

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

**KONSTRUKCIJA DIJELOVA PUŽNIH PRESA KAO MOGUĆI
RAZLOG TRIBOLOŠKIH GUBITAKA U ULJARI**

Dr. sc. Vlatko Marušić, Strojarski fakultet Sl. Brod; vmarusic@sfsb.hr;
Drago Drame, tehn.; Slavko Stojanović, Student-apsolvent Strojarskog fakulteta, Slavonski Brod

**CONSTRUCTION OF PARTS OF WORM PRESS AS POSSIBLE CAUSE OF
TRIBOLOGICAL LOSS IN ONE OIL FACTORY**

Sažetak: Na primjeru pužnih presa za cijeđenje ulja izvršene su analize tribosustava višegodišnjim praćenjem stanja u Uljarama. Utvrđeno je da se na presama novije konstrukcije puno brže pojavljuje pad iskorištenja instaliranog kapaciteta kao posljedica izraženih lokalnih oštećivanja dijelova trošenjem. Najvjerojatniji uzrok se nalazi ne samo u materijalima (zaštitnim slojevima) tribopara nego i u neadekvatnom konstrukcijskom rješenju dijelova presa.

Ključne riječi: tribološki gubici, uzroci, izbor materijala, konstrukcija dijelova

Abstract: On worm press example for draining oil analyses of tribosystems have been performed by multi annual state monitoring in Oil factories. It has been established that on new presses in way of design decrease of usage of installable capacity appears more often as result of expressed local damages of parts by wear-out. Most probably cause appears not only in materials (protection layers) of tribopair but in not adequate design solution of press parts as well.

Key words: tribological loss, causes, materials selection, design of parts

1. UVOD

Do otkaza odnosno prestanka funkcionalnog rada dijelova i opreme može doći uslijed loma (havarije) i uslijed trošenja. Dok je havarija posve nepredvidiv-najčešće trenutčan slučaj, dotle je trošenje materijala uglavnom postupno ali ipak limitirajuće za vijek trajanja dijelova.

Niz je primjera u praksi, pogotovo u procesnoj industriji (uljare, šećerane, prerada duhana, cementare...) u kojima se trošenje dijelova ne može izbjeći zbog činjenice da prerađivani medij u sebi sadrži abraziv. Kao eklatantan primjer tribosustava u kojemu je trošenje neminovno ističu se pužne prese za cijeđenje ulja iz visokouljnog sjemenja (uljana repica i pogotovo suncokret koji dominira na našim prostorima [1]). Ljuska suncokreta u strukturi

svoje građe sadrži čestice $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$, abraziv tvrdoće ≈ 6 po Mohsu [2], odnosno preko 1100 HV. Ljuštenju suncokreta i kondicioniranju mliva treba poklanjati punu pažnju [3].

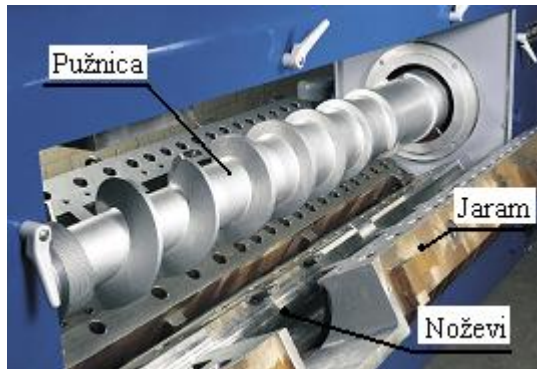
Prethodnim ispitivanjima presa starije konstrukcije, na postrojenjima ugrađenim 60.-tih i 70.-tih godina p. v. (oprema Njemačka, Engleska i Ruska) utvrđeno je da su samo radni dijelovi presa (noževi cjedilne korpe i pužni segmenti) izloženi abrazijskom trošenju [4]. Nosivi dijelovi presa nisu bili izloženi intenzivnijem trošenju u radu.

Praćenjem stanja na presama novije izvedbe (ugradnja 2002.) utvrđeno je da efikasnost rada puno brže opada nego je to za očekivati prema projektiranom vijeku dijelova (originalnom tehničkom dokumentacijom deklarirano je da se radni dijelovi presa trebaju mijenjati nakon 7.200 sati rada). Pad iskorištenja instaliranog

kapaciteta prešaone zbog prevelikog udjela čestica mliva u iscijeđenom ulju (i do 10%)

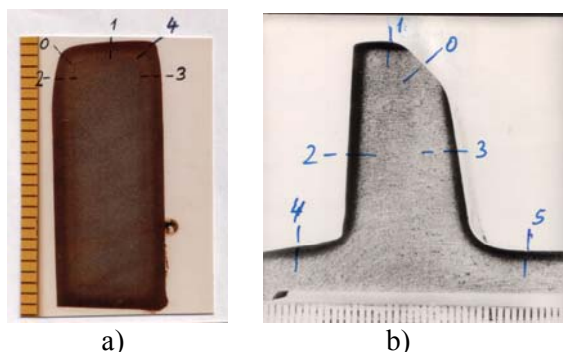
2. REZULTATI PRETHODNIH SNIMANJA STANJA

Izgled otvorene pužne prese prikazan je na sl. 1.



Slika 1. – Otvorena pužna presa

Istraživanjima na presama starije konstrukcije utvrđeno da su pri radu intenzivnom trošenju izloženi noževi cjedilne korpe i segmenti pužnice (slika 2). Dimenzionalnom je kontrolom utvrđeno da su trošenju najizloženiji gornja radna ploha i napadni brid noževa (slika 2.a) te napadni brid i nešto manje gornja radna ploha pužne zavojnice (slika 2.b). Ostale površine se neznatno troše tijekom rada.



Slika 2. Karakteristični poprečni presjek radnih dijelova prese nakon istrošenja uporabom a) nož cjedilne korpe, b) pužni segment

Snimanjem radnih površina utvrđeno je da je dominantni mehanizam trošenja selektivna abrazija [5], pri čemu se zaštitni slojevi troše tim manje i sporije što je veći udjel karbida (karbonitrida) tvrdih od abraziva. Bitno je da ti nositelji otpornosti trošenju budu čim ravnomjernije raspoređeni u što žilavijoj matrici[5]. Treba napomenuti da su na presama za predpresanje tip KP (kapaciteta $\approx 50t$ /dan)

razlog je da se pristupilo detaljnijoj analizi tih presa ali i oštećivanja jarmova na kojima se noževi slažu u cilju formiranja cjedilne korpe. nakon 30-tak i više godina rada, te na presama za završno presanje tip RD nakon 20-tak godina rada zamjećena oštećenja jarmova na koje se slažu noževi u cilju formiranja cjedilne korpe. Na tim je presama, sredinom prošlog desetljeća, uspješno provedena sanacija navarivanjem sloja dodatnog materijala te naknadna strojna obrada radi postizanja zahtijevanih geometrijsko – dimenzijskih karakteristika. Pri radu s novim noževima udjel sitnih čestica mliva u iscijeđenom ulju se kreće oko 2%, a s istrošenjem noževa taj udjel raste. To se mlivo iz ulja odvaja uglavnom u dekanteru i potom vraća u prese. Što je veći njihov udjel to je iskorištenje kapaciteta presa manje.

3. KONTROLA OŠTEĆENJA JARMOVA

Na pužnim presama novije konstrukcije, ugrađenim 2002.g., već nakon 2÷3 godine rada uočeno je da dolazi do intenzivnog pada efikasnosti rada presa i nakon kraćeg perioda rada sa novim radnim dijelovima (pogotovo noževima plašta košare). Izvršeno je snimanje stanja te je utvrđeno slijedeće:

- pužni segmenti se troše kao i na presama starije konstrukcije,
- dio noževa plašta košare se troši intenzivnije te izrazito neposredno prije noževa čistača, i to ne samo napadni nego i zadnji brid noža,
- jarmovi su oštećeni cijelim obodom na mjestu kontakta s donjim bridovima noževa te lokalno izrazito trošenjem neposredno prije grebača – čistača.

Izgled oštećenja jarmova prikazan je na slici 3, a oštećenje jarmova po cijelom obodu i izrazito prije noževa čistača na slici 4. Pregledom jarmova cjedila uočeno je da ta oštećenja imaju neujednačene vrijednosti. Upotrebom mjernog sata (oznake H5/R4/3C, preciznosti 0,01 mm) montiranog na „glavu“ stroja VPG (Vegamill SL 236) utvrđeno je da lokalna utisnuća dosežu vrijednosti 0,6 mm, ali je uočeno i mjestimično istiskivanje materijala do $\approx 0,2$ mm (u odnosu na idealni promjer jarma). Zapaženo je da su oštećenja izraženija na dijelu jarma bliže noževima čistačima (‘‘grebačima’’). Najizraženija su između predposljednjeg i posljednjeg noža prije čistača: vizualno se uočava da su utori ne samo duboki (do 1 mm) nego i da njihova širina doseže i 4 do 5 mm.

Takav oblik oštećenja može se pripisati abrazivnom djelovanju čestica mliva koje su s uljem intenzivno prolazile između istrošenih noževa. Oštećenja po ostalom dijelu jarmova uglavnom su nastala kao posljedica utiskivanja noževa u površinu jarmova.

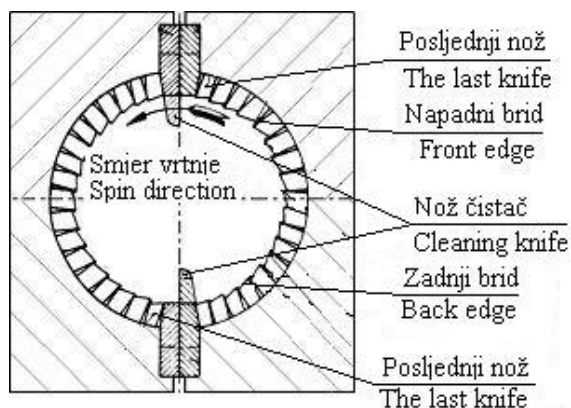


Slika 3. – Oštećena cjedila EP prese



Slika 4.- Oštećenje jarmova po cijelom obodu i izrazito prije noževa čistača

Na slici 5 shematski je prikazan karakteristični položaj noževa poslagnih na jarmove u cilju pravilnog formiranja cjedilne korpe. Treba uočiti da je u pravilno formiranoj cjedilnoj korpi zadnji brid noža obavezno višji od napadnog (prednjeg) brida slijedećeg noža pa se mlivo tjerano pužnicom «kreće niz dlaku». U uvjetima ovako oštećenih jarmova nemoguće je izvršiti geometrijski pravilno slaganje nove garniture noževa na mjesto istrošenih.



Slika 5. Pravilno formirana cjedilna korpa, shem.

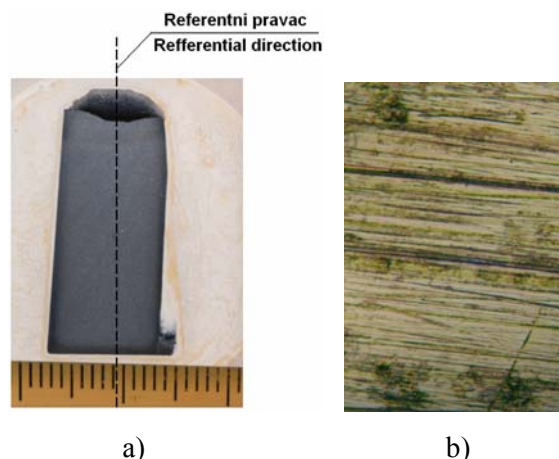
Tvrdoća jarmova kontrolirana je pomoću prijenosnog uređaja „Integrated Hardness Tester TH 134“, a izmjerene vrijednosti se kreću od 170 do 210 HV. Analizom osnovnog materijala cjedila utvrđeno je da on po kemijskom sastavu odgovara ČL 3134 odnosno prema DIN 17006: GS-20Mn5 (Wn 1.1133).

4. OŠTEĆENJE NOŽEVA

U cilju stjecanja uvida u moguće razloge oštećivanja jarmova izvršen je vizualni pregled cijele „garniture“ noževa. Karakteristični poprečni presjek istrošenog noža nakon uporabe prikazan je na slici 6.a., s označenim referentnim pravcem za kontrolu toka tvrdoće HV1. Na slici 6.b prikazani su tragovi trošenja koji, obzirom na uočljive pore, jamice i brazde, ukazuju na to da se radi o trošenju selektivnom abrazijom. Noževi su izrađeni sa zaštitnim slojem dodatnog materijala Fe-Cr-Ni-Nb na osnovnom materijalu u klasi Č1530 (Ck45). Kontrolom tvrdoće gornje (radne) površine po cijeloj dužini noža (300 mm) utvrđeno je da se one kreću od 51 do 57 HRC. Rezultati mjerenja HV1 po poprečnom presjeku noža prikazani su u tablici 1. Na temelju tih rezultata konstatirano je da debljina navarenog (zaštitnog) sloja iznosi oko 4,2 mm, te da tvrdoća donje strane noža iznosi oko 260HV1.

Tablica 1. Karakteristični tok tvrdoće po poprečnom presjeku noža

Udaljenost od gornje radne površine, mm						
Tvrdoća HV1						
0,1	0,3	0,5	1,1	2,0	3,2	3,8
713	779	754	779	754	766	847
4,0	4,2	4,4	4,6	7,0	10	25
710	854	283	279	263	234	263



Slika 6. Nož s navarenim zaštitnim slojem nakon uporabe u presi EP16

a– makrosnimak poprečnog presjeka,
b– tragovi trošenja radne površine, pov.200x
Treba istaći da su trošenjem oštećeni ne samo napadni nego i zadnji brid gornje radne površine (slika 6.a).

Izvršena je usporedba konstrukcije noževa starije izvedbe s noževima koji su isporučeni uz prese novije konstrukcije. Najvažnija razlika uočava se u izvedbi (konstrukcijskom rješenju) distantnih limova kojima su noževi međusobno razmaknuti. U starijim izvedbama susreću se dva rješenja:

-glodanjem i brušenjem (odstojnika na mjeru) osnovnog materijala noža ,
-umetanjem pločica limova odgovarajuće debljine naspram svakog jarma.

Kod noževa novije izvedbe distantni razmaci između noževa izrađivani su tako da je izvršeno točkasto navarivanje te naknadno brušenje u cilju dobivanja odgovarajuće mjere već prema radnom polju u koje se noževi montiraju. Širina tih navara je manja nego širina distantnih limova primjenjivanih kod noževa starije izvedbe.

5. ANALIZA REZULTATA I ZAKLJUČAK

Na temelju praćenja stanja i ispitivanja dijelova presa može se konstatirati slijedeće:

- efikasnost rada presa (iskorištenje instaliranog kapaciteta) ovisi o stupnju istrošenja pužnih segmenata i pogotovo noževa ,
- oštećivanje nosivih dijelova (jarmova cjedila) puno je intenzivnije kod presa novi(ji)h izvedbi,
- sanaciju tih oštećenja moguće je provesti navarivanjem sloja dodatnog materijala i naknadnom strojnom obradom uz poštivanje zahtijevane koncentričnosti promjera i koaksijalnosti cjedila od ulaza (mliva) do izlaza pogače.

Razloge (pre)brzog oštećivanja jarmova cjedila moguće je naći u:

- neadekvatnom izboru stanja površina materijala noža i jarma: tvrdoća jarmova (oko 200HV) niža je od tvrdoće noževa (oko 250 HV),
- neadekvatnom izboru širine distanta kojima se regulira međusobni razmak noževa po radnim poljima.

Kod noževa starije izvedbe ti su razmaci regulirani limovima (opružni čelik širine 15 do 20mm, dok su noževi novije izvedbe razmaknuti točkastim navarima širine 3 do 5mm (naknadno strojno brušenim na mjeru već prema radnom polju u koje se montiraju).

Inicijalna oštećenja jarmova, već nakon prve zamjene (nakon odrađenih deklariranih ≈ 7.200 sati) rezultiraju nemogućnošću pravilnog slaganja noževa i formiranja cjedilne korpe (slika 5) u kojoj se mlivo treba da se kreće „niz dlaku“. Poremećaj geometrije jarmova rezultira potrebom umetanja jednog dodatnog „noža“ u formi lima neposredno prije grebača u cilju popune cjedilne korpe. Taj „nož“ dodatno remeti trajektoriju gibanja mliva. Također, zbog nemogućnosti slaganja noževa na jarmove tako da zadnji brid prethodnog noža bude višnji od napadnog brida narednog noža, mlivo troši ne samo gornju radnu površinu nego i bočne (i napadni i zadnji brid). Otpor gibanju mliva postaje veći (kreće se „uz dlaku“) pa intenzitet trošenja raste, a noževi se troše neujednačeno- već prema položaju na jarmovima i u cjedilu. Nepredvidivo i neujednačeno trošenje noževa rezultira lokalnim vrlo intenzivnim prolaskom sitnijih čestica mliva (i do 10-tak%) s iscjeđenim uljem, te se na taj način direktno smanjuje iskorištenje instaliranog kapaciteta pužne prese odnosno presaone. Indirektni gubici još se ogledaju u zastojima prouzročenim češćim zaštopavanjima dekantera (odvajač taloga iz iscijeđenog ulja) te u troškovima njegovog čišćenja, te u zastojima zbog prebrzo istrošenih noževa.

6. LITERATURA

- [1] Dani polja suncokreta i soje, Sortni makropokus, Agrokor, Vinkovci, 2006.
- [2] F.H.Schneider, D.Khoo: Trennpresen Versuch einer Bestandsaufnahme experimenteller Arbeiten, Fette-Seifen-Anstrichmittel, 9, 329-340, 1986.
- [3] J. Turkulov, E. Dimić, Đ. Karlović, S. Stefanović: Effect of Factors on Dehulling, Pressing and Extraction of New Sunflowers Hybrides, Uljarstvo, 25, 2, 93-97, 1988.
- [4] V. Marušić, F. Kovačićek: Istraživanje mehanizma trošenja navara dijelova pužnih preša za cijedenje biljnog jestivog ulja, Tribologija u agroindustrijskom procesu, 34-43, Osijek 1993.
- [5] V. Marušić, D. Krumes: Verschleißprüfung der Pflanzenölschnecken-presen, Journal of Oil Soap Cosmetics, Budapest, 113-116, 1995.
- [6] V. Ivušić, V. Marušić, K. Grilec: Abrasion resistance of surface layers, COST 516 Tribology Symposium, Espoo, Finland, 201-210, 1998