

SERBIATRIB`07
10th International Conference on Tribology
and
WORKSHOP`07
Sustainable Development in Industry by Apply Tribology Knowledge

**OBEZBEĐENJE TRAJNOG PODMAZIVANJA LEŽAJEVA VALJKA
TRAKASTOG TRANSPORTERA OBLIKOVANJEM ZAPTIVAČA**

**THE SAFE-GUARD CONTINUALY LUBRICATION BEARING IN
STRIP TRANSPORTATION EQUIPMENT BY SEAL FORMING**

Dr **Svetislav Lj. Marković**, profesor, Viša tehnička škola Čačak,
Prof. dr **Slobodan Tanasijević**, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta u Kragujevcu,
Prof. dr **Svetislav Jovičić**, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta u Kragujevcu, Sestre
Dr **Radovan Ćirić**, profesor, Viša tehnička škola Čačak,

Rezime: *Podmazivanje ležajeva valjka trakastog transportera je trajno i izvodi se prilikom montaže punjenjem mašću. Uloga pomazivanja je da smanji otpor trenja kotrljanja, olakša relativno pomeranje prstenova, zaštiti ležaj od prodora stranih tela i olakša zaptivanje. Da bi vek ležišta bio što duži neophodno je da se spreči, sa jedne strane, izlaženje maziva, a sa druge, prodor prašine i vlage. To su razlozi što se zaptivanju ležajeva posvećuje velika pažnja i teži pronalaženju optimalnog konstruktivnog rešenja. Način zaptivanja zavisi od prilika u kojima ležaj radi. Zaptivanje ležajeva valjka trakastog transportera u rudniku uglja izvedeno je sistemom labirinata.*

Ključne reči: *zaptivanje, oblikovanje, ležaj, valjak, trakasti transporter, labirinti.*

1. UVOD

Valjci transportne trake su uređaji koji služi za nošenje trake na čitavoj njenoj dužini, sa teretom ili bez tereta, kao i za usmeravanje pravca njenog kretanja. Mogu biti izrađeni od čelika, livenog gvožđa, gume, plastičnih masa... Predstavljaju veoma važan deo transportera, jer od njihovog rada zavisi otpor kretanju trake i njena trajnost [1]. Traka se kreće po valjcima, koji se preko ležajeva okreću oko nepokretne osovine. Valjci se obično postavljaju u valjčani slog, koji može imati dva, tri ili više valjaka. Valjci su u slogu međusobno zglobno povezani. Deo trake koji ne nosi teret oslanja se na povratne valjke.

Prema nameni valjci mogu biti: noseći, povratni i specijalni.

Što se podmazivanja tiče, postoje dva tipa valjaka:

- valjci sa periodičnim podmazivanjem, i
- valjci sa trajnim podmazivanjem.

Izuzetno veliki značaj za rad transportera ima način zaštite ležajeva od prodiranja spoljne prašine i vlage. Zaptivanje rudarskih transportnih sredstava izvodi se pomoću labirinata, zaptivnih prstenova i kombinovano. Najefikasnije su se pokazalo zaptivanje sistemom od dva labirinta. Glavni ciljevi zaptivanja su obezbeđenje stalnog podmazivanja i sprečavanje prodora vlage i prašine, čime se radni vek ležaja, a samim tim i valjka povećava.

2. ZAPTIVANJE

Zaptivanje nije samo značajan tribološko-eksploatacioni regulator, već i veoma važan element mašinskog sistema, zato što od radne sposobnosti zaptivnih sklopova zavisi pouzdanost sistema u celini [3]. Pri otkazu zaptivanja, u mnogim slučajevima, ne realizuje se samo princip funkcionisanja mašinskog sistema, ili povećava verovatnoća havarije, već se može ugroziti i sigurnost ljudi.

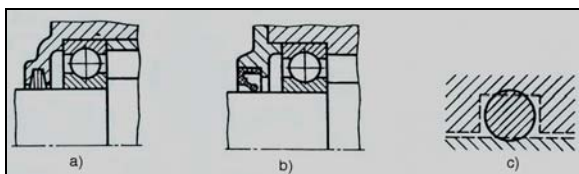
Zaptivanje je, u najširem smislu, način razdvajanja raznolikih sredina, različitih po svojim prirodnim i fizičkim svojstvima. Najčešće je to razdvajanje elemenata i sklopova mašinskog sistema od okruženja, sprečavanje i smanjenje, do dopuštenih granica, isticanja sredina kroz zazore elemenata sistema. Zaptivanje se vrši tehnikom zaptivanja i zaptivnim sklopovima, a konačni cilj je hermetizacija elemenata, sklopova ili mašinskih sistema u celini, odnosno nepropustljivost za tečnosti, gasove ili tvrde faze disperzionih sistema.

Današnji, visoko dostignuti nivo razvoja zaptivnih sredstava i pojava mnogih specijalizovanih proizvođača pruža konstruisanju široku lepezu mogućeg izbora. Zaptivni sklopovi mašinskih sistema u skladu sa prirodom trenja i habanja mogu se deliti po sledećim obeležjima: po postojanju relativne brzine između spregnutih površina, po karakteristikama relativnih brzina, po prisustvu trenja u zoni sprežavanja. Najvažnija je podela zaptivnih sklopova na kontaktne i bezkontaktne sa klasifikacionim obeležjem postojanja trenja u zoni kontakta.

Kontaktne zaptivanja su pretežno zastupljena u tehnici i njihova nepropustljivost za razdvojene sredine se obrazuje putem spregnutih elemenata. Hermetizator (zaptivka) je osnovni element kontaktnih zaptivanja koji:

- obrazuje barijeru razdvajanja hermetizovane i sredine okruženja;
- obrazuje nepropustljivi kontakt spregnutih elemenata;
- obezbeđuje malo trenje pri pomeranju jednog elementa u odnosu na drugi i dovoljnu otpornost na habanje hermetičke sprege.

Klasični kontaktni zaptivači (slika 1 [3]) su: filcni zaptivači (a), manžetni zaptivači (b) i O-zaptivači (c).



Slika 1. Klasični kontaktni zaptivači

Specijalizovani proizvođači zaptivnih sredstava proizvode danas mnoštvo različitih kvalitetnih zaptivnih sklopova. Tako, na primer, firma *Cannigs Seals* proizvodi zaptivne sklopove rudarske opreme za pritiske do 70 MPa. Firma

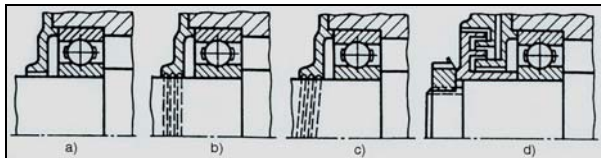
Dowty Seal Ltd zaptivke T-preseka za pritiske do 35 MPa, temperature do 135⁰C, brzine klizanja do 1 m/s i zaptivke tipa VS za hidrocilindre, pritiska do 35 MPa, temperature do 250⁰C i brzine klizanja do 7 m/s. Specijalizovani proizvođač *Green i Tweed* proizvode manžetne zaptivače za klipove i klipnjače neznatnog habanja čak i posle 500 hiljada ciklusa rada.

Savremena stremljenja u razvoju zaptivnih sklopova najviše su usmerena na iznalaženju materijala za hermetizaciju, koji sa jedne strane moraju posedovati osobine lakog deformisanja da bi maksimalno ispunili mikroneravnine na kontaktnim površinama. Sa druge strane, moraju biti dovoljno čvrsti i kruti, otporni na habanje i izdržljivi na starenje. Zahtevi su protivrečni i na žalost ni jedan od savremenih tehničkih materijala ne odgovara pojmu "idealno hermetizujućeg materijala".

U drugoj polovini XX veka, u nauci o materijalima, razvijena je koncepcija zamene prostih materijala, koji u mašinstvu izvršavaju samo jednu funkciju, višefunkcionalnim i aktivnim materijalima, koji reaguju na delovanja fizičke, hemijske ili biološke prirode na sprežavanje materijala i sredina. Vrh piramide tako koncipiranih materijala su takozvani "pametni" materijali čija aktivnost samoregulisanja zavisi od stanja spregnutih sredina. "Pametni" hermetizujuć elementi mogu učiniti revoluciju u rešavanju problema zaptivanja i hermetizacije. Danas su najbliže shvatanju pojma "pametni materijali za hermetizaciju" novi kompozitni materijali čija struktura dozvoljava regulisanje na nekoliko nivoa i čije komponente aktivno utiču kako na strukturu samog materijala tako i na hermetizovanu sredinu u kontaktu. Takvi su, na primer, materijali koji dugotrajno održavaju postojano električno polje, magnetno osetljivi materijali i drugi. Razvoj mašinstva potvrdio je visoku efektivnost kontaktnog zaptivanja na osnovu polimera i metala kao jednog od osnovnih sredstava hermetizacije.

Karakteristika bezkontaktnih zaptivnih sklopova je nezatno mali moment trenja izazvan viskoznošću vazduha ili maziva lociranog u zazorima sklopa. Zbog toga se dovoljno složene konstrukcije bezkontaktnog zaptivanja primenjuju u slučajevima kada je moment trenja kontaktnog zaptivanja suviše veliki. Postojanje zazora između kontaktnih površina smanjuje efektivnost zaptivanja i zato se bezkontaktno zaptivanje češće primenjuje pri podmazivanju mastima, a ređe pri podmazivanju uljima.

Osnovni tipovi bezkontaktnog zaptivanja za rad u uslovima odsustvovanja povremenog pada pritiska prikazani su na slici 2 [3]. Većina ovakvih zaptivnih sklopova je nestandardna i njihove dimenzije bira konstruktor. Prostije konstrukcije mogu biti korišćene pri nevelikim zagađenjima sredine okruženja mašinskih sistema.



Slika 2. Bezkontaktni zaptivači

Prosto zaptivanje sa malim zazorom poklopca (a) dovoljno je za čista atmosferska okruženja. Efektivnost zaptivanja, posebno pri podmazivanju mastima, značajno se povećava ako se na poklopcu odnosno kućištu urežu cilindrični (b) ili zavojni (c) žljebovi, efikasni samo pri jednom smeru obrtanja vratila. Najčešće korišćeni su labirintski zaptivači (d) čiji je princip zaptivanja zasnovan na naizmeničnom proticanju maziva kroz manje i veće zapore čime se smanjuje njegova kinetička energija, sprečava isticanje, ali i prodiranje zagađivača.

Značaj zaptivanja i široka ponuda zaptivnih sklopova zahtevaju detaljnu analizu pre konačnog izbora [2]. Pri tome se u fazi formiranja konstrukcije uzimaju u obzir:

- predviđeni režimi rada mašinskog sistema (opterećenja, temperature, brzine klizanja),
- svojstva radnog okruženja (vlažnost, atmosferski pritisak, temperatura mržnjenja i kapanja, zagađenost, moguće temperature...),
- svojstva materijala spregnutih triboelemenata (čvrstoća, zamorna i relaksaciona svojstva, toplofizička svojstva...),
- konstrukcione karakteristike sistema na mestima gde se predviđa zaptivanje (oblik, konfiguracija, toplofizička svojstva, uslovi hlađenja i podmazivanja, saosnost, topografija kontaktnih površina...),
- eksploatacija mašinskog sistema (monitoring, održavanje, zamena maziva...),
- fizičko-hemijski procesi u zoni kontakta (izmena strukture i svojstava materijala, izmena geometrije usled habanja, deformacije...).

Zaptivanje je značajan eksploataciono-tribološki regulator, ali samo u uslovima dobrog izbora tehnike zaptivanja, zaptivnih sklopova, pravilne montaže i ispravnog održavanja.

2. OBLIKOVANJE VALJKA

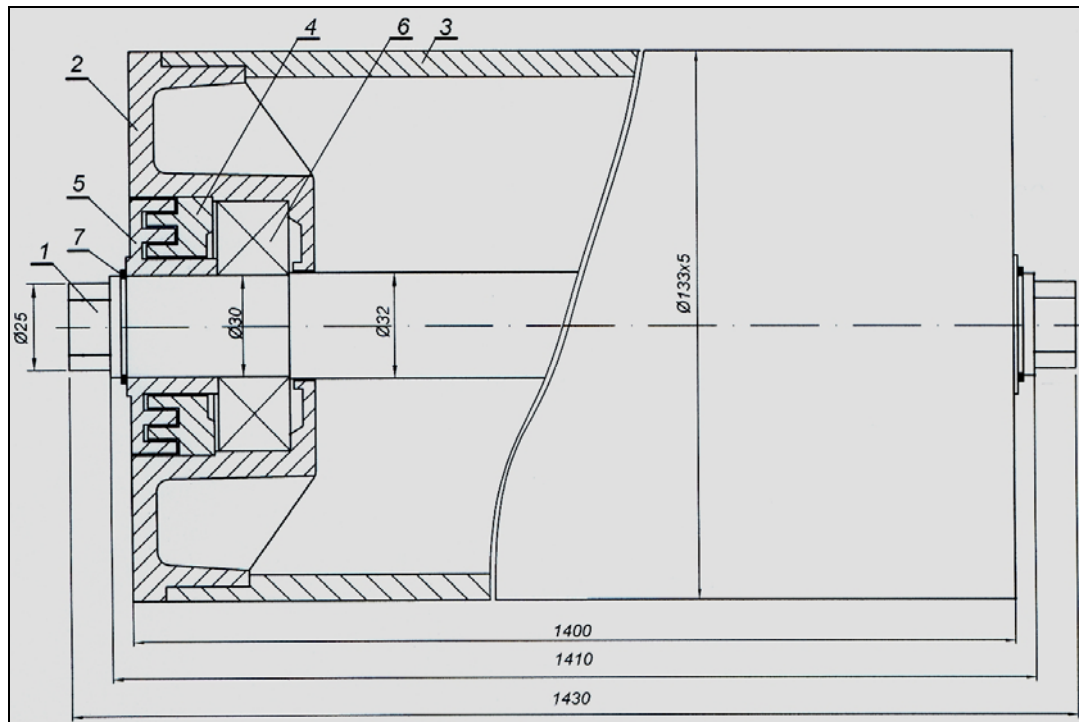
Valjke treba oblikovati tako da budu što jeftiniji, sa što manjom težinom i da budu dugotrajni. Optimalni prečnik valjka se bira u zavisnosti od brzine i širine trake, pogodnosti montaže, načina zaptivanja i podmazivanja, tipa valjka... Prečnik valjka najčešće je definisan standardnim nizom prečnika čeličnih cevi: 89, 108, 133 i 159 mm. Dužinu valjka određuje njegova obloga, zavisno od oblika valjčanog sloga i širine trake, u rasponu od 250 do 1600 mm. Pri izradi novih valjaka proračunava se opterećenje valjka, prečnik osovine i vrši izbor ležajeva. Kao polazni podaci služe: kapacitet transportera, brzina trake, širina trake.

Valjak PG Ø133x1400 mm spada u grupu povratnih golih valjaka. Primjenjuje se na trakastom transporteru na dopremi uglja. Slog povratnog valjka se sastoji od dva valjka međusobno zglobno povezana. Valjak (slika 3) se sastoji od nepokretne osovine (1), kućišta (2), cevaste obloge (3), sistema labirinata (4 i 5), ležajeva (6) i prstenastih uskočnika (7). Na nepokretnoj osovini (1) postavljeni su SKF jednoredi radijalni kuglični ležajevi 6306. Podmazivanje ležajeva je trajno i vrši se prilikom montaže punjenjem mašću [1]. Uloga pomazivanja je da smanji otpor trenja kotrljanja, olakša relativno pomeranje prstenova, zaštiti ležaj od prodora stranih tela i olakša zaptivanje. Da bi vek ležaja bio što duži neophodno je da se spreči, sa jedne strane, izlaženje maziva, a sa druge, prodor prašine i vlage. To su razlozi da se vrši zaptivanje ležajeva. Način zaptivanja zavisi od prilika u kojima ležaj radi. Zaptivanje ležajeva vrši se sistemom labirinata (4 i 5). Unutrašnji labirint je čvrsto vezan sa kućištem, a spoljašnji sa osovinom i uklapaju se jedan u drugi.

Između labirinata je zazor od 0,5-0,75 mm. Veoma je važna tačnost izrade i montaže labirinata, koji pri malim zazorima moraju imati minimalni otpor rotiranju valjka. Labirinti su od aksijalnog pomeranja osigurani pomoću elastičnog uskočnika. Ležajevi i labirinti su postavljeni u kućište koje je upresovano u oblogu (cev) i jednim delom svoje dužine učestvuje u ukupnoj dužini valjka. Obloga je čelična cev standardnog prečnika. Prikazani valjak odlikuje se pouzdanom konstrukcijom i sigurnom zaštitom ležajeva zaptivanjem labirintima, čime se obezbeđuje stabilnost u radu i dug radni vek valjka. Konstrukcija valjka je

demontažna. Materijal, standardi delova i preporučena naleganja definisana su

konstruktivnom dokumentacijom.



Slika 3. Povratni valjak PG Ø133x1400 mm

3. ODRŽAVANJE VALJKA

Na trakastim transporterima vrše se svakodnevni, sedmični, mesečni pregledi i godišnji remont. Pregledi i remont uključuju proveru tehničkog stanja svih uređaja i konstrukcija, popravku istih sa ciljem da se uspostave prvobitne eksploatacione karakteristike, obezbedi tehnička sigurnost, kompletno podešavanje i regulisanje svih uređaja transportera. Stanje valjaka se proverava vizuelno i sluhom. Svi valjci bi trebalo da se nesmetano okreću, da ne zapinju za konstrukciju, da rade mirno i bez šumova [1]. Takođe, treba proveriti da nema curenja (isticanja) masti, što nije dozvoljeno. Ukoliko se bilo koji od ovih nedostataka primeti, valjci se demontiraju iz sloga i vrši se njihov remont.

Dijagnostika delova valjka vrši se posle njihove demontaže. Zadatak dijagnostičara je da na licu mesta, metodima merenja i vizuelno, utvrdi koji su delovi oštećeni i koliki je stepen oštećenja. Ukoliko dođe do oštećenja ležaja, treba ga zameniti novim. Oštećenja osovine se obično saniraju reparaturnim navarivanjem i obradom na odgovarajuću meru. Kada dođe do curenja masti treba proveriti labirinte i njihove međusobne zazore. Takođe, treba proveriti stanje obloge i kućišta.

4. ZAKLJUČAK

Pravilnim oblikovanjem zaptivača može se, u znatnoj meri, produžiti radni vek ležajeva. Ova konstatacija posebno dolazi do izražaja kod rudarske opreme (u radu je to ilustrovano na primeru povratnog valjka trakastog transportera u rudniku uglja), koja radi u izuzetno nepovoljnim uslovima. Pored stalnog prisustva prašine i drugih nečistoća, kod ovakvih konstrukcija bitno skraćenje radnog veka uzrokuje i to što rade na otvorenom, sa velikom vlažnošću, pri visokim i niskim temperaturama okoline... Rešenje zaptivanja sa sistemom labirinata pokazalo se kao uspešno.

5. LITERATURA

- [1] IVKOVIĆ, D.: *Stručni izveštaj*, PK "Gračanica", Gacko, BiH.
- [2] MARKOVIĆ, S., *Održavanje mašina i opreme*, Viša tehnička škola, Čačak, 2006.
- [3] TANASIJEVIĆ, S., *Tribološki ispravno konstruisanje*, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2004.