

AUTOMATSKA PODMAZIVANJA KOTRLJAJUĆIH LEŽAJEVA

AUTOMATIC LUBRICATION OF ROLLING BEARINGS

Stručni članak

*Pred. VŠ Slobodan Jurić, dipl. ing.**

*Pred. VŠ Rodoljub Blaženović, dipl.ing.**

Sažetak

Radna ispravnost, visok kapacitet i dobro radno stanje su veoma važne karakteristike za uspješan rad bilo kojeg mašinskog dijela, odnosno mašine. Osnovnu karakteristiku mašina predstavljaju eksploatacione pogodnosti koje karakterišu rad mašina u surovim uslovima radne sredine. U isto vrijeme, zahtjevi koji se stavljaju ispred njih u pogledu pouzdanosti su veoma visoki, što je navelo određene proizvođače maziva da na tržište ponude širok spektar inovativnih, pouzdanih i ekološki kvalitetnih rješenja podmazivanja. Cilj rada je bio da predstavi nove tehnologije koje se primjenjuju kod automatskog podmazivanja kotrljajućih ležajeva u mašinskoj industriji.

Ključne riječi: kotrljajući ležaj, industrija, podmazivanje, mazivo, tribologija.

Abstract

Working correctness, high capacity and good working condition are highly important characteristics of any machine part or machine as a whole. The basic feature of any machine is its capability to work properly in extreme working conditions. At the same time, reliability demands are extremely high, which has led lubrication manufacturers to offer to the market a wide array of innovative, reliable and eco-friendly lubricants. The aim of this paper is to present new technologies used for automatic lubrication of rolling bearings in the machine industry.

Key words: rolling bearing, industry, lubrication, lubricant, tribology.

** Visoka škola „CEPS - Centar za poslovne studije, Kiseljak (www.ceps.edu.ba), E-mail: juric.slobo@gmail.com*

** Visoka škola „CEPS - Centar za poslovne studije, Kiseljak (www.ceps.edu.ba), E-mail: r.blazenovic@yahoo.com*

1. UVOD

Tendencija razvoja novih mašinskih postrojenja baziranih na visokoj produktivnosti, svojim radom uslovljavaju značajna povećanja opterećenja, brzna rada i radnih temperatura. Kao posljedice navedenih faktora javljaju se problemi povećanog trenja, habanja i neuravnotežnosti mašina, što dovodi do pojave vibracija mašine. Činjenica je, što govore pokazatelji iz prakse, da skoro svaki drugi ležaj otkáže zbog lošeg podmazivanja, pa se opravdanost primjene i unaprijeđenja novih tehnologija u proizvodnji kotrljajućih ležaja može smatrati kao logičan odgovor na navedenu problematiku. Sa aspekta unaprijeđenja podmazivanja kod kotrljajućih ležaja pažnja se sve više usmjerava na stalna povećanja performansi materijala i maziva. Kako bi ubjedljivije potvrdili ove činjenice proizvođači ležajeva danas na tržištu nude široku paletu „*high-performance*“ ležajeva sa odgovarajućim zaptivanjem i podmazivanjem. Primjenom polimera i DLC prevlaka doveli su ležajeve do te faze da sami sebe „*održavaju*“. Karakteristike ovakvih i sličnih tehnologija ogledaju se u nadziranju ležajeva odgovarajućim sensorima za praćenje njihovog radnog stanja. Međutim, za širu primjenu ovih tehnologija u praksi otežavajući problem predstavlja previsoka cijena navedenih komponenti. Osnovna funkcija maziva u tribološkom procesu kod kotrljajućih ležajeva je da spriječi ili smanji trošenje i promjene na površini rotacionih dijelova u njihovom kretanju. Pored toga, maziva imaju zadatak da uklanjaju (ispiraju) abrazivne čestice sa tarnih površina, štite površine od korozije i hlade određene dijelove mašina. U cilju zadovoljenja određenih režima podmazivanja, maziva moraju da imaju tačno definisana fizičko-hemijska svojstva i odgovarajuće funkcionalne karakteristike. Unošenjem vrlo tankog sloja maziva od oko 0,001 μ m između kotrljajućih elemenata i staza ležajeva u toku rada, štiti se direktan kontakt matala na metal, razdvajajući tako površine koje su u neposrednom kontaktu.

2. AUTOMATSKA PODMAZIVANJA

Centralizovani sistemi automatskog podmazivanja u radu mašina odupiru se ekstremnim uticajima radne sredine, osiguravajući podmazivanje u kontinuitetu bez zastoja u procesu održavanja kao i izbjegavanje skupih popravki koje izaziva nekorektno ručno podmazivanje. Prljavština i

kontaminacija iz radne sredine, često izazvana ručnim podmazivanjem u ovom slučaju je potpuno eliminisana, a industrijski incidenti od „zaribavanja i trošenja“ su svedeni na minimum, kao i vrijeme potrebno za njihovo održavanje. U toku eksploatacije ležajeva, elementi kotrljajnih tijela su čisti, pouzdani i bezbjedni. Automatska podmazivanja ležajeva u radu smanjuju zastoje koje izazivaju neplanirana održavanja, što za rezultat ima značajnu pouzdanost i ekonomsku efikasnost. Određena rješenja ovakovog vida podmazivanja omogućavaju da svaka „mazna tačka“ čak i u drugoj proizvodnoj liniji bude podmazana. Primjera radi, surovi uslovi rada, kao što su cementare i kopovi u rudnicima, zahtijevaju podmazivanje bez održavanje precizno i stalno. U isto vrijeme veoma je važno da sve tačke podmazivanja i zaptivanja (imeđu osovine i kućišta ležaja) budu potpuno zaštićene od atmosferskih uticaja i uticaja radne sredine. Prema, (Glorigiću, R. i sar. 2002), dugogodišnja praksa ukazala je na to, da se nominalni radni vijek kotrljajućih ležajeva na srednjim elektromotorima snage (od 4 do 100 kW) kreće u prosjeku od 8000 do 15000 radnih sati. Loše podmazivanje i pogrešan izbor maziva su uzrok prevremenog otkaza ovih ležajeva u 36% slučajeva, što je jedan od razloga zašto se danas na tržištu može naći veliki broj sistema za automatsko podmazivanje u jednoj ili više tačaka u skoro svim industrijama svijeta. Zahtjevi kupaca za ovu vrstu opreme su skoncentrisani uglavnoma na kvalitet upravljanja, pouzdanost i maksimalnu produktivnost. U teškim uslovima rada i najmanja greška može biti uzrok zastoja rada mašine zbog otkaza ležaja što dovodi do visokih troškova poravke. Osnovna odlika ovih sistema je efikasno podmazivanje i u teško dostupnim mjestima, a sa hermetičkim zaptivanjem maznih tačaka sprečavaju se zagađenja izazvana prašinom, vlagom i ostalim kontaminatima, obezbjeđujući na taj način adekvatno zaptivanje mazivom između hrapavih površina i komponenata mašina. Prema tome osnovni cilj primjene automatizovanog podmazivanje je smanjenje troškova održavanja i produženja radnog vijeka ležajeva. Česti zastoji u proizvodnji koji su izazvani neodgovarajućim podmazivanjem mogu se u velikoj mjeri spriječiti prijenom nekih od jedinica sistema za automatska podmazivanja. Ovi sistemi podmazivanja konstantno i pouzdano doziraju odgovarajuće mazivo određene količine do željene komponente sistema. Na sistemima kao što su ventilatori, elektromotori, pumpe, kompresori, pneumatski transporter i na drugim teško dostupnim mjestima, ovi sistemi garantuju neprekidno i bez

održavanja dugovremeno podmazivanje u periodu od 1 do 24 mjeseca. Ovi sistemi su danas najzastupljeniji u čeličanama, petrohemijskoj industriji, autoindustriji, prehrambenoj industriji itd. Sistemi automatskog podmazivanja mogu se podijeliti u više grupa i podgrupa na sljedeći način:

Prema namjeni:

- Sistemi podmazivanja u jednoj tački i
- Sistemi podmazivanja u više tačaka.

Prema načinu pogona:

- Elektrohemijski pogoni (aktiviranjem gasa) i
- Elektromehanički pogon (baterijski i električni)

Prema načinu distribucije maziva:

- Sa PLC kontrolerima i
- Samoregulacijski sistemi.

Prema način podmazivanja u više tačaka:

- Podmazivanjem od 2 do 6 maznih mjesta i
- Podmazivanjem do 600 maznih mjesta.

Primjera radi, u prehrambenoj industriji kao brzo rastućem segmentu svjetske privrede, gdje se inovativni proizvodni procesi i tehnologije proizvodnje i pakovanja svakodnevno unapređuju, otvarajući tako nova tržišta, a sa njima i nove izazove za kotrljajuće ležajeve. Prehrambeni proizvodi poput mesa, voća, povrća, morske hrane, sladoleda, industrije pića, farmaceutske industrije i industrije duvana imaju neposredan dodir sa ljudima. Sve ove industrije moraju da vode računa o kontaminaciji proizvoda i ambalaže i da spriječe pojavu korozije i korozivnih čestica. Najvažnije osobine kotrljajućih ležajeva namijenjenih za rad u prehrambenoj industriji su sljedeći:

- Otpornost na koroziju (pocinkovani i nerđajući ležajevi),
- Kućišta od kompozitne plastike,
- Vrhunsko zaptivanje i
- Kompatibilnost maziva za ležajeve sa hranom koja se proizvodi.

2.1. Sistemi podmazivanja u jednoj tački – Elektrohemijski

Sistemi podmazivanja u jednoj tački – elektrohemijski (Slika: 1.), namijenjeni su za podmazivanja kako u visoko-korozivnim tako i higijenski čistim sredinama. Imaju mogućnost eksploatacije u svakoj situaciji bez održavanja, pa i rada pod vodom. Sistemi podmazivanja u jednoj tački mogu dozirati mast ili ulje do 26 sedmica, u zavisnosti od temperature u procesu rada. Kućišta sistema su providna (plastična) ili metalna i nisu korozivna. Njihova zapremina je 120cc, a mazivo se distribuira elektrohemijskim putem, pod pritiskom od maksimalno 4 bara. Najbolje rezultate rada ove jedinice postižu na temperaturama do +40°C, a mogu da rade i na temperaturama do -25°C. Jedinice namijenjene za rad na niskim temperaturama, uglavnom su u upotrebi na liftovima koji rade u zimskim uslovima, hladnjačama kao i u mnogim drugim pogonima.



Slika:1. Elektrohemijske jedinice podmazivanja u jednoj tački

Elektrohemijski sistemi podmazivanja u jednoj tački najčešće se koriste za podmazivanja kotrljajućih ležajeva, kliznih ležajeva, lanaca, zupčanika, vođica i drugih pokretnih dijelova mašina.

2.2. Sistemi podmazivanja u jednoj tački – Elektromehanički

Elektromehanički sistemi podmazivanja u jednoj tački (Slika: 2.), veoma pouzdano snabdijevaju tačke podmazivanja sa mazivom i rade veoma precizno i nezavisno od temperature radne sredine. Ovi sistemi imaju mogućnost povezivanja sa PLC kontolerima (*Programmable Logic Contolers*), koji mogu upravljati radom jedinice za podmazivanje. Zbog toga su nezamjenjivi na opremi gdje je podmazivanje potrebno samo kada mašine rade i kada povratni signal PLC – a to omogućava.



Slika 2. Elektromehaničke jedinice podmazivanja u jednoj tački

Napajanja kod elektromehaničkih sistema podmazivanja u jednoj tački mogu biti baterijska ili električna. Razlika između ove dvije vrste napajanja je u tome što je električno napajanje direktno povezano sa radom kontrolera mašine. Elektro napajanje (*direktan napon*) i kontrolni napon dolazi od mašine. Sistem podmazivanja radi samo kada se električna energija obezbijedi od mašine. Ovaj sistem može raditi i u impulsnom modu u trenutku kada je napon ostvaren i može dozirati podešenu količinu maziva odjednom prije nego što se ponovo dozira, napon mora biti prekinut najmanje 5 sekundi i onda se ponovo aktivira. Korisnik po potrebi može da podesi 5 različitih pražnjenja i to od: 1, 3, 6, 12, ili 24 mjeseca, sa tačnim doziranjem maziva po potrebi u zavisnosti od mašine. Kućišta ovih jedinica mogu biti plastična (*koja dozvoljavaju stalnu vizuelnu kontrolu količine maziva*) ili metana. Bilo koje rješenje da je u primjeni u potpunosti je zaštićeno od uticaja prašine, vlage i drugih zagađivača. Posjeduju mogućnost višektarnog korišćenja i nisu štetna za životnu sredinu. Danas su u upotrebi tri različite zapremine kućišta od 60cc, 120cc i 250cc, i mogu se mijenjati na mjestu gdje su instalirani. Maksimalni pritisak u toku rada sistema je 5 bara. Ove jedinice su najbolje rezultate pokazale u radu na temperaturama od -10°C do +50°C. Elektromehanički sistem podmazivanja u jednoj tački danas se najviše koristi za podmazivanje kotrljajućih ležajeva, kliznih ležajeva, lanaca, otvorenih zupčanika, vođica, zaptivača i drugih mašinskih elemenata.

2.3. Sistemi podmazivanja u više tačaka

Sistemi podmazivanja u više tačaka posjeduju mogućnost krajnje centralizovane kontrole, odnosno nadgledanja i podmazivanja do 600 tačaka (Slika:3.). Svaku maznu tačku mogu podmazivati sa odgovarajućim mazivom u određenoj količini. Ovi sistemi mogu da povezuju nekoliko

individualnih i nezevisnih sistema za podmazivanje sa više tačaka koji su povezani kablovima. Podešavanja se mogu mijenjati u svakom trenutku sa direktnom distribucijom maziva bez gubitka pritiska, sa kontrolom svakog pojedinačnog izlaza. Konfiguracija i nadzor cijelog sistema se sprovodi preko Net Control Centra (NCC). Sve greške, upozorenja, ili neophodne zamjene ketridža se trenutno signaliziraju na displeju NCC-a. Na displeju se mogu prikazati i stanja svake podmazivane tačke, što može imati dugoročne pozitivne efekte na ukupne troškove održavanja. Napajanje sistema je uglavnom električno, a može da bude i baterijsko napajanje. Period pražnjenja se može individualno podešavati u opsegu 1 do 24 mjeseca.



Slika:3. Jedinice za podmazivanja u više tačaka

Sistemi za podmazivanje u više tačaka uglavnom rade preko PLC-a (*Programmable Logic Controllers*) programabilnih logičkih kontrolera, kod kojih se podmazivanja podešena prema potrebi maznih tačaka mašine koja se podmazuje, ostvarujući tako najveću ekonomičnost i efikasnost u radu. Ovi kontroleri povezuju uređaje kao što su prekidači i digitalni senzori i na osnovu unutrašnje logike vrše uključjenja i isključenja izlaznih uređaja. (*Matić, 2007*). Inteligencija ovih sistema prvenstveno zavisi od mogućnosti PLC kontrolera da pročita signale sa različitih tipova senzora i ulaznih uređaja. Tasteri, tastature i dvopoložajni prekidači čine osnovu veze čovjeka i ovih sistema. Sa druge strane, za detekciju radnog stanja, posmatranje maziva u eksploataciji, provjeru pritiska ili nivoa tečnosti, potrebni su specifični automatski uređaji kao što su senzori brzine, granični prekidači, fotoelektrični senzori, senzori nivoa itd. U toku trajanja zastoja mašine, sistem podmazivanja ide u funkciju „čekanja“ i nema doziranja dok mašina ne nastavi sa radom. Visok pritisak u toku rada od 25 bara omogućava rad sa

dužim crijevima. Dužina razvodnih kablova za maziva se kreće i do 1000 dužnih metara, ali sa 100 individualnih jedinica, sistem može da pokrije površinu cijele proizvodne hale, sa jednostavnim nadzorom iz jednog centralnog mosta. Ergonomsku konstrukciju čini kompaktno metalno kućište sa zapreminom maziva od 250cc ili 500cc. Danas se ovaj sistem podmazivanja najčeće koristi za podmazivanja kotrljajućih ležajeva, kliznih ležajeva, pumpi i ventilatora. Veoma dobre rezultate podmazivanja pokazali su na automatskim linijama poput robota. Njihova upotreba je rasprostranjena u različitim industrijama koa što je automobilska industrija, industrija papira, čelika, energetike, rudartva i sl.

3. ZAKLJUČAK

Neodgovarajuća podmazivanja mašinskih dijelova su najčešći razlozi preveremenih otkaza kotrljajućih ležajeva što može dovesti i do oštećenja mašina.

Sistemi automatskog podmazivanja koji su prikazani u ovm radu prvenstveno karakteriše primjena novih tehnologija u određivanju triboloških parametara koje su zasnovane na korišćenju elektronskih umjesto prostih mehaničkih dijelova za kontrolu stanja podmazivanja. Navedeni sistemi uz pomoć fleksibilnih računara mogu da rade i u veoma teškim industrijskim okruženjima kod kojih su prisutni dominantni uticaji vibracija, toplote, prašine i vlage.

Veoma važna karakteristika ovih sistema je sposobnost njihovog reprogramiranja i korišćenje za druge slične zahtjeve podmazivanja. Sistemi automatskog podmazivanja prikazani u ovom radu zadovoljavaju najviše standarde, naročito u pogledu zaštite životne sredine.

LITERATURA

1. Adamović, Ž., Adamov, J., 2006. Tribologija i podmazivanje, Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije, Smederevo,
2. Adamović, Ž., Jevtić, N., Joković, N., 1999. Comparative analysis of Flaper and Jet type of servovalves, International journal of fluid mechanics research, Institute of Hydromechanics, Kiev,
3. Adamović, Ž.: The Influence of Maintenance Programme Forming to the Increase of Technical Systems Efficacy, Croatian Metallurgical Society, Vol. 24, No.3, pp.101-106, 1985.
4. Ašonja, A., Gligorić, R., Krunic, V., 2009. Tendencije razvoja kotrljajnih ležajeva na poljoprivrednim mašinama, časopis „Tehnička Dijagnostika”, Društvo za energetska efikasnost Bosne i Hercegovine, Vol. 1, No. 1-2, 5-10, Banja Luka,
5. Desnica, E., Letić, D., Gligorić, R., 2005. Nove metode i algoritmi u nastavi mašinskih elemenata i konstrukcija, Letopis naučnih radova, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad,
6. Gligorić, R., i sar., 2002. Izbor karakteristika ležaja za traktore snage 30 – 60 kW, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad,
7. Selimić, D., (2018). Hemija. Visoka škola „CEPS – Centar za poslovne studije“ Kiseljak,
8. Jevtić, N., i sar., 2008. Održavanje i remont hidrauličnih sistema, TEHDIS, Beograd,
9. Matić, N., 2007. Uvod u industrijske PLC kontrolere, Mikroelektronika, Beograd,