

Centralno mazanje – enolinijski sistem

Branko ŠIMAC, Matej TOMŠIČ

Izvleček: Mazanje je postopek, pri katerem med gibajoče se dele dovajamo mazalno sredstvo za znižanje trenja in temperature. Tako olajšamo gibanje in preprečimo poškodbe površin. S pravilnim mazanjem povečamo življenjsko dobo tornih površin, kar ugodno vpliva na stroške vzdrževanja in zanesljivost delovanja stroja.

Pri enolinijskih sistemih centralnega mazanja kot mazalni medij najpogosteje uporabljamo olja različnih viskoznosti. Za delovanje enolinijskega sistema so potrebni cikli. Sistem se izmenično obremenjuje (črpalka dozira olje, tlak narašča) in razbremenjuje (črpalka se ustavi in tlak olja se razbremeni v rezervoar). Tako ustvarjeni cikli sprožijo delovanje enolinijskih razvodnikov. V vsakem ciklu dozirajo razvodniki na posamezno mazalno mesto eno dozo maziva.

V prispevku bodo opisane tudi napake, ki se pojavijo zaradi nepravilne zasnove mazalnega sistema, naknadne predelave, izrabljenosti komponent ali uporabe neustreznega maziva.

Ključne besede: mazanje, črpalka, enolinijski sistem, enolinijski razvodniki, mazivo, olje, mazalno mesto

1 Uvod

Proizvajalci strojev v navodilih za uporabo navedejo mazalna mesta in priporočijo vrsto maziva, s katerim se mesta mažejo (olje ali mast). Zelo pomemben podatek je tudi, kako pogosto in s kakšno količino mažemo. Premalo mazanja povzroči prekomerno trenje in s tem obrabo gibljivih delov. Če mažemo preveč, običajno povzročimo prekomerno segrevanje, kar ima ravno tako škodljive posledice. Zato moramo paziti na primerno količino maziva, ki ga vnesemo pri enkratnem doziranju.

2 Centralno mazanje

Centralno mazanje se je razvilo z namenom, da bi izločili iz procesa mazanja napake, ki jim botruje človek, in zmanjšali porabo maziva. Oboje ima za posledico nižje stroške. Najprej so se začeli centralni mazalni sistemi vgrajevati v proizvodnji avtomobilskih delov. Dandanes je centralno mazanje pogosto že serijsko vgrajeno v vrednejše stroje z nekaj 10 ali več mazalnimi mesti.

Branko Šimac, inž., Matej Tomšič,
univ. dipl. inž., oba HENNLICH,
d. o. o., Podnart

Centralni mazalni sistem imajo tudi stroji z manj mazalnimi mesti, ki pa potrebujejo večje in redne odmerke maziva. Centralno mazanje nudi redno in samodejno oskrbo mazalnih mest z mazivom, ne le za posamezne stroje in postrojenja, ampak tudi za obsežne tehnološke naprave.

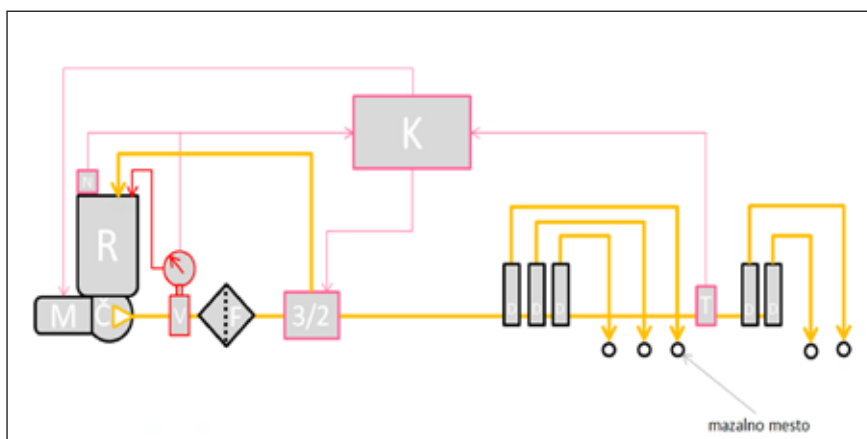
S centralnim sistemom mazanja zelo natančno časovno in količinsko odmerimo mazivo za mazalna mesta. Ker se mazivo prečrpa zaprto v ceveh, pride do mazalnega mesta čisto (ni kontaminirano z nečistotami). Tako imajo naprave s priključnim centralnim mazanjem običajno manj zastojev in daljšo življenjsko dobo od naprav, ki se mažejo ročno.

Pri izbiri pravega centralnega mazalnega sistema moramo analizirati:

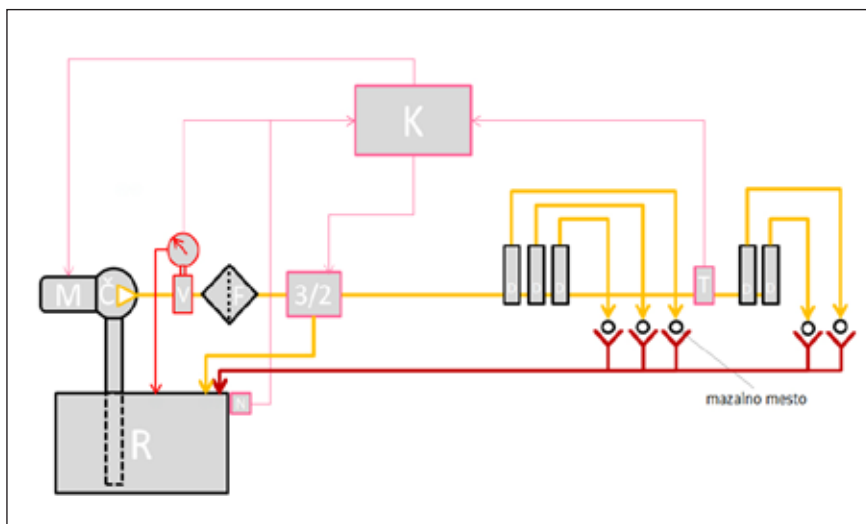
- čemu služi stroj in pod kakšnimi pogoji deluje ter kako nanj vpliva okolica,
- kakšne vrste so mazalna mesta in koliko jih je,
- kakšne so razdalje med mazalnimi mesti,
- katero mazivo se uporablja in kakšne so izkušnje; je to mazivo sploh primerno za prečrpavanje pod visokimi tlaki,
- kolikšna je bila dosedanja poraba maziva.

Ko smo to analizirali, lahko izberemo najprimernejši centralni sistem mazanja. Ta je največkrat sestavljen iz (glej *sliki 1 in 2*):

- rezervoarja (R),



Slika 1. Sistem s porabo maziva



Slika 2. Sistem s povratkom maziva v rezervoar

- črpalke (Č),
- varnostnega ventila (V),
- filtra (F),
- cevnega razvoda do razvodnikov,
- razvodnikov = dozirnih elementov (D),
- cevnega razvoda od razvodnikov do mazalnih mest,
- stikal oz. senzorjev za nivo maziva (N) oz. tlak (T) in
- krmilne enote (K).

Poznamo centralne mazalne sisteme, kjer se mazivo na mazalnem mestu porabi (slika 1), in sisteme, kjer se mazivo po uporabi vrne z mazalnih mest nazaj v rezervoar (slika 2).

Poznamo več vrst centralnih mazalnih sistemov, ki jih uporabljamo glede na zahteve stroja in želje uporabnika:

- enolinijski sistem,
- (enolinijski) progresivni sistem,

- večlinijski sistem,
- dvolinijski sistem,
- kombinirani sistemi.

V tem prispevku bomo bolj podrobno predstavili enolinijske sisteme centralnih mazanj in dve izvedenki v povezavi s komprimiranim zrakom. Enolinijskemu sistemu smo namenili glavno pozornost, ker je po lastnostih delovanja najbližji hidravličnim sistemom.

■ 3 Enolinijski sistem

Za delovanje enolinijskega sistema so potrebni cikli. Sistem se izmenično obremenjuje – črpalka (Č) dozira mazivo v cevni razvod in tlak narašča in razbremenjuje – črpalka se ustavi in sistem se razbremeni v rezervoar (R). Tako se ustvarjajo cikli. Ti sprožijo delovanje enolinijskih razvodnikov (D) (slika 1). V vsakem

ciklu dobi posamezno mazalno mesto eno dozo maziva. Cevni vod je lahko poljubno razvejan. Specifična lastnost tega sistema je (pri uporabi olj ali poltekočih maziv), da praktično vsa mazalna mesta istočasno prejmejo mazivo. Črpalka je največkrat zobniška električno gnana ali batna pnevmatsko gnana, redkeje batna, gnana z elektromotorjem ali elektromagnetom in še redkeje hidravlično gnana.

Čas doziranja in čas razbremenjevanja določimo s pomočjo kontrole tlakov s tlačnim stikalom (T) ali s časovnim relejem izkustveno na podlagi preizkusa delovanja sistema. Pri elektromotorno gnanih sistemih so tlačna stikala nujna.

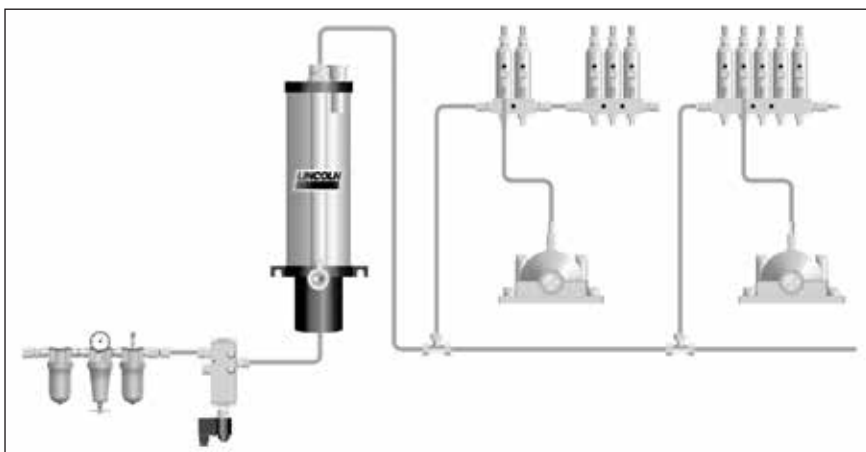
Pri manjših sistemih z batno črpalko črpalni bat naredi samo en hod in takrat dozira vso količino, ki jo potrebujejo mazalna mesta. Pri zobniških črpalkah in večjih pnevmatsko gnanih sistemih bat črpalke izmenično deluje, dokler ne zagotovi vse potrebne količine maziva oz. dokler ne zagotovi potrebnega tlaka.

Enolinijske sisteme lahko enostavno nadgrajujemo. Pri tem moramo paziti na kapaciteto črpalke in padce tlakov v cevnem razvodu.

Enostavnejši sistemi delujejo pri tlaku do 20 bar in največkrat samo z oljem. Manjši sistemi imajo razvodnike s fiksno količino olja, ki se dozira. Oskrbujejo nekaj 10 mazalnih mest na oddaljenosti do 10 m. Zmogljivejši sistemi delujejo tudi z mastjo do NLGI 2 pri tlakih tudi preko 400 bar. Na teh razvodnikih je možno dozirno količino zvezno regulirati. Oskrbujejo lahko 100 mazalnih mest na razdaljah, kjer so mazalna mesta na najdaljši veji oddaljena tudi preko 25 m.

3.1 Zmogljivejši enolinijski sistemi

Tovrstni sistemi delujejo tako z oljem kakor tudi z mastjo. Bistvena razlika je v velikosti črpalke in izvedbi razvodnikov. Črpalke morajo biti sposobne prenašati višje delovne tlake in dozirati več maziva, saj s temi sistemi oskrbujemo veliko mazalnih mest na večjih razdaljah.



Slika 3. Prikaz enostavnega enolinijskega sistema s pnevmatsko gnano batno črpalko



Slika 4. Primeri črpalk za zmogljivejši enolinijski sistem



Slika 5. Primeri nastavljivih razvodnikov

Običajno pri sistemih za olje uporabimo pnevmatske črpalke z razmerjem 20 : 1, pri sistemih za mast pa pnevmatske črpalke z razmerjem 50 : 1 ali pa hidravlično gnane črpalke. V obeh primerih imajo te črpalke že integriran 3/2 hidravlični ventil, ki omogoča obremenjevanje in razbremenjevanje sistema.

Zmogljivejši sistemi imajo običajno razvodnike, ki omogočajo mehansko nastavitve natančno določene količine (doze) maziva. Seveda imajo različni razvodniki različno območje nastavitve, ki sega od 0,01 cm³ do 10,00 cm³/cikel.

Pomembna lastnost teh sistemov je, da razvodnik potisne mazivo do

mazalnega mesta s tlakom, pri katerem se izvede cikel doziranja samega elementa. Zaradi te lastnosti so lahko mazalna mesta od razvodnika oddaljena tudi do 25 m.

3.2 Opis delovanja nastavljivih razvodnikov

Razvodniki, ki jih opisujemo, so sestavljeni iz (slika 6):

- vhod (P1) – dovod maziva,
- izhod (P2) – povezava do mazalnega mesta,
- batek (a),
- nepovratni ventil (b),
- merilna komora (c),
- stebelce za vizualno indikacijo (d),
- dozirna komora (e).

Čas doziranja

Mazivo, ki ga pod tlakom dozira črpalka, premakne batek (a) v razvodniku naprej. Pri tem procesu batek potiska količino maziva, ki se nahaja v dozirni komori (e) iz razvodnika skozi protipovratni ventil (b) v cev, ki vodi do mazalnega mesta. Istočasno se napolni merilna komora (c).

Čas razbremenjevanja:

Ko se začne sistem razbremenjevati (črpalka neha delati), tlak v dovodni cevi upade. Vzmet vrne batek v izhodiščno lego. V dozirni komori nastaja vakuum. Ko se odpre prehod med dozirno in merilno komoro, druga vzmet izvrši prenos maziva iz merilne v dozirno komoro. Razvodnik je pripravljen za ponoven cikel (slika 7).

4 Mazanje ležajev z mešanico olja in zraka

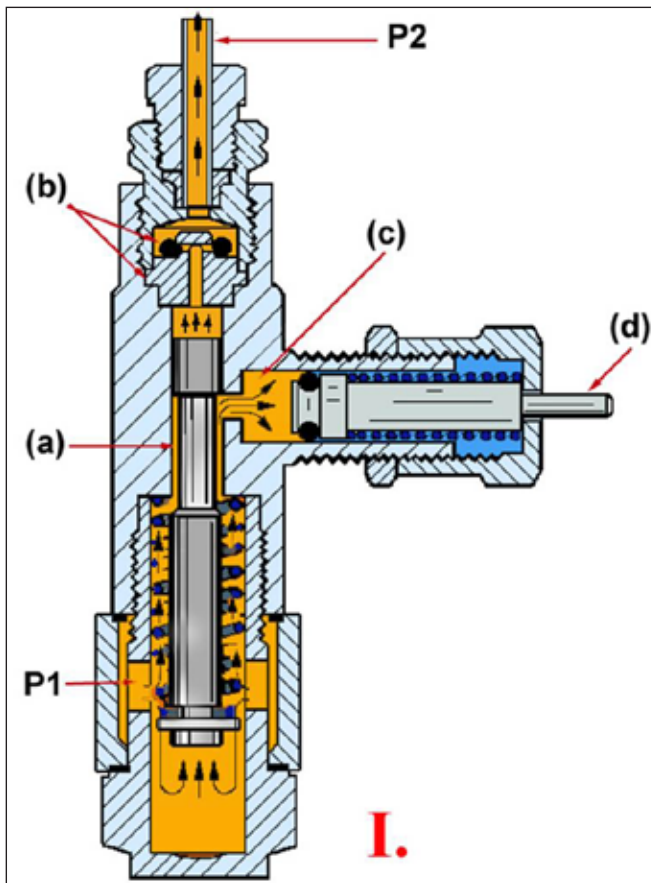
V tem primeru gre za mazalni sistem za mazanje ležajev, ki uporablja mešanico olja in zraka. Zrak je transportni medij za olje in istočasno hladilni medij, ki odvaja toploto iz ležajev. Zaradi zraka pri ležajih prihaja do nizkega tlaka, ki preprečuje vdor prahu v ležaj.

Najpogosteje se ta sistem uporablja pri mazanju hitro vrtečih se kotalnih ležajev delovnih valjev valjčnih mlinov, brusilnih kolutov in drugih naprav. Tam sta nujna odvajanje toplote in preprečevanje vdora prahu.

Elementi sistema olje-zrak (slika 8):

- regulator tlaka komprimiranega zraka (RT),
- zaporni ventil z regulacijo pretoka (Z+D),
- mešalna enota (ME).

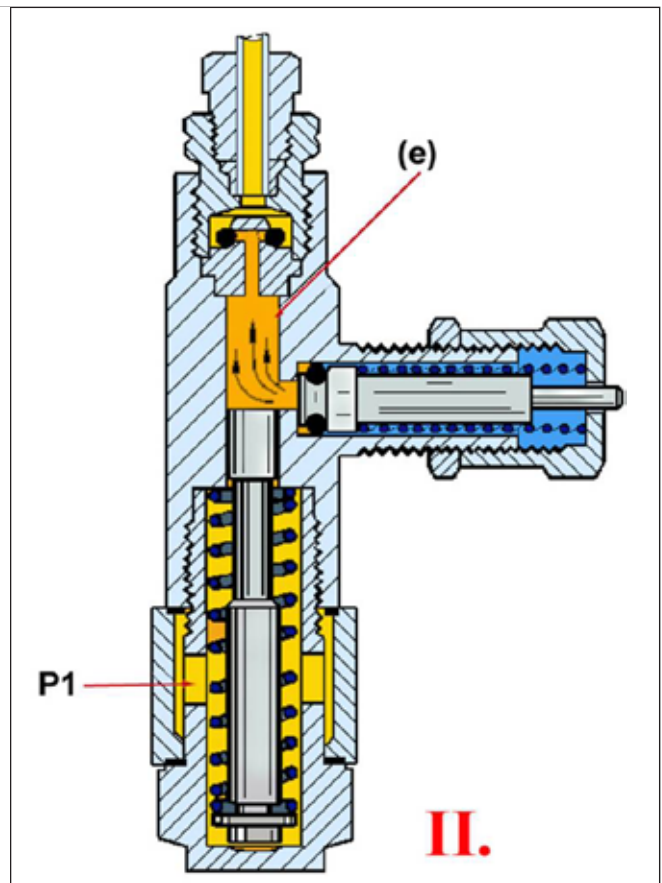
Oljni del sistema deluje v ciklih, značilnih za enolinijske sisteme. Olje se pod tlakom dovaja v prekat mešalne enote (ME). Tja se istočasno dovaja tudi komprimirani zrak. Tlak zraka reguliramo preko regulatorja tlaka (RT). Krmilimo preko zapornega elektromagnetnega ventila (Z). Med mazanjem je ventil stalno odprt. Skupna količina maziva, ki se dovaja do vseh ležajev, je odvisna od šte-



Slika 6. Čas doziranja

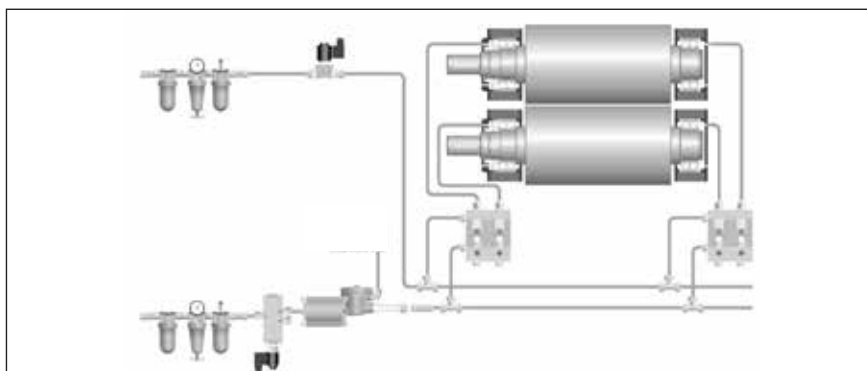
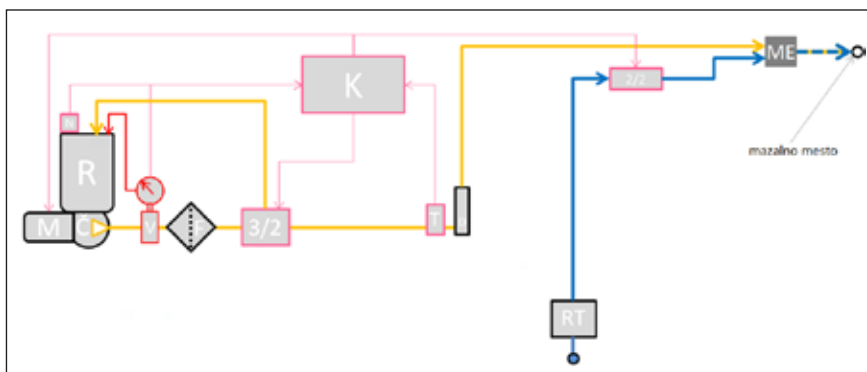
vila mazalnih ciklov, ki jih ustvarja črpalka, in od količine maziva, ki se dozira v posameznem ciklu. Količina zraka v ležajih se s pomočjo dušil-

nih ventilov (D) samostojno nastavi za vsak mešalni prekat. V mešalni prekat (ME) se olje črpa pulzirajoče vendar se mešanica do ležajev do-



Slika 7. Čas razbremenjevanja

vaja zvezno in homogeno. Opisana razporeditev omogoča samostojno in zelo natančno nastavitve količin dovedenega zraka in olja za vsako mazalno mesto posebej!

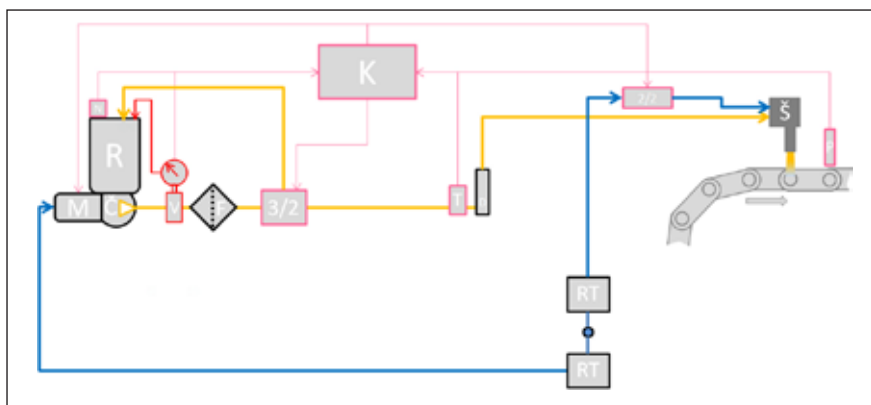


Slika 8. Prikaz sistema olje-zrak

5 Minimalno naoljevanje z mešanico olja in zraka na površine

Tovrstni mazalni sistem zagotavlja brezkontaktno mazanje. Komprimirani zrak trga kapljice olja in jih enakomerno in v tankem sloju nanaša na orodje, obdelovanec, verigo, zobnike, vodila ... ter orodje in obdelovanec hladi in hkrati čisti. V primerjavi z ostalimi rešitvami tu ni odpadnega olja ali povratka emulzije (slika 9)

Črpalka sesa olje iz rezervoarja (R). Ko dobi motor (M) črpalke ukaz, požene dozirni bat črpalke (Č), ki potisne – dozira – kapljico olja preko razvodnika (D) ali neposredno v šobo (Š). Olje, ki se ne meša z zrakom, se v posebni šobi (Š) v unikatni mešalni komori sreča s transportnim zrakom. Razporedi se po obodu šobe. Zrak je pod nizkim tlakom in služi le kot



Slika 9. Prikaz minimalnega mazanja s specialno šobo Orsco

transportni medij, ki potiska olje proti izstopu šobe in ga nato prenese na verigo. Zrak ne razpršuje olja v mikrokaplje, zato ne nastaja oljna megla kot pri drugih podobnih sistemih, kjer se uporablja komprimirani zrak. Zrak prenese olje v obliki srednje velikih kapljic na mazalno površino.

Razprševanje je lahko zvezno ali točkovno. V primeru točkovnega mazanja daje senzor pozicije (P) ukaz črpalki, kdaj mora šoba reagirati - dozirati, npr. v trenutku, ko je sornik verige pod šobo.

■ 6 Problemi pri dimenzioniranju oljnih sistemov

Težava pri projektiranju mazalnih sistemov je v tem, da pogosto zgoj računsko dimenzioniranje sistema ne da pričakovane rešitve. Proizvajalci ležajev kot tudi proizvajalci maziv v svojih katalogih podajo potrebne količine maziva za dana mazalna mesta v intervalih, odvisno od vrtiljav, tlaka, temperature in drugih vplivov okolja. Če upoštevamo samo podatke iz katalogov, običajno predimenzioniramo sistem. Predhodne izkušnje in dobra priprava na projekt so veliko vredne.

6.1 Napake pri projektiranju ali nastavitvah

Preveč mazanja: Povzroči segrevanje ležaja ter s tem povečano trenje in večjo obrabo ležaja.

- Izbrani preveliki razvodniki oz. razvodniki, nastavljeni na preveliko količino.

Premalo mazanja: Več trenja in s tem povezana večja obraba ležaja.

- Izbrani premajhni razvodniki oz. razvodniki, nastavljeni na premajhno količino.

Neenakomerno ali nezanesljivo delovanje:

- Interval obremenjevanja je prekratek ali pa je regulator tlaka zraka na črpalki nastavljen na prenizko vrednost (črpalka ne zagotovi dovolj tlaka). Zato tlak olja pri oddaljenih razvodnikih ni dovolj narastel, da bi premagal upor vzmeti in mazalnega mesta in premaknil batek. Razvodnik ne dozira ali ne dozira enakomerno.
- Interval razbremenjevanja je prekratek, dovodna cev je premajhnega preseka, ali pa je temperatura prenizka (olje se »zgosti«). Zato se oddaljeni razvodniki niso uspeli razbremeniti do konca in vzmet ni uspela vrniti batka v izhodiščno lego. Pri naslednjem ciklu se dozira premalo ali pa nič.
- Regulator tlaka zraka je nastavljen previsoko (črpalka »ustvari« previsok tlak) ali pa je varnostni ventil na izstopu iz črpalke nastavljen previsoko (ni ustreznega varovanja). Zato je tlak maziva v sistemu lahko previsok. Lahko počí cev ali pride do puščanja na spojih.
- Regulator tlaka komprimiranega zraka je nastavljen previsoko. Zato šobe tvorijo aerosole, to so mikrokaplje, ki lebdi v zraku in se ne usedajo na površino.
- Varnostni ventil na izhodu iz črpalke je nastavljen prenizko. Zato mazivo izhaja skozenj in tako v

sistemu ni zagotovljen zadosten tlak.

- Agresivna okolica. Zato komponente iz aluminija ali jekla korodirajo.
- Ni kontrole nivoja maziva v rezervoarju. Stroj lahko zato deluje brez mazanja, črpalka pa lahko poseša zrak in ne bo delovala, dokler sistema ne bomo odzračili tudi po ponovni napolnitvi rezervoarja z mazivom.
- Ob montaži sistem ni bil napolnjen z mazivom. Cevi so prazne. Dokler črpalka ne napolni cevovoda (kar je lahko več kot mesec), mazalna mesta niso mazana.
- Zamašena mazalna mesta so neprehodna za mazivo in niso namazana.
- Napačno izvedena mazalna mesta, npr. sorniki, nimajo vrezanega mazalnega kanala, ležaji so neprodušno zaprti. Tako ni prehoda za iztrošeno mazivo.

6.2 Uporaba neustreznega maziva

- Olje je pregosto ali pa je v sistemu uporabljena mast, ki tega ne podpira. Zato črpalka ne črpa ali razvodniki ne delujejo oz. se sistem ne razbremeni.
- Neprimerno mazivo za prečrpavanje pod tlakom. Zato se začnejo iz maziva izločati trdni delci, ki se naložijo v cevi in zmanjšajo oz. zaprejo presek (sedimentacija).
- Preveč vroča okolica. Zato lahko izparijo lažje hlapljive komponente, medtem ko se težje hlapljive naložijo na obodu cevi in zmanjšajo oz. zaprejo presek cevi.
- Nečistote v mazivu lahko blokirajo delovanje črpalnega elementa ali razvodnika. Zato lahko nepovratni ventil pušča in ne zagotovi zadostnega tlaka.

6.3 Iztrošenost komponent, poškodbe

- Stisnjena cevna napeljava. Zato je slabše oz. neprehodna za mazivo.
- Prekinjena cevna napeljava. Zato mazivo izteka v okolico.

- Poškodovano ustje šobe. Zato neenakomerno prši.
- Protipovratni ventil je ohlapen. Zato prepušča mazivo tudi v povratni smeri in črpalni ali dozirni bat ne ustvari zadostne količine in tlaka.
- Črpalni bat se iztroši. Zato del maziva zdrsi ob batu nazaj v rezervoar in v sistemu ni zadosti tlaka.
- Dozirni bat se iztroši. Zato uha-ja mazivo od dozirnem batu iz dozirne komore nazaj v dovodni cevovod namesto na mazalno mesto.
- Iztrošijo se tesnila pnevmatskega motorja. Zato črpalka ne uspe »zagotoviti« ustreznega tlaka v sistemu.

7 Zaključek

V prispevku smo podrobneje opredelili pojem centralnega mazanja, opisali glavne komponente in našli večino obstoječih centralnih mazalnih sistemov. Nekoliko podrobneje smo pregledali načine uporabe olja kot mazalnega medija v različnih sistemih (olje-zrak, minimalno naoljevanje, enolinijski sistem) in težave, s katerimi se lahko projektant oz. uporabnik sooči pri določenem projektu.

Pri pripravi projekta in navodil za uporabo se velja potruditi. Saj prava izbira mazalnega sistema in pravilna količina maziva pripomoreta k

povečanju življenjske dobe tornih površin. S pravilnim rokovanjem dosežemo, da bo sistem deloval tako, kot je predvideno. Oboje seveda ugodno vpliva na stroške vzdrževanja in zanesljivost delovanja stroja, pri katerem se uporablja centralno mazanje.

Literatura

- [1] SLOTRIB 2012 - SPLOŠNO O CENTRALNEM MAZANJU, B. Šimac, M. Tomšič,
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_lubrication_system.
- [3] Interna literatura podjetja HENLICH, d. o. o.

Central lubrication–Single line system

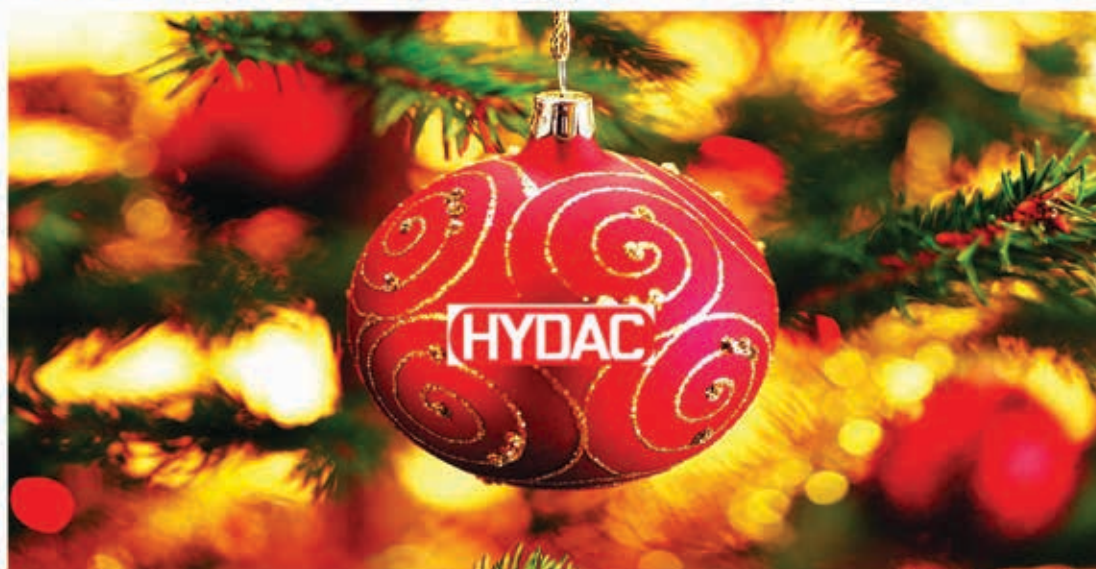
Abstract: Lubrication is the process where the moving parts are supplied with lubricant in order to reduce friction and temperature. Lubricants thus facilitate the movement and prevent damage to surfaces. With proper lubrication, the life of the friction surfaces is increased, which has a positive impact on the cost of maintenance and reliability of the machine.

In the single line central lubrication system, oils of various viscosities are used the most commonly. For the proper operation of the single line system, cycles are needed. The system alternates between strain (the pump is dosing oil and pressure rises) and relief (the pump stops and oil is relieved into a reservoir). The described cycles trigger the operation of the single line system injectors. In each dosing cycle, single line injectors distribute one dose of lubricant at each lubrication point.

In this article, the errors that occur due to improper lubrication system design, post-processing, deterioration of components or the use of improper lubricant will be described.

Key words: lubrication, pump, single line system, single line injector, grease, oil, lubrication point

SREČNO IN USPEŠNO 2013



HYDAC D.O.O., Zagrebska 20, SI – 200 Maribor, Tel: +386 2 460 15 20, Fax: +386 2 460 15 22, E – mail: info@hydac.si, www.hydac.si