

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Милош Б.Старчевић

Подмазивање машина алатки

Завршни рад

Крагујевац, 2019.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине алатке

Број индекса: 41/2014

Милош Б. Старчевић

Подмазивање машина алатки

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Богдан Недић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране:

Оцена: _____

У оквиру завршног рада кандидат треба да :

- Изврши прикупљање и систематизацију података о подмазивањима машина алатки.
- Потребно је описати значај и улогу подмазивања код машина алатки, описати карактеристике уља и мазива за подмазивање.
- У посебном делу рада на примерима машина алатки у предузећу "Wacker Neuson" Крагујевац описати план и поступак подмазивања машина.

Препоручена литература:

- [1] Мирослав Бабић, *Мониторинг уља за подмазивање*, Крагујевац 2004.год.
- [2] Миле Стојилковић, *Примена мазива*, Нови Сад-Београд, 2011.год.
- [3] Александар А.Рац, *Мазива и подмазивање машина*, Београд 2007

Крагујевац, датум

Ментор:

Проф. Др Богдан Недић

Садржај

1. Увод.....	7
2. Значај и улога подмазивања у трибомеханичким системима.....	9
2.1 Потпуно подмазивање.....	10
2.2 Непотпуно подмазивање.....	14
3. Састав и карактеристике уља за подмазивање.....	16
3.1 Базна уља.....	16
3.2 Адитиви.....	17
3.3 Карактеристике уља за подмазивање.....	17
3.4 Физичко-хемијске карактеристике уља за подмазивање.....	17
3.5 Триболошке карактеристике уља за подмазивање.....	18
4. Мазива за подмазивање алатних машина.....	20
5. Планови подмазивања машина алатки у предузећу Wacker Neuson.....	22
6. Описи и карактеристике машина у предузећу Wacker Neuson.....	25
7. Закључак.....	35
Литература.....	36

Резиме

У овом раду се описују значај и улога подмазивања генерално, као и карактеристике уља за подмазивање. Посебан акценат дат је подмазивању машина алатки у предузећу Wacker Neuson. Подмазивање машина алатки у овом предузећу обавља се према унапред дефинисаним плановима подмазивања. Све машине имају своје карактеристичне тачке подмазивања дате планом подмазивања у техничкој документацији произвођача.

Кључне речи: подмазивање, мазива, уља, машине алатке

Abstract

This final work describes the meaning and role of lubricants in general, as well as the lubricants characteristics. Special emphasis has been given machine tool lubrication in the company “Wacker Neuson” in Kragujevac. Lubrication of machine tool in this company, performs according to predefined lubrication plans. All machine have their own characteristic lubrication points, given by the lubrication plan in the manufacturer’s technical documentation.

Key words: lubrication, lubricants, oils, machine tool

1. Увод

Подмазивање је основна активност превентивног одржавања техничких система и дефинише се као примена одређеног средства са циљем да се смањи сила трења, а самим тим и хабање и оштећење клизних површина. Средства која се користе и којима се постижу описани ефекти су мазива.

Људи су најпре почели да користе природна мазива као масти и уља учивши да њиховим коришћењем продужавају век својим средствима. Са развојем индустрије дошло је и до стварања мазива бољих особина од природних. Нафта се данас користи као основни састојак већине синтетичких мазива.

Циљ овог завршног рада је да се прикаже систем подмазивања машина алатки у компанији Wacker Neuson из Крагујевца.

Тако је у другом поглављу описан значај и улога подмазивања у трибомеханичким системима са освртом на потпуно и непотпуно подмазивање као две основне врсте подмазивања дефинисане према дебљини слоја мазива.

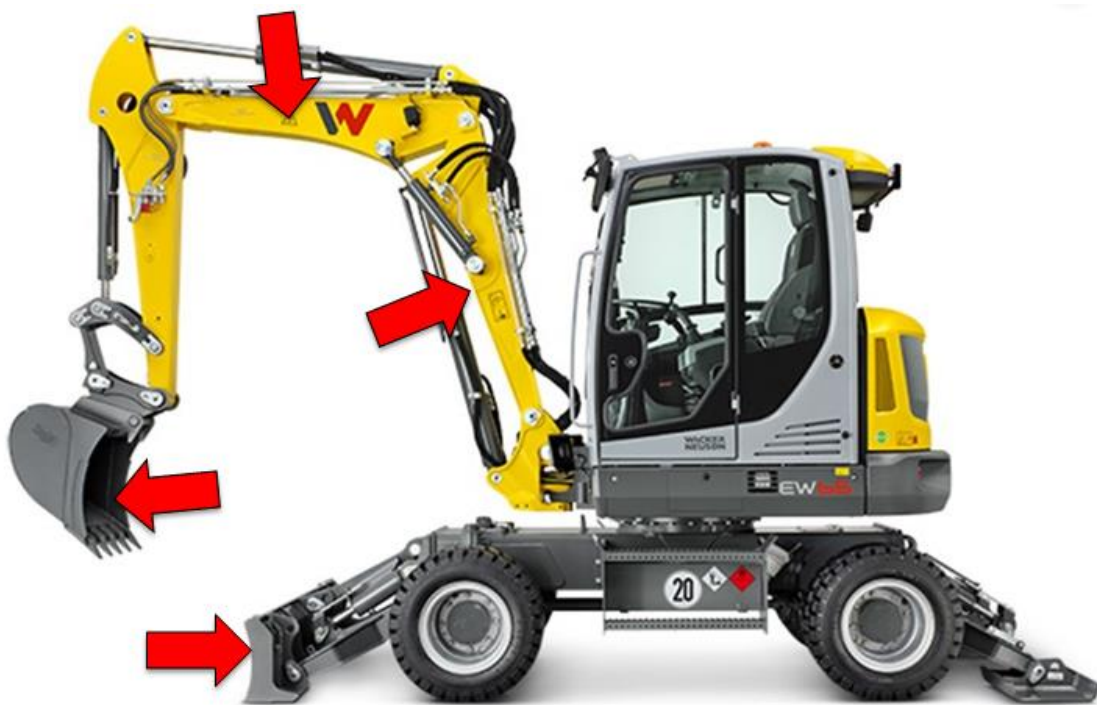
У трећем поглављу описани су састав и карактеристике уља за подмазивање. Што се тиче карактеристика обрађене су физичко-хемијске и триболошке карактеристике.

Четврто поглавље завршног рада обрађује мазива за подмазивање алатних машина.

Пето поглавље даје преглед унапред дефинисаних планова за подмазивање у компанији Wacker Neuson из Крагујевца, од дневних до двогодишњих.

У последњем поглављу дати су описи и основне карактеристике машина у компанији Wacker Neuson из Крагујевца. Такође за сваку описану машину дат је и шематски приказ подмасивања.

Wacker Neuson је водећа мултинационална компанија у области производње грађевинских машина и опреме. Са више од 300 производних група, у 50 филијала широм света и 140 сервисних центара, ова компанија има преко 5000 запослених на нивоу групе Wacker Neuson. Wacker Neuson d.o.o Крагујевац налази се у индустријској зони, бави се производњом кључних компоненти (заварених конструкција) за грађевинске машине као што су делови за багере итд. На сликама испод приказане су само неке од компоненти произведених у овој компанији. Иначе компанија производи више од 300 компоненти за своје partnere у Аустрији и Немачкој.



2. Значај и улога подмазивања у трибомеханичким системима

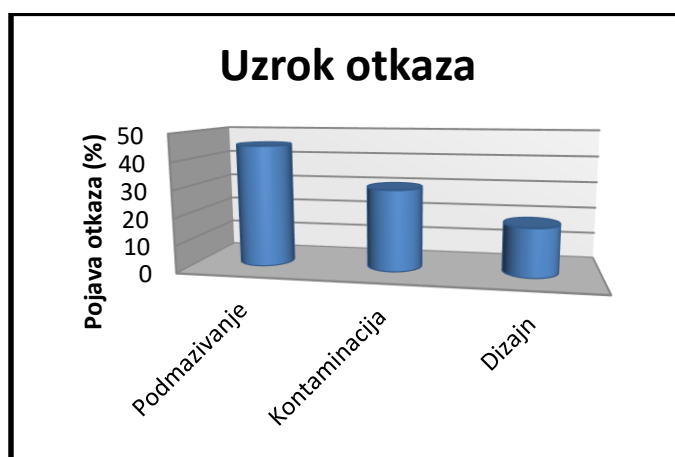
Основна функција уља за подмазивање је триболошке природе и састоји се у раздвајању директног додира контактних површина које се релативно крећу. Поред основне улоге уља за подмазивање, која је смањење трења и хабања, оно има и следеће функције:

- Смањење трења и хабања
- Хлађење компоненти система
- Заштита елемената од корозије и рђе
- Заштите од продирања различитих контаминената у зону контакта
- Пренос снаге и кретања...

Да би ефикасно обављало своје функције мазиво треба да:

- Издржи спољашње контактено оптерећење и обезбеди раздвајање контактних површина
- Одведе топлоту која је генерисана трењем и/или сагоревањем
- Обезбеди контролу процеса корозије и рђе...

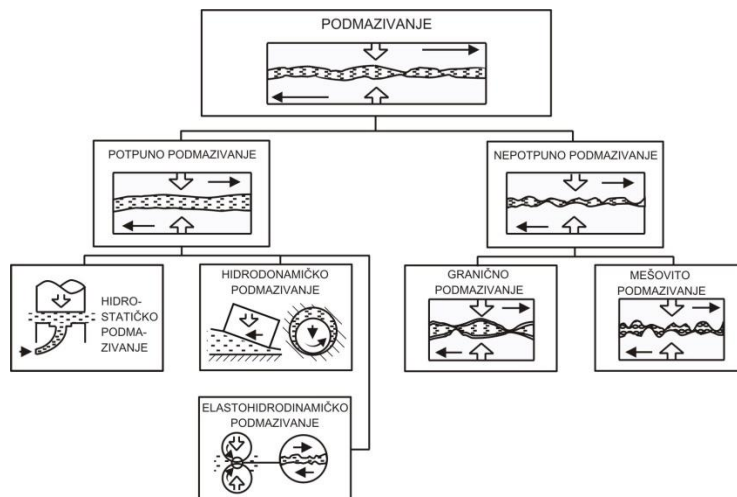
Подмазивање је од великог значаја за поуздано функционисање опреме. Сматра се да је око 60% механичких отказа у техничким системима директно повезано са неадекватним подмазивањем. На основу података везаних за експлоатацију котрљајних лежајева, подмазивање и контаминација представљају основне узроке отказа котрљајних лежајева, што је графички приказано на слици 1. Са слике се такође види да приближно 50% отказа лежаја настаје услед абразионог хабања, односно недостатка подмазивања.



Слика 1. Основни узроци отказа котрљајних лежаја

С обзиром на степен раздвајања, односно дебљину слоја мазива, могу се дефинисати две основне врсте подмазивања:

- Потпуно подмазивање
- Непотпуно подмазивање



Слика 2. Врсте подмазивања [1]

2.1 Потпуно подмазивање

Потпуно подмазивање је такав тип подмазивања код кога слој мазива потпуно раздваја површине које се налазе у контакту. За формирање таквог слоја потребно је у мазиву (у течном или гасовитом стању) обезбедити унутрашњи притисак довољан да поднесе спољашње оптерећење без разарања. Као што је приказано на слици 2, потпуно подмазивање може бити:

- а) Хидростатичко подмазивање
- б) Хидродинамичко подмазивање
- с) Еласто-хидродинамичко подмазивање

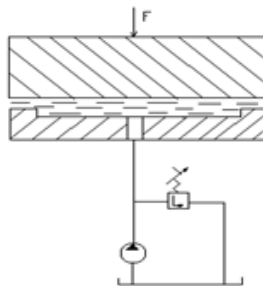
а) Хидростатичко подмазивање је, најједноставнија врста потпуног подмазивања. Моћ ношења слоја мазива се постиже и одржава довођењем уља под притиском из неког спољашњег извора путем пумпе.

Ова врста подмазивања се примењује код клизних лежачева машина алатки, за смањење трења и хабања у условима клизања код вођица машина и укрсних глава, за одржавање тачног зазора између површина и за друге намене.

Предности оваквог начина подмазивања су могућности рада елемената и механизма при малим и великим брзинама, као и брзини нула и широком опсегу оптерећења. Друге предности су мали полазни моменат, висока тачност положаја и добра динамичка стабилност.

Као недостаци најчешће се наводе захтев за додатном опремом, опасност од отказа уређаја за довођење мазива под притиском и релативно високи трошкови за такве системе.

Да би се обезбедила континуална дебљина слоја мазива између спрегнутих површина, неопходан је притисак у слоју мазива који је већи од оптерећења које делује на површине.



Слика 3. Шематски приказ хидростатичког подмазивања [2]

За овај вид подмазивања користи се посебан тип клизних лежајева који се називају хидростатичким. То су лежајеви у којима се моћ ношења уљног слоја остварује сталним додавањем уља под притиском из неког уљног резервоара.

б) Хидродинамичко подмазивање представља начин подмазивања при коме су површине које се подмазију раздвојене континуалним слојем мазива у току кретања, односно где се трење површинских рељефа у потпуности замењује унутрашњим трењем честица мазива.

У току мировања, покретања или заустављања површине се налазе у директном контакту.

Елементи машинских система код којих се остварује хидродинамичко подмазивање одликују се следећим триболошким карактеристикама:

- Површине које се подмазују су раздвојене континуалним слојем мазива довољне дебљине тако да не долази до њиховог додира, изузев при покретању или заустављању.
- оптерећење се преноси с једне на другу површину преко слоја мазива који поседује одређену моћ ношења насталу као резултат релативног кретања површина,
- отпор услед трења у систему је одређен величином унутрашњег трења у мазиву.

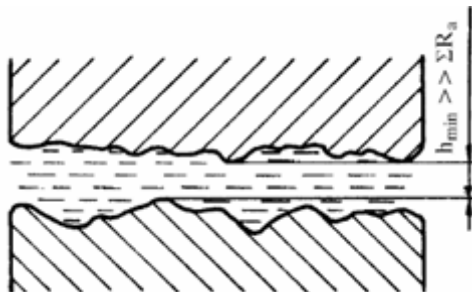
Протоком флуида између две површине у релативном кретању са конвергентном геометријом у смеру релативног кретања ствара се хидродинамички притисак.

Основни предуслови за генерисање хидродинамичког притиска могу се дефинисати на следећи начин :

1. Неопходно је да површине буду у релативном кретању,
2. Неопходно је да површине ковергирају у смеру кретања,
3. Контактна тело на које делује хидродинамички притисак мора имати слободу малог искретања и подизања у односу на спрегнуту површину,
4. Површина на коју делује хидродинамички притисак мора бити довољно велика да би дошло до потпуног раздвајања слојем уља за подмазивање,
5. Између површина мора бити вискозан флуид.

У трибомеханичким системима хидродинамички филм је уобичајено 10-100 пута дебљи од висине микрогеометријских неравнина и минималне вредности су у границама од 1-100 μm .

Дебљина слоја која је једнака збиру површинских рељефа назива се критичном и испод ње престају законитости хидродинамичког подмазивања.



Слика 4. Шематски приказ хидродинамичког подмазивања [2]

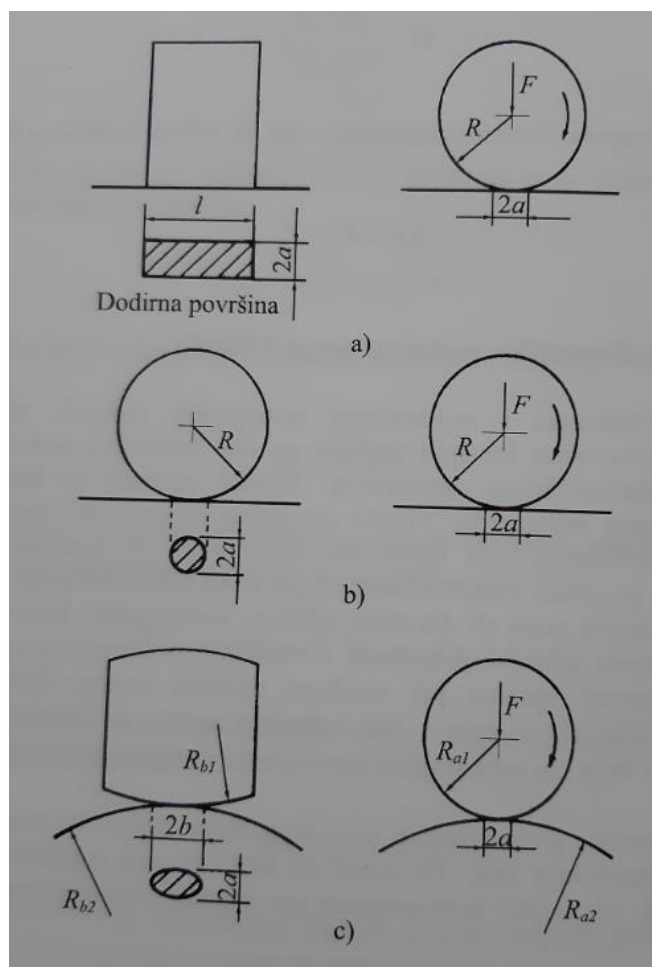
Овај начин подмазивања има најзначајнију примену код радијалних и аксијалних клизних лежаја.

с) Еластохидродинамичко подмазивање (EHDP) је вид потпуног подмазивања. Еластохидродинамичко подмазивање је тип подмазивања при коме су трење и дебљина филма за подмазивање одређени еластичним својствима материјала елемената који се налазе у контакту, као и реолошким својствима средства за подмазивање.

За разлику од хидродинамичког подмазивања, еластохидродинамичко подмазивање настаје у условима изражене геометријске некомфорности, тј. Тзв. Hertz-ов контакт. Ради се о номиналном линијском контакту или контакту у тачки, са великим концентрисаним оптерећењем, за који је карактеристична појава контактних еластичних деформација.

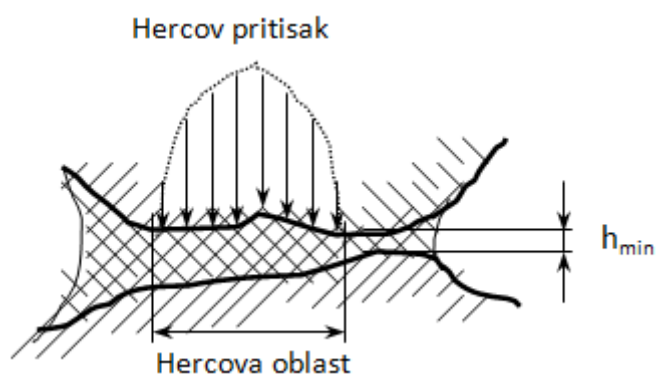
У реалним условима, при деловању оптерећења додир се јавља на малој али коначној површини. Облик и величина површине додира зависе од геометрије тела, величине оптерећења и својства материјала. Ако је цилиндар у додиру са равном површином, додир има у идеалном случају облик правоугаоника (слика 5а), док сфера и раван дају као резултат контакта кружну површину (слика 5б). Општи случај дефинисан је елиптичном додирном површином (слика 5ц).

Површина додира назива се Hertz- ова област, по Hertz-у који је изучавао услове еластичног додира. Услед оптерећења у области додира влада висок притисак који се назива Hertz-ов притисак.



Слика 5. Врсте додира код неконформних тела [3]

Захваљујући локалној еластичној деформацији стварају се потребни геометријски услови за формирање кохерентног филма флуида који потпуно онемогућава додир микронеравнина. То се обично одвија при веома малој дебљини уљног филма од 10^{-7} до 10^{-6} m и при вредности релативне дебљине филма λ у границама од 3 до 10. Може се рећи да еластохидродинамички филм зависи од еластичних својстава (модула еластичности) материјала контактних елемената.



Слика 6. Шематски приказ еластохидродинамичког подмазивања [2]

У области додир високо оптерећених спрегнутих површина јављају се притисак који има параболичну расподелу. Изван Херцове области владају закони хидродинамичког подмазивања. На улазу у Херцову област притисак у мазиву је мањи од Херцовог притиска, али довољно висок да би раздвојио површине. У самој Херцовој области притисак у слоју мазива прати расподелу Херцовог притиска.

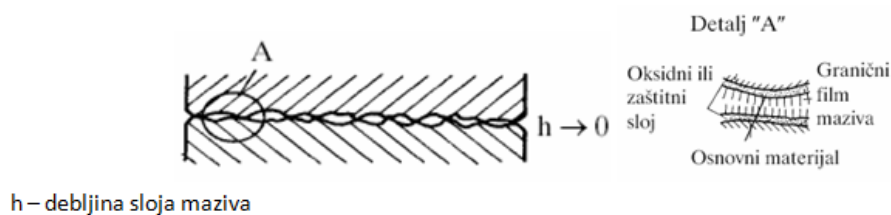
2.2 Непотпуно подмазивање

Непотпуно подмазивање је тип подмазивања које настаје у условима формирања слоја мазива чија дебелина није довољна да онемогући директан контакт површина. Оно се испољава као:

- а) Гранично подмазивање
- б) Мешовито подмазивање

При томе, подмазујућу и заштитну улогу на местима директног контакта имају танки мазиви слојеви настали физичком или хемијском реакцијом материјала контактних елемената и мазива.

а) Гранично подмазивање настаје када слој мазива нема довољну дебелину да спречи контакт површина чврстих тела. Површине елемената су у непосредном додиру и оптерећење се преноси с једне на другу преко спрегнутих неравнина.



Слика 7. Шематски приказ граничног подмазивања [2]

Мазиво се налази између контактних површина у облику мономолекуларног слоја (детаљ „А“) који путем физичко-хемијских веза реагује са металном површином. Гранично подмазивање се анализира преко промена коефицијента трења. Вредност коефицијента трења граничног подмазивања одређена је коефицијентом трења у граничном слоју и коефицијентом трења на местима додир чистих метала:

$$M = a_w m_m + (1 - a_w) m_g \dots\dots\dots$$

где је:

a_w - део стварне површине додир метала

m_m - коефицијент трења спрегнутих површина метала

m_g - коефицијент трења граничног слоја

Код случаја граничног подмазивања највише су изражена адхезивна и абразивна хабања материјала, а у мањем обиму су присутни трибохемијски процеси и хабање услед површинског замора материјала. У циљу смањења трења и хабања у процесу граничног подмазивања потребно је обезбедити погодни површински, односно гранични слој. Стварање граничних слојева могуће је постићи: физичком адсорпцијом, хемијском адсорпцијом, хемијским реакцијама.

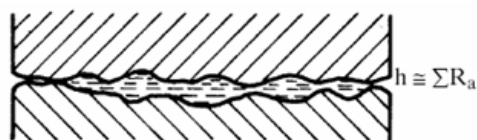
Физичка адсорпција се јавља када се активни молекули из мазива везују за површине.

Поларни адитиви (нпр. Масна уља) формирају чврст слој на површинама метала који има способност да се одупре продирању неравнина и на тај начин спречава додир метал-метал.

Овај вид стварања граничних слојева је погодан за мала оптерећења, ниже температуре и мале брзине. Код хемијске адсорпције молекули мазива везани су за металне површине хемијским везама, као на пример везивање масних киселина за метале и његове оксиде, при чему настају метални сапуни веома добрих триболошких својстава. Ови гранични слојеви су погодни за средња оптерећења, средње температуре и средње брзине.

Хемијском реакцијом између активних молекула мазива (ЕП- адитива) и метала стварају се нова хемијска једињења на површинама. Ова мазива у свом саставу садрже хлор, фосфор и сумпор у облику различитих једињења. Делују тако што, услед високих температура, на површинама стварају слојеве хлорида, фосфида и сулфида који штите површину метала од високих оптерећења и екстремних притисака.

б) Мешовито подмазивање представља прелазни облик између потпуног и граничног подмазивања. Мешовито подмазивање представља комбинацију граничног и хидродинамичког подмазивања и настаје у границама од 10^{-6} до 10^{-8} m и при вредностима параметра λ у границама од 1 до 4. При томе се сматра да при вредности мањој од $\lambda=4$ неизоставно настаје чисто гранично подмазивање. Контакт се одвија делимично преко микронеравнина са адсорбованим мономолекуларним или вишемолекуларним слојевима, а делимично преко успостављеног слоја мазива. Потпуно раздвајање контактних површина настаје у појединим сегментима номиналног контакта захваљујући микрогеометријским условима који се стварају на нивоу храпавости. За процес подмазивања при мешовитом подмазивању релевантни су како физичка својства мазива (пресудна за хидродинамичко подмазивање), тако и чврстог материјала (пресудне за гранично подмазивање). Овај вид подмазивања сусреће се код зупчастих парова, кугличних и ваљчастих котрљајних лежаја, заптивки, па чак и конвенционалних клизних лежаја. Истраживања показују да мешовито подмазивање има посебан значај јер је у реалним условима немогуће на микро плану елиминисати ефекте потпуног подмазивања при граничном подмазивању, као и ефекте граничног подмазивања при потпуном подмазивању.



h – дебелина слоја мазива,

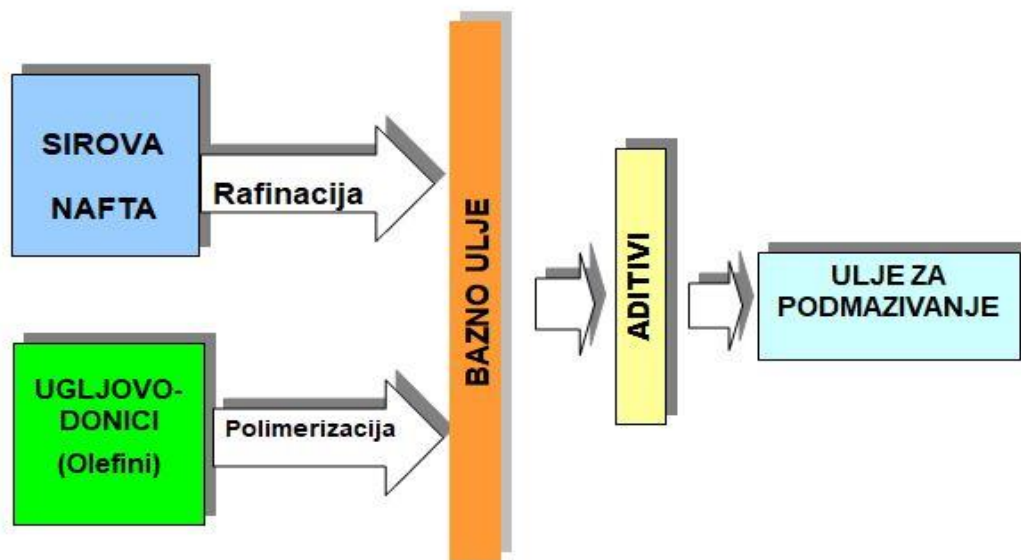
R_a – средње аритметичко одступање профила

Слика 8. Шематски приказ мешовитог подмазивања [2]

3. Состав и карактеристике уља за подмазивање

Састав мазива се може исказати веома једноставном формулом, иза којих стоје сложене технологије добијања компоненти и финалних производа:

УЉЕ ЗА ПОДМАЗИВАЊЕ = БАЗНА
УЉА + АДТИВИ



Слика 9. Добијање уља за подмазивање [1]

3.1 Базна уља

Зависно од порекла и начина добијања базна уља могу бити:

- Минерална (конвенционална) и
- Синтетичка (неконвенционална).

Већина базних уља, тј уља која представљају деривате нафте. Принцип производње ових уља се базира на коришћењу низа корака намењених за унапређење жељених карактеристика, као што су: индекс вискозности, отпорност према оксидацији...

Синтетичка базна уља се производе хемијском синтезом у веома сложеним технолошким процесима и у основи представљају синтетизоване угљоводонике или органска једињења.

3.2 Адитиви

Адитиви су материје које се додају мазивима са циљем да се се побољшају или обезбеде неке нове особине мазива, чиме би се повећала експлоатационо-техничка својства. То су синтетичке материје које су растворљиве у базном уљу, термички стабилне и врло ниске испарљивости. Користе се за:

- Унапређење постојећих базних уља,
- Сузбијање нежељених карактеристика базних уља и,
- Обезбеђење нових карактеристика базних уља.

3.3 Карактеристике уља за подмазивање

Независно од врсте и намене, основне карактеристике мазива се могу поделити на:

1. Физичке
2. Хемијске и
3. Функционалне

Најчешће се говори о физичко-хемијским карактеристикама, које обухватају физичке карактеристике и неке функционалне карактеристике, које су физичке или хемијске природе. Хемијске карактеристике се односе на хемијски састав уља за подмазивање и хемијску реактивност мазива у експлоатацији. Генерално функционалне карактеристике репрезентују различите аспекте понашања мазива и представљају основу за одређивање нивоа квалитета.

Обзиром на основну функцију мазива да смањи интензитет триболошких процеса, посебан значај припада и триболошким карактеристикама мазива. При овоме треба имати у виду да мазива једнаких физичко-хемијских особина могу имати веома различите радне особине, односно могу припадати различитим нивоима квалитета.

По свом саставу уља за подмазивање представљају мешавине основних тј. базних уља и различитих адитива који се додају са циљем да се побољшају својства уља битна за одређену намену. (слика 8).

3.4 Физичко-хемијске карактеристике уља за подмазивање

Основне физичко-хемијске особине помоћу којих се одређује квалитет уља су:

Физичке особине: вискозност, индекс вискозности, температура паљења, температура стињавања, густина, специфична топлота, пенушање и др.

Хемијске особине: корозивност, неутрализациони број, укупан базни број, токсичност и др.

Вискозност је величина унутрашњег отпора или трења која се јавља у течности при струјању и представља основно физичко својство уља за подмазивање. Вискозност директно утиче на остварену дебљину слоја мазива, губитке услед трења и загревања. Поред вискозности, физичко хемијске карактеристике уља се у пракси одређују вредностима динамичке вискозности (η) кинематске вискозности (ν) и **индекса вискозности (ИВ)** који представља емпиријски број који показује како се вискозност

уља за подмазивање мења са променом температуре. Обично се вредност индекса креће у границама од 0 до 100. При томе ИВ=0 означава да је промена величине вискозности значајна, а ИВ=100 означава да су то уља са мање израженом променом вискозности у зависности од промене температуре.

Температура паљења је температура уља при којој се паре уља у смеси са ваздухом пале у присуству пламена или електричне варнице. Уља са вишом вредношћу вискозности имају по правилу вишу температуру паљења. Ова карактеристика одражава испарљивост и запаљивост уља те је релевантна са аспекта опасности од пожара и експлозије.

Температура стињавања је један од показатеља понашања уља при сниженој температури и представља температуру на којој уља губе течљивост при датим условима испитивања.

Густина, као однос масе према јединици запремине, код минералних уља креће се у границама од 820 до 960 kg/m³. Густина као величина се користи при прерачунавању кинематске вискозности у динамичку и обрнуто, као и за одређивање масе уља када је позната запремина.

Пенушање је склоност уља да се меша са ваздухом и услед тога се запени. Пенушаво уље смањује ефекат подмазивања. Уља која су склонија пенушању изазивају убрзану оксидацију уља. Генерално, минерална уља имају веома малу тенденцију ка пенушању. Али, присуство адитива, контаминација водом и промене површинског напона, могу узроковати почетак пенушања. Склоност ка стварању пене утврђује се према методи ASTM D 892 при чему се утврђује и стабилност пене. Мери се запремина пене над узорком уља.

Корозивност је карактеристика мазива која одређује склоност мазива ка изазивању корозије метала са којим остварује контакт. Корозивност се практично одређује у односу на бакар и бакарне легуре, па се карактеристика назива корозивност на бакру. Иако минерална уља не делују корозивно на бакарне материјале, одређени адитиви, који садрже сумпор могу бити корозивни.

Неутрализациони број представља показатељ киселости или базности уља. Дефинише се као број милиграма реагенса потребног да у прописаним условима, неутрализује грам узорка уља. Број милиграма базног реагенса КОН потребан да неутралише све киселе конституенте у граму узорка уља представља тотални киселински број, док број милиграма киселог реагенса HCL потребан да неутралише све базне конституенте у граму узорка уља представља **тотални базни број**. Када вредност укупног базног броја падне испод одређене вредности уље треба заменити.

Токсичност означава све аспекте утицаја уља за подмазивање на здравље људи, биљни и животињски свет. Токсичност минералних уља је мала, док су са синтетским уљима основни проблеми везани за деловање на људску кожу. Међутим, уља која садрже различите хемијске супстанце (адитиве) могу бити узрочници многих обољења.

3.5 Триболошке карактеристике уља за подмазивање

Као триболошке карактеристике уља за подмазивање, користе се параметри који директно карактеришу способност обављања основне триболошке функције. Обзиром да је та функција смањење трења и заштита површина од хабања, то се примарне триболошке карактеристике односе на:

- Фрикционе особине
- Антихабајуће особине

Да би мазиво обавило успешно своју функцију смањења трења и хабања, потребно је да има и својства која се односе на издржљивост мазивог филма и то не само са аспекта услова контакта већ и са аспекта времена трајања процеса трења.

- Способност подношења високих оптерећења (EP способност)
- Температурска издржљивост при трењу и
- Век трајања

представљају такође основне триболошке карактеристике мазива.

Триболошке карактеристике се експериментално дефинишу одређеним параметрима утврђеним испитивањем. Тако се мазива (фрикциона) својства испитиваних мазива исказују коефицијентом или силом трења, а антихабајућа својства одговарајућом величином трага хабања на контактним узорцима.

4. Мазива за подмазивање алатних машина

На алатним машинама (стругови, глодалице, рендисалке, бушилице, брусилице) налазе се елементи као што су клизни и котрљајни лежајеви, клизне стазе, вретена, зупчасти преносници, хидраулички системи које треба подмазивати, јер раде у специфичним условима.

При избору мазива за подмазивање појединих места алатних машина најбоље је користити препоруке произвођача истих. У случајевима измењених услова рада, треба ускладити избор мазива са условима на машини, а праћењем машине у раду проценити правилан избор мазива.

Ефективно подмазивање машина алатки подразумева употребу одређених врста мазива у довољној количини како би се адекватно подмазале покретне површине у току предвиђеног периода без оштећења. Само под условима може се очекивати да ће откази и трошкови рада бити најмањи.

Хидраулични системи: Хидраулични системи представљају уређаје код којих се снага и кретање преносе путем течности. При томе се разликују хидростатички и хидродинамички системи. Код хидростатичких система течност је подвргнута притиску који делује у целом затвореном колу и који се преноси равномерно у свим правцима. За разлику од њих, хидродинамички системи користе кинетичку енергију течности. Хидраулички системи се примењују код транспортних средстава, рударских, грађевинских и пољопривредних машина. Хидраулични системи никад нису издвојени уређаји. Они се користе у склопу других машина, као системи за пренос снаге и кретања. Састоје се од погонског и извршног дела и са одговарајућим системом за управљање. Погонски делови су различите пумпе, а извршни органи су претварачи и хидромотори којима се извршава кретање и пренос снаге. Задатак погонске пумпе је да покреће течност, а може бити зупчаста, крилна или клипна. Током струјања у течности настаје притисак чија величина зависи од отпора у систему. Равномерно преношење притиска кроз течност, омогућује да се сила мултиплицира, али је увек пренети рад исти. Брзина струјања течности је такође важан елемент при разматрању хидрауличног система, првенствено због губитка услед трења. Са појавом турбулентног струјања расте и трење. Ламинарно струјање даје минималне губитке услед трења и мањи пад притиска. Препоручене брзине су:

- за уисни вод 1 m/s ,
- за повратни вод 2.5 m/s ,
- за вод под притиском: 4.5 m/s .

Смањење губитака у хидрауличком систему је важан задатак који захтева контролу брзине, вискозности и других отпора струјању течности. Вероватно да се најчешћи откази јављају код хидрауличних система, што је посебно тачно ако није адекватно спроведена процедура одржавања. Најугицајнији фактори, са гледишта мазива, су температура уља и контаминација водом или чврстим материјама. Веома често услед продора ваздуха у систем настаје и пењање хидрауличне течности.

Лежаји вретена због великих бројева обртаја рукаваца код брусилица, али и код других врста машина алатки, захтевају посебну пажњу, како у избору тако и одржавању мазива. Одлучујући утицај на избор карактеристика мазива имају брзина и оптерећење вретена. Због велике учестаности обртања, обично раде у режиму хидродинамичког или хидростатичког подмазивања. У примени су и котрљајни лежаји који се такође подмазују течним мазивима.

Клизне стазе и вођице су посебан проблем са гледишта подмазивања. Иако се чини да је њихово подмазивање веома једноставно, ови делови машина алатки су често критичне тачке у постизању одговарајућег квалитета обраде. Различита мазива могу да се користе за клизне стазе зависно од оптерећења и поступка подмазивања. Избор величине вискозности одређује величина оптерећења и са порастом оптерећења користе се уља веће вискозности. Подмазивање клизних стаза врши се путем индивидуалних мазалица или централним системима подмазивања. Код неких машина алатки хидраулички систем подмазивања клизних стаза је јединствен те се користе иста уља. Код клизних вођица или стаза, зависно од конструкције и услова рада, може да се оствари гранично, мешовито и хидродинамичко подмазивање.

Зупчасти преносници: Неке машине алатке свој погон осварују зупчастим преносом и тада се за њихово подмазивање користе, по правилу, минерална уља са или без ЕР адитива. Поступак подмазивања је уљно купатило или циркулациони систем под притиском. Избор врсте и карактеристика мазива зависи од врсте зупчаника, радних брзина и оптерећења, температуре околине и поступка подмазивања. Оптимално мазиво за сваку посматрану апликацију зупчастог пара је оно које обезбеђује мало хабање и ниске радне температуре, а тиме и дуг век рада преносника. При разматрању подмазивања зупчастих парова обично се прави разлика између затворених и отворених преносника. Избор врсте карактеристика мазива зависи од врсте зупчаника, радних брзина и оптерећења, температуре, а тиме и дуг век рада преносника. Већина затворених зупчастих преносника, у које се као најважнији убрајају редуктори и мењачи, подмазују се течним мазивима минералног или синтетичког порекла. Захтеви подмазивања код цилиндричних зупчаника са правим и косим зупцима, као и код коничних са правим и спиралним зупцима су веома слични. Код ових врста зупчаника величина оптерећења и брзине клизања не разликују се у великој мери, те су и захтеви за одређену вискозност течног мазива и садржај адитива против хабања скоро идентични.

Код пужних преносника се јавља комбинација клизања и котрљања, а при већим редукцијама преовлађује клизање. Да би се смањили губици услед клизања и консеквентно побољшале перформансе пужних преносника, правилан избор мазива је изузетно важан.

Отворени зупчасти преносници, који се претежно користе у индустрији, подмазују се различитим течним и полутечним мазивима посебних карактеристика прилагођених тим зупчаницама и поступцима подмазивања.

5. Планови подмазивања машина алатки у предузећу Wacker Neuson

Планови подмазивања се израђују на основу препорука произвођача и на основу искуства службе одржавања. У овом поглављу наведени су планови подмазивања од дневног до двогодишњег.

Тако на пример у табели 1 видимо да се дневно подмазују, углавном зупчasti парови као што су зупчaste летве, по x и z оси на Trumpf преси, зупчаници главе CME као и вођице и клипови на Behringer тестери. Јасно је да се на дневном нивоу подмазују котрљајни и клизни контакти који су непрекидно изложени трењу.

Mašina	Operacija	Uputstvo	Mazivo	Trajanje operacije
Trumpf presa	podmazivanje zupčastih letvi X i Z		Famredol ultra 220	
CME	podmazivanje zupčanika glave		Kluber Isoflex NBU 15	
Behringer	podmazivanje vođica i klipova		FOR EP 2 i FAMPOL KS 68	

Табела 1. Дневна листа подмазивања

Недељним планом подмазивања обухваћени су клизно котрљајни спојеви који нису тако интензивно изложени клизању, а самим тим и хабању. Овим планом обухваћено је подмазивање клизача врата на машини МАТЕС, подмазивање линераних лежачева на Плазми и слично.

Mašina	Operacija	Uputstvo	Mazivo	Trajanje operacije
AMADA	podmazivanje mehanizma za podupiranje lima		651 Chesterton	
AMADA	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
BEHRINGER	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
BOMAR	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
CME	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 32	
CO2 LASER	provera rada i nivoa ulja hidraulike		Castro Hyspin AWS 32	
DECKEL	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
DOOSAN	provera rada i nivoa ulja hidraulike		TOTAL AZOLA ZS 32	
FIBER LASER	provera rada i nivoa ulja hidraulike		Castro Hyspin AWS 32	
MATEC	podmazivanje klizača vrata		FOR EP 2	
MATEC	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
MULER	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
NORTE	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
PITZMAN	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
PLAZMA	podmazivanje linearnih ležajeva		FOR PD 2	
PUMA 2600	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 32	
PUMA 3100	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 32	
SCHARMAN	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
TRUMPF presa	provera rada i nivoa ulja hidraulike		HIDO HVD 46	
ZAYER	provera rada i nivoa ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	

Табела 2. Недељна листа подмазивања

Месечни план подмазивања се углавном подудара са унапред договореним заустављањем производње, где се такође обраћа пажња не само на подмазивање већ и на проверу исправности појединих склопова на машини.

Тако је овим планом дато да се за Behringer тестеру провери не само ниво уља у редуктору пресе, већ и исправност хидрауличног система.

Машина	Operacija	Uputstvo	Mazivo	Trajanje operacije
behringer	provera rada i nivoa ulja reduktora testere		FAMREDOL ULTRA 220	
bomar	provera rada i nivoa ulja reduktora testere		FAMREDOL ULTRA 220	
bomar	provera rada i nivoa ulja reduktora transportera		FAMREDOL ULTRA 320	
CME	podmazivanje ležajeva glavnog vretena		Kluber Isoflex Super LDS 18	
CME	provera rada i nivoa ulja reduktora glave		FAMPOL KS 68	
CO2 LASER	provera rada i nivoa ulja zupčastog motora konvejera		KLUBER SYNTH GH 6-220	
Deckel	provera rada i nivoa ulja reduktora		FAMREDOL ULTRA 220	
Doosan	provera rada i nivoa ulja reduktora automatske zamene paleta		TOTAL CARTER EP 320	
Doosan	provera rada i nivoa ulja reduktora automatske zamene alata		TOTAL DROSELA MS 220	
Laser	podmazivanje linearnih ležajeva		Kluber microlube GB00	
MATEC	provera rada i nivoa ulja reduktora konvejera		FAMREDOL ULTRA 220	
MATEC	provera rada i nivoa ulja reduktora		FAMREDOL ULTRASINT 460	
mosni kran hala 1	podmazivanje zupčanika		FAMGEN 4 AL	
mosni kran hala 2	podmazivanje zupčanika		FAMGEN 4 AL	
mosni kran hala 3	podmazivanje zupčanika		FAMGEN 4 AL	
mosni kran hala 6	podmazivanje zupčanika		FAMGEN 4 AL	
mosni kran hala 7	podmazivanje zupčanika		FAMGEN 4 AL	
mosni kran hala 8	podmazivanje zupčanika		FAMGEN 4 AL	
NORTE	podmazivanje ležajeva navojnih vretena svih osa		FOR PD 1	
NORTE	podmazivanje linearnih ležajeva		LGEP 2/1	
Pitzman presa	podmazivanje vođice bata		FOR EP 2	
TOS glodalica	provera rada i nivoa ulja menjača i reduktora		FAMREDOL ULTRASINT 460	
TROVALICI	podmazivanje čaura		FOR EP 2	
TROVALICI	podmazivanje zupčanika		FAMGEN 4 AL	
TRUMPF PRESA	podmazivanje mehanizma za podupiranje lima		FOR EP 2	
TRUMPF PRESA	provera rada i nivoa ulja reduktora mehanizma za podupiranje lima		BP ENERGOL SG-XP 220	
valjci	provera rada i nivoa ulja reduktora		FAMREDOL ULTRASINT 460	
ZAYER	provera rada i nivoa ulja reduktora obradnog vretena		FAMREDOL ULTRA 220	

Табела 3. Месечна листа подмазивања

Квартално и годишње се, осим провере нивоа хидрауличног уља у резервоарима, узима и узорак уља (узорковање) да би се проверио и квалитет самог уља.

Услед температурских осцилација и загађене атмосфере металном прашином, уље у индустријама оваквог типа раније изгуби својства него у чистим и климатизованим погонима.

Машина	Operacija	Uputstvo	Mazivo	Trajanje operacije
AMADA	podmazivanje vođica letve i bata		LGEP 2/1	
FIBER LASER	podmazivanje lančanog prenosnika transportera štuta		KLUBER MICROLUBE GB00	
MATEC	podmazivanje mehanizma HUPERA		KLUBER ISOFLUX LDS 18	
ZAYER	uzorkovanje ulja reduktora glavnog vretena		FAMREDOL ULTRA 220	

Табела 4. Квартална листа подмазивања

Mašina	Operacija	Uputstvo	Mazivo	Trajanje operacije
TRUMPF presa	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		HIDO HVD 46	
CME	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 32	
MATEC	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
NORTE	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
ZAYER	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
DOOSAN	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		TOTAL AZOLA ZS 32	
PUMA 2600	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 32	
PUMA 3100	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 32	
PITZMAN	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
MULER	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
DECKEL	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
BEHRINGER	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
BOMAR	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
AMADA	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	
FIBER LASER	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		Castro Hyspin AWS 32	
CO2 LASER	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		Castro Hyspin AWS 32	
SCHARMAN	uzorkovanje i dopuna ulja hidraulike		FAMHIDO HD 46	

Табела 5. Годишња листа подмазивања

Двогодишњим планом подмазивања најчешће је обухваћена потпуна замена уља на већини машина. Обзиром да је ово релативно дуг процес, потребно је време да би се резервоари испразнили и напунили новим уљем, детаљно опрали и очистили од свих нечистоћа које се временом таложе у њима, обично се поклапа са дужином заустављањем производње, као што су празници са више нерадних дана.

У фирми “ Wacker Neuson ” то су летњи годишњи одмори, Новогодишњи и Божићни празници.

Mašina	Operacija	Uputstvo	Mazivo	Trajanje operacije
TRUMPF PRESA	zamena ulja reduktora mehanizma za podupiranje lima		BP ENERGOL SG-XP 220	
CO2 LASER	zamena ulja zupčastog motora konvejera		KLUBER SYNTH GH 6-220	
CME	zamena ulja reduktora glave		FAMPOL KS 68	
MATEC	zamena ulja reduktora konvejera		FAMREDOL ULTRA 220	
MATEC	zamena ulja reduktora		FAMREDOL ULTRASINT 460	
ZAYER	zamena ulja reduktora obradnog vretena		FAMREDOL ULTRA 220	
valjci	zamena ulja reduktora		FAMREDOL ULTRASINT 460	
TOS glodalica	zamena ulja menjača i reduktora		FAMREDOL ULTRASINT 460	
behringer	zamena ulja reduktora testere		FAMREDOL ULTRA 220	
bomar	zamena ulja reduktora testere		FAMREDOL ULTRA 220	
bomar	zamena ulja reduktora transportera		FAMREDOL ULTRA 320	
Doosan	zamena ulja reduktora automatske zamene paleta		TOTAL CARTER EP 320	
Doosan	zamena ulja reduktora automatske zamene alata		TOTAL DROSELA MS 220	
Deckel	zamena ulja reduktora		FAMREDOL ULTRA 220	

Табела 6. Двогодишња листа подмазивања

6. Описи и карактеристике машина у предузећу Wacker Neuson

Плазма

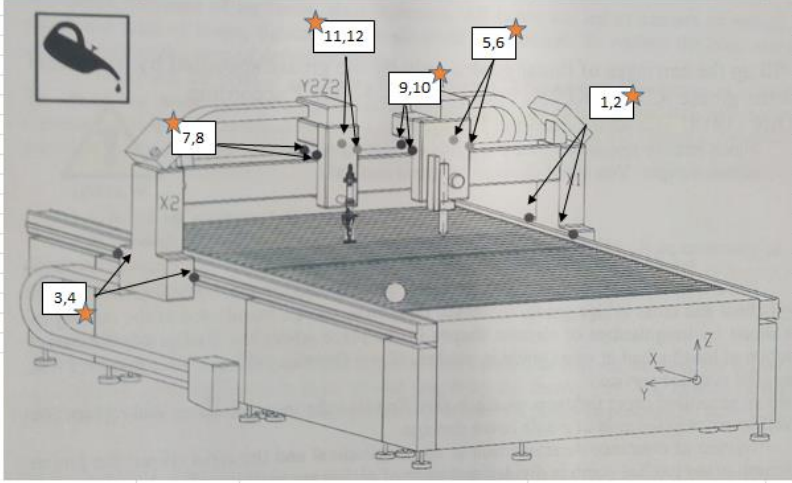
Ова робусна и прецизна CNC машина дизајнирана је посебно за вишесатно резање плазмом и кисеоником као горивом (oxyfuel). Омогућује резање челика дебљине до 300mm, а такође и резање под нагибом. У фирми “ Wacker Neuson ” ради Плазма са ознаком “ - **MG 12001.25 BGPrk+CH500P** ” следећих карактеристика:

- Радна дужина: 12000 mm
- Радна ширина: 5000 mm
- Број станица за алате: 6 (8 oxyfuel)
- Максимална дебљина сечења материјала плазмом 50mm
- Максимална дебљина сечења материјала кисеоником 300mm

У фирми “ Wacker Neuson ” Плазма је део одељења полупроизвода, и служи за исецање облика као полупроизвода финалних делова.



Слика 10. Изглед машине



Mesta podmazivanja	količina	mazivo	period podmazivanja	simbol
linearni ležajevi 1,2	1,5g/poz	FOR PD 2	nedeljno	★
linearni ležajevi 3,4	1,5g/poz	FOR PD 2	nedeljno	★
linearni ležajevi 5,6	1,5g/poz	FOR PD 2	nedeljno	★
linearni ležajevi 7,8	1,5g/poz	FOR PD 2	nedeljno	★
linearni ležajevi 9,10	1,5g/poz	FOR PD 2	nedeljno	★
linearni ležajevi 11,12	1,5g/poz	FOR PD 2	nedeljno	★

Слика11. Шематски приказ подмазивања Плазме

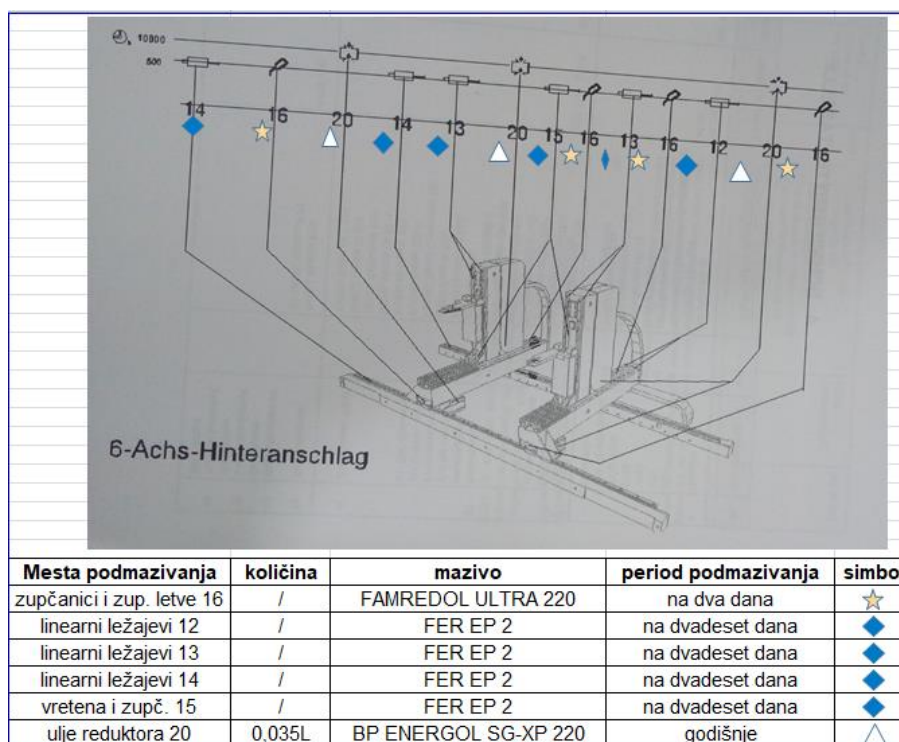
FOR PD 2 је мазива маст за доживотно подмазивање котрљајних и клизних лежајева где конструкцијски није предвиђена допуна и измена мазива. Посебно је погодна за трајно подмазивање лежајева електромотора. Добри ефекти подмазивања се постижу код лежишта са максималним бројем обртаја $n = 15000$ о/мин. Температурни интервал примене је од -40°C до 140°C . Тачка капања је 190°C , основа ове мазиве масти је литијумов сапун.

TRUMPF-Truma Bend V-230

Хидрауличка абкант CNC преса ознаке : “ **TRUMPF-Truma Bend V-230** ” део је полупропусног одељења. Ова машина се користи за савијање делова за све производне линије. Обзиром да је ова преса нумерички управљана, савија велики број позиција јер су измене програма веома брзе. Максимална дужина савијања је 3060mm, а максимална сила 230 Т, максимални отвор пресе је 535mm, стезање алата је хидраулично. Ход пресе је 365mm.



Слика 12. Изглед пресе



Слика 13. Шематски приказ подмазивања TRUMPF пресе

FAMREDOL ULTRA 220 је ЕП уље минералне основе које се користи за подмазивање редукторских преносника, лежаја и других уређаја у условима високих и ударних оптерећења. Генерално **FAMREDOL ULTRA** су висококвалитена уља произведена од неутралних минералних уља природно високог индекса вискозности. Ова уља одликују се подношењем високих притисака, високом отпорношћу на хабање, високооксидационом и термичком стабилношћу, добрим заштитним својствима од корозије и рђе, као и добрим особинама против пенушања. Ова уља се примењују и за подмазивање свих врста зупчастих и пужних преносника који раде у условима високих

и ударних оптерећења, при повишеним или нижим радним температурама. Такође могу се применити за подмазивање клизних и котрљајних лежајева. Предноси уља : мала хабања елемената, дуг век преносника и лежајева, дуг век употребе једног пуњења, примена у влажним срединама и при повишеној температури, мали трошкови одржавања, велика сигурност у експлоатацији.

Behringer CNC тестера

Берингер тестера служи за сечење углавном округлих полупроизвода. Може да сече материјале до пречника димензија приказаних у таблици. Обзиром да је реч о CNC машини, аутоматски сече углавном шипке на унапред задату дужину. Такође је део одељења за израду полупроизвода.



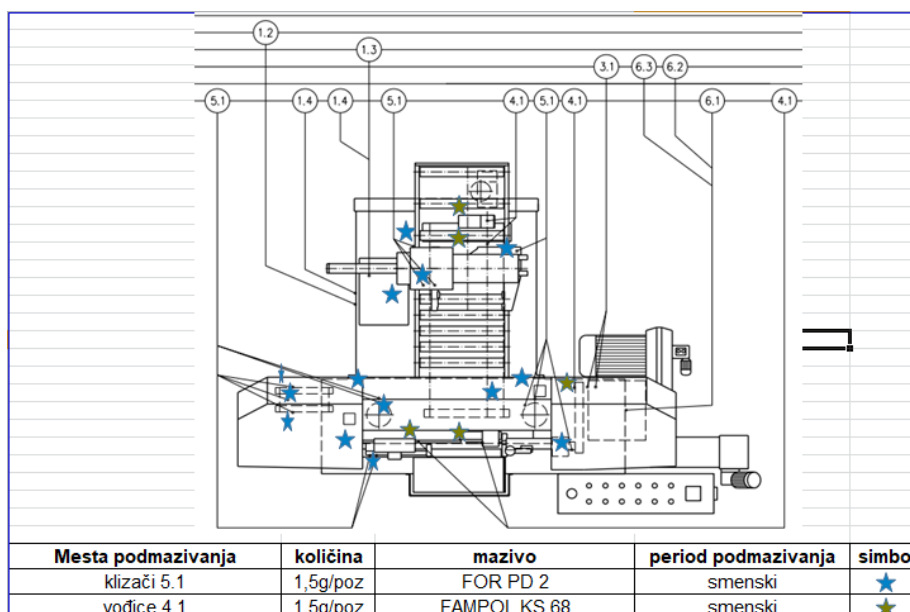
Слика 14. Изглед машине

Карактеристике ове машине су :

- Брзина кретања тестере : 80m/min
- димензије тестере : 2910 x 27 x 0.9mm
- тежина машине : 651kg

ERGONOMIC 290.250 GANC				
	○	□	□	□
0°	250	290×250	290×250	250×250
45° R	200	220×240	200×240	200×200
60° R	110	140×100	140×110	110×110
1,1/1,5 kW		2910×27×0,9mm		

Табела 7. Максималне димензије исечених комада према облику и углу сечења



Слика 15. Шематски приказ подмазивања Behringer CNC тестере

FOR EP 2 је ЕП мазива маст која се примењује за подмазивање котрљајних и клизних лежајева при повишеним оптерећењима и мањим бројевима обртаја. Примењује се и за подмазивање клизних стаза и других оптерећених мазивих склопова на индустријској опреми. Температурни интервал примене је од -30°C до 120°C . Тачка капања је 190°C . Основа ове мазиве масти је литијумов сапун.

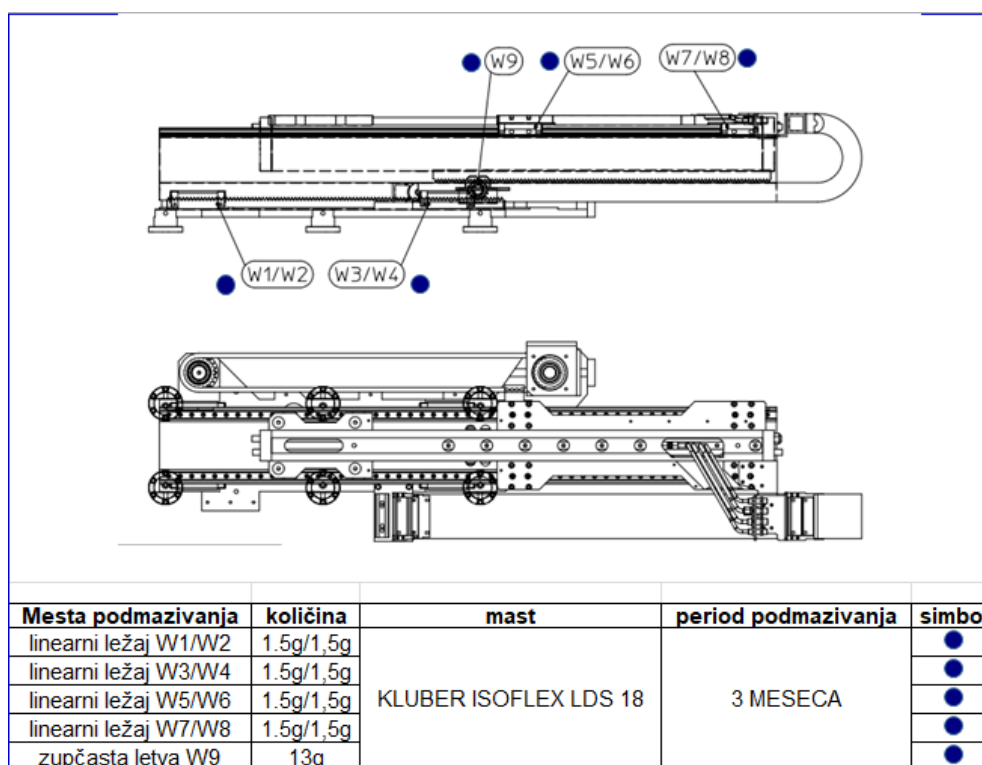
MATEC-40-HV CNC

MATEC-40-HV је CNC управљана машина. То је петоосна машина са два стола (две позиције за обраду делова). Осим три стандардне осе (кретање по x,y,z), машина има заокретање главе као четврту осу и ротацију столова као пету осу. Машина је инсталирана у фабрици 2012-те године, и стигла је као нова. Машина је најновије генерације ЦНЦ машина. Карактеристике ове машине су :

- радна област X-оса 6500mm
- радна област Y-оса 800mm
- радна област Z-оса 990mm
- ширина стола машине: 1300 x 800mm
- број обртаја вретена: 8000 о/мин



Слика 16. Изглед машине



Слика 17. Шематски приказ подмазивања MATEC-40-HV CNC машине

Kluber Isoflex NBU 15 је маст која се примењује за високе брзине обртних делова са добрим капацитетом апсорпције притиска на додирним површинама. Она је састављена од комбинације естерног уља, синтетичког хидрокарбонског уља, минералног уља и баријумског комплекса сапуна. Обезбеђује добру заштиту од хабања, заштиту од корозије и отпорана је на воду. Примена **Kluber Isoflex NBU 15** : Ова маст је посебно погодна за високобрзинске клизне и котрљајне лежајеве, као што су лежајеви вретена на ЦНЦ и другим машинама, навојним вретенима, матицама

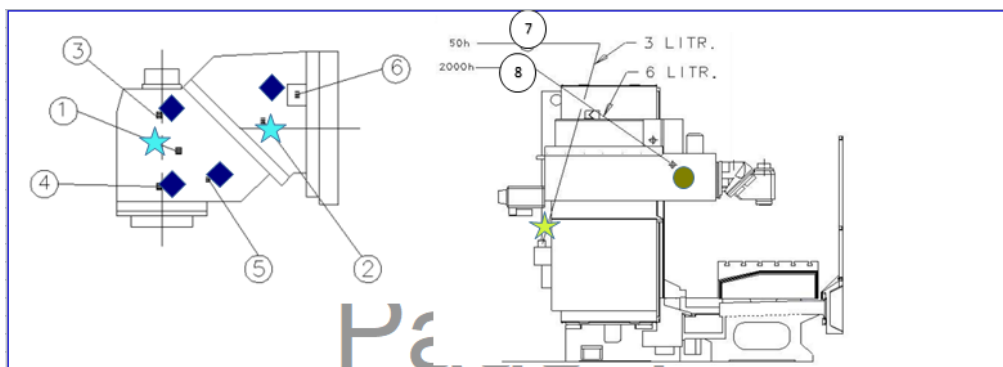
навојних вретена, која су изложена високим оптерећењима. Такође се користе и у прецизним инжењерским апликацијама за подмазивање бокова зуба прецизних зупчаника. Сервисни температурни опсег у коме маст не губи својства, је -40°C до 130°C . Тачка капања је на 220°C .

CME FS 4 је троосна ЦНЦ глодалица са једним столом. Машина је произведена 2008.године. Спада у групу релативно модерних ЦНЦ машина. Карактеристике ове машине су :

- ширина стола : 3100 mm
- дужина стола : 850 mm
- оперативност стола : 6500 kg
- ход по X-оси : 3000 mm
- ход по Y-оси : 1000 mm
- ход по Z-оси : 1000 mm
- брзи ход по X-оси : (20m/min)
- брзи ход по Y-оси : (20m/min)
- брзи ход по Z-оси : (20m/min)
- број обртаја вретена : 4000 o/min
- дужина машине : 4097 mm
- ширина машине : 8190 mm
- висина машине : 2893 mm
- Нето маса машине : 17500 kg



Слика 18. Изглед машине



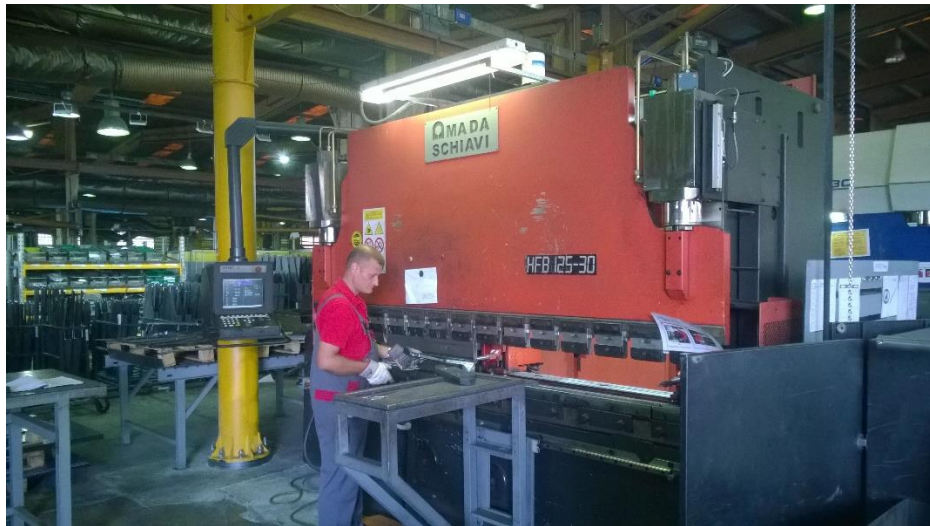
Mesta podmazivanja	količina	mast	period podmazivanja	simbol
reduktor glave poz 1	3g	KLUBER ISOFLEX NBU 15	svake smene	★
reduktor glave poz 2	3g		svake smene	★
ležaj glave poz 3	10g	KLUBER ISOFLEX LDS 18	20 dana	◆
ležaj glave poz 4	10g		20 dana	◆
ležaj glave poz 5	10g		20 dana	◆
ležaj glave poz 6	10g		20 dana	◆
centralno podmazivanje 7	3L	FAMPOL KS 32	2 dana	★
reduktor glave 8	6L	FAMPOL KS 68	3 meseca	●

Слика 19. Карактеристичне тачке подмазивања_CME

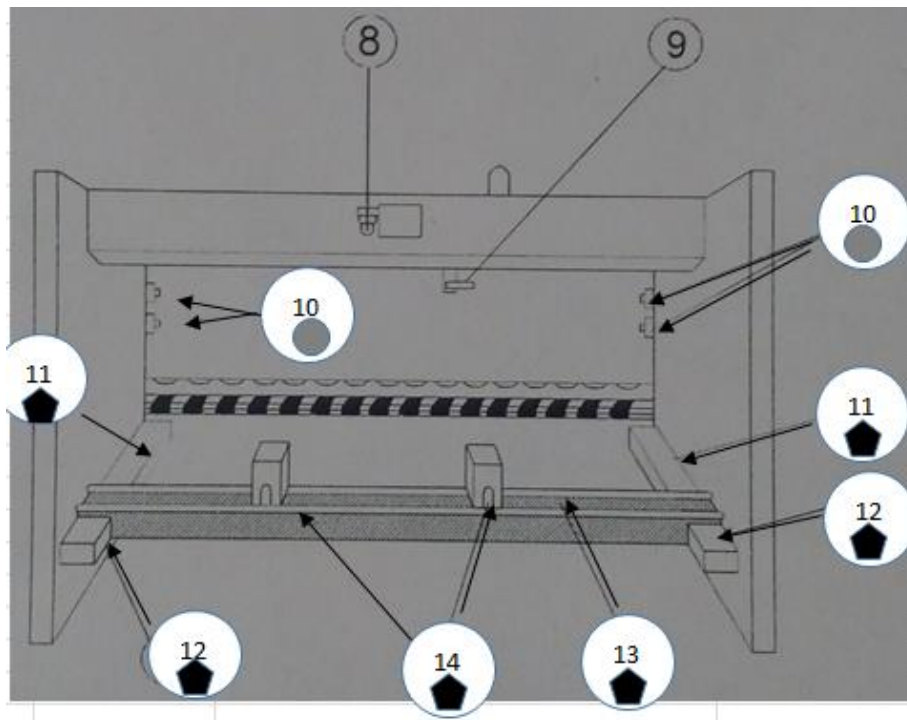
FAMHIDO HD 46 су хидраулична уља минералне основе са адитивима против хабања и корозије. Примењују се као флуиди за пренос снаге и кретања у свим хидрауличним системима при нормалним радним температурама. Ова хидраулична уља се користе за подмазивање покретних елемената : крилних, аксијалних, клипних и зупчастих пумпи. Хидраулична уља не утичу негативно на делове од обојених метала, не врше разарање, растварање и бубрење уобичајених заптивних материјала од гуме и пластике. Примењују се и за подмазивање малих и слабо оптерећених затворених зупчастих преносника. Тачка капања је 210°C.

Хидраулична абкант преса ознаке “**AMADA HFB 125/3**” је део одељења полупроизвода. Ова машина се користи за савијање делова за све производне линије. Карактеристике машине су следеће:

- капацитет : 125 T
- контрола : PELEM DA58
- дужина савијања : 3100mm
- отворена висина : 450
- дужина хода : 180
- јачина мотора : 15 kW



Слика 20. Изглед AMADA пресе



Mesta podmazivanja	količina	mazivo	period podmazivanja	simbol
navojna vretena šine 11	/	651 Chesterton	nedeljno	●
klizne staze šine 12	/	651 Chesterton	nedeljno	●
klizne staze graničnika 13	/	651 Chesterton	nedeljno	●
vretena graničnika 14	/	651 Chesterton	nedeljno	●
vođice bata 10	/	LGEF 2/1	tromesečno	●

Слика 21. Карактеристичне тачке подмазивања _AMADA

651 Chesterton је уље за подмазивање на бази детергента. Температурни опсег од -20°C до 150°C. Област примене :

- високобрзински индустријски лежајеви
- монтажне линије
- електрични мотори
- и других клизнопокретних спојева

TRUMPF LASER-TRULASER FIBER 3040 L50

Поред машина чији је начин подмазивања обрађен у овом раду фирма Wacker Neuson поседује и ласер најновије генерације набављен 2017. године као нов. Ласер као и плазма служи за исецање облика полуфабриката дебљина до 20mm. За разлику од делова исечених плазмом, ови делови имају далеко прецизније ивице после сечења. Ласер је такође део одељења за израду полупроизвода. На слици испод приказан је изглед машине. Критичне тачке подмазивања ласера, су веома сличне тачкама подмазивања плазме.



Слика 22. Изглед ласера

Castro Hyspin AWS 32 : Асортиман Castro Hyspin хидрауличних уља је базиран на високорафинисаном минералном уљу, са малим садржајем цинка који даје добра антихабајућа својства. Ова уља су специјално израђена да обезбеде добра антихабајућа својства и топлотну стабилност користећи при томе најновију технологију за производњу адитива. Такође **Castro Hyspin** уља омогућавају високу заштиту од корозије делова направљених од челика и обојених метала који се налазе у хидрауличним системима. Сервисни температурни опсег у коме уље не губи својства, је -30°C до 200° C.

7. Закључак

О значају подмазивања говори рецимо и податак, да 36% раних отказа код лежајева, као веома честог елемента у конструкцијама машина алатки, долази због сиромашног подмазивања или неадекватног одабира мазива (подаци добијени од произвођача лежајева фирме SKF).

Прописана количина мазива у унапред одређеним временским интервалима обезбедиће прописан животни век компоненте. Слична ситуација је и са осталим обртним и другим клизним деловима на машини као и са свим деловима између којих долази до међусобног кретања, а самим тим до трења.

Осврћући се на подмазивање машина обрађених у овом раду, посебно треба поменути високе радне брзине радних вретена машина. Нека од њих имају број обртаја и до 12000 o/min. Обзиром да ове главе вретена користе високопрецизне и веома скупе, а некад чак и керамичке лежајеве са косим додиром, јасно је да је правилно подмазивање кључни елемент њиховог правилног и дуготрајног функционисања.

Подмазивање је постало један од кључних фактора превентивног и проактивног начина одржавања.

Литература

- [1] Мирослав Бабић, Мониторинг уља за подмазивање, Крагујевац 2004.год.
- [2] Миле Стојилковић, Примена мазива, Нови Сад-Београд, 2011.год.
- [3] Александар А.Рац, Мазива и подмазивање машина, Београд 2007
- [4] Зоран Пешић, Богдан Недић, Физичко-хемијске и триболошке карактеристике уља за подмазивање
- [5] <https://www.wackerneuson.us/en/products/excavators/tracked-conventional-tail-excavators/model/et145-1/>
- [6] <https://www.wackerneuson.us/en/products/excavators/tracked-conventional-tail-excavators/model/et145-1/>
- [7] <https://tektion.rs/ulja-i-maziva/maziva-i-tecnosti-za-industriju/reduktorska-ulja/famredol-ultra-220-20lit.-ulje-za-reduktore/>
- [8] <https://www.klueber.com/en/product-detail/id/89/>
- [9] <https://chestertonlubricants.chesterton.com/en-us/Products/Pages/651.aspx>
- [10] https://chestertondocs.chesterton.com/Lubricants/tdlu651_EN.pdf
- [11] <https://fam.co.rs/art/222/mazive-masti-i-specijalna-maziva/litijumove-ep-mazive-masti/for-ep-2.html>
- [12] <https://www.fam.rs/art/695/industrijska-ulja-i-ulja-za-prehrambenu-industriju/hidraulicna-ulja/famhido-hd-46-ff.html?chlan=1>
- [13] <https://5.imimg.com> › hyspin-aws-32-210-ltr Castrol Hyspin AWS 32
hyspin-aws-32-210-ltr%20(1).pdf
- [14] <https://fam.co.rs/art/244/mazive-masti-i-specijalna-maziva/specijalna-maziva-za-dugotrajno-podmazivanje/for-pd-2.html>