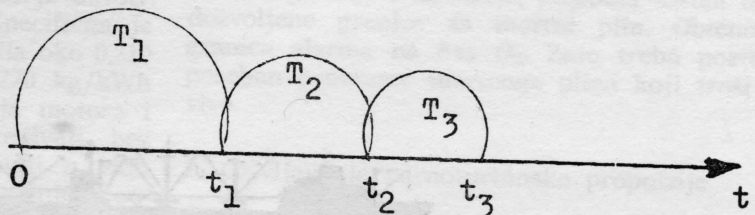
$$Nrd = \frac{na \cdot nid \cdot rm}{T} \quad (2.)$$

Veličina rm određuje se prema mogućnosti nabavke doknadnih dijelova, uočavanju sigurnosti na brodu, te vremenu za koji se želi osigurati doknadni dio neovisno o vijeku trajanja dijela. O veličini T je naprijed dato objašnjenje. Studen-tova t — distribucija, može se objasniti na slučaju primjene brtve, slika 2.

Treba odrediti broj doknadnih brtvi u skladištu da bi s vjerojatnosti 0,95 osigurali putem obnavljanja, (dijagram 1) funkcioniranje elemenata, u toku od 8000 sati rada, ako je $\delta^2=3600$ sati, a $T_0=100$. Vijek korištenja brtvi T_1, T_2, T_3, \dots , su nezavisne slučajne varijable i imaju istu raspodjelu sa $T_0=E(Tk)$.

Trenuci obnavljanja su $t_1=T_1$; $t_2=T_1+T_2$; $t_3=T_1+T_2+T_3$; $X(t)$ je slučajna promjenljiva veličina broja obnavljanja $[0, t]$; $E(Xt)=H(t)$, $t)0$ i zove se funkcija obnavljanja:

$$H(t) = \frac{t}{T_0} + \frac{\delta^2}{2T_0^2} - \frac{1}{2}; \quad t \rightarrow \infty \quad (3.)$$



Dijagram 1. Trenuci obnavljanja doknadnog dijela

Vjerojatnost intervala pouzdanosti procjene aritmetičke sredine vremena u kojemu će brtva izdržati određeno vrijeme bez prekomjernog istrošenja, ili u kojemu će da potraje bez kritičnog kvara, dobije se tako da se od jedinice odbije vrijednost dobivena iz formule:

$$P \{ X_{8000} \geq n \} = 1 - 0,95 \quad (4.)$$

$$X_{8000} : f[E(X_{8000}); \delta^2(X_{8000})]$$

$$E(X_{8000}) = \frac{8000}{100} = 80;$$

$$\delta^2(X_{8000}) = \frac{3600 \times 8000}{100^3} = 28,8$$

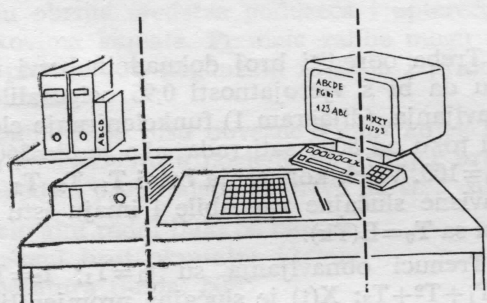
$$P \left\{ X_{8000} \geq n \right\} = P \left\{ \frac{X_{8000} - 80}{\sqrt{28,8}} \geq \frac{n - 80}{\sqrt{28,8}} \right\} = 0,5 - \Phi \left(\frac{n - 80}{\sqrt{28,8}} \right) = 0,05$$

$$\text{ili } \Phi \left(\frac{n - 80}{\sqrt{28,8}} \right) = 0,45.$$

Prema tabelama iz udžbenika i priručnika statističke matematike, moguće je naći da je

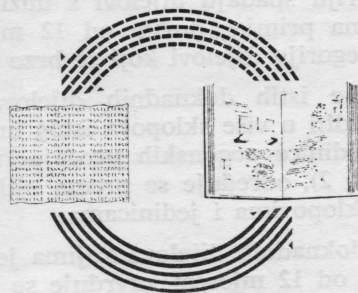
$$\frac{n - 80}{\sqrt{28,8}} = 1,65 \text{ iz čega slijedi } n \approx 89.$$

To znači da moramo imati 89 komada brtvenica u skladištu da bi sklop gdje su one montirane radio 8000 sati s 95% sigurnosti.



Sl. 4. Tok informacija od kataloga do računara

U ovom je postupku zapravo najvažnije da se u samom početku formira takva dokumentacija koja će omogućiti u doglednom vremenu izbor dovoljnog broja reprezentativnih uzoraka i



Sl. 3. Pretvaranje podataka iz kataloga sistemom kodiranja u jezik elektronskog računala

informacija, koje će primjenom ove metode predstavljati osnovnu komponentu u stvaranju zaključaka.

Živimo u suvremenom vremenu kompjutera, koje moramo koristiti u iznalaženju broja reprezentativnih uzroka i informacija.

Iz podataka kataloga proizvođača dijelova ili knjiga za instruktazu održavanja svakog brodskog stroja podatke moramo, raznim metodama kodiranja, u ovisnosti od primijenjenog jezika elektronskog računala, iz kataloga prebaciti u računalo, slika 3.

Nakon tih operacija treba se koristiti suvremenom elektronikom za dobivanje informacija, vidjeti sliku 4. Ovakvim putem napori su mnogo manji.

Korištena literatura:

1. Dr Lj. Zirojević — Simbolika u održavanju hidrauličkih instalacija i novosti u primjeni hidraulike na alatnim strojevima sa NC kontrolom, »OMO« — Održavanje mašina i opreme, Beograd, 5—6/74 str. 302—308
2. Dr Lj. Zirojević — XI International Conference on production Research, Novi Sad, 1981 — Zbornik radova, str. 451—459
An Appendix to the Study of projecting the Central Coolant Systems for Products during the High productive Grinding Method.
3. S. F. Trunin, L. A. Promislov, O. R. Smirnov — Nadežnost sudovih mašina i mehanizmov. Lenjingrad, Sudostroenie 1980.

