

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Механички преносници

Број индекса: 122/2014

Стефан Д. Перишић

Примена био-мазива за подмазивање преносника снаге

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Блажа Стојановић, доцент - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Кандидат треба да да основне информације о мазивима:

- изврши њихову класификацију и поделу,
- тежиште рада треба да буде на био-мазивима,
- кандидат треба да објасни начин добијања, објасни које су предности а који недостаци био-мазива и
- кандидат такође треба да покаже која се био-мазива користе за подмазивање различитих преносника снаге.

Препоручена литература:

Стојановић Б., Благојевић М., *Механички преносници*, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац 2015.

Рац А., *Мазива и подмазивање машина*, Машински факултет, Београд, 2007.

Верчон Ј., *Мазива и подмазивање*, ЈУГОМА, Загреб, 1986.

Крагујевац, 2017.

Ментор:

Др Блажа Стојановић, доцент

Резиме:

У почетку рада приказана је и описана суштина преносника снаге као и мазива. Такође у оквиру овог рада извршена је подела мазива, дати су разни процеси производње мазива као и њихове карактеристике, док је посебна пажња посвећена био-мазивима. У наставку рада су приказане главне карактеристике, предности и недостаци био разградивих мазива, као и врсте и процеси добијања. Дата је примена био-мазива за подмазивање одговарајућих механичких преносника снаге. Поред тога дат је табеларни приказ основних карактеристика савремених био-мазива водећих домаћих и иностраних произвођача.

Кључне речи: Подмазивање, био-мазива, преносници снаге, уља, мазива.

Abstract:

In the beginning of this paperwork, as shown and described concept of lubrication mechanical power reducers. Also part of this work is the division of various processes and production of various lubricants as well as their characteristics. Special attention is given to biodegradable lubricants. In the further work, tables are also presented from which the recommendations for selection of lubricants for the lubrication of various power transmissions can be read.

Key words: *Lubrications, Biodegradable lubricants, Power transmissions, Oil and Grease.*

Изјављујем да сам овај завршни рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством као и наведеном литературом.

Број индекса Име и презиме

122/2014 Стефан Перишић

Садржај

1. Увод.....	3
2. Мазива.....	4
2.1. Минерална базна уља.....	8
2.1.1. Процес производње минералних базних уља.....	10
2.2. Синтетичка базна уља.....	11
2.2.1. Процес производње синтетичких базних уља.....	12
3. Био-мазива.....	13
3.1. Врсте и својства биљних уља.....	16
3.2. Поступак добијања био-мазива.....	17
3.3. Биолошки брзо разградиви производи.....	19
3.3.1. Репичино уље.....	19
3.3.2. Синтетички естри.....	19
3.3.3. Полигликоли.....	19
3.4. Методе испитивања брзо разградивих уља.....	20
3.4.1. Разградња у води.....	20
3.4.2. Разградња у земљи.....	20
4. Избор мазива за подмазивање преносника снаге.....	21
4.1. Основне карактеристике мазива за подмазивање зупчаника.....	21
4.2. Био-мазива за подмазивање преносника снаге.....	25
4.3. Био-мазива за подмазивање ланчаних преносника.....	28
4.3.1. Био-мазива за подмазивање ланаца тестера.....	28
4.3.2. Био-уља за подмазивање ланчаних преносника снаге.....	29
5. Системи централног подмазивања преносника снаге.....	30
5.1. Основне карактеристике мазива за подмазивање преносника снаге.....	30

5.2.Мазива за подмазивање отворених зупчастих преносника снаге.....	31
6.Прерада и одлагање отпадних уља у складу са еколошким стандардима.....	33
7.Закључак.....	35

1.УВОД

Преносник је уређај или склоп уређаја чији је основни задатак да снагу или механичку енергију, добијену од погонског мотора (електромотора, СУС мотора, парне турбине), ефикасно пренесе на:

- другу машину (пумпу, компресор, вентилатор, итд.),
- друге механизме (погонске точкове камиона за транспорт, гусенице дозера и багера, итд.) и
- директно на радни орган (радни точак роторног багера, длето за бушење).

Помоћу њих се такође може извршити промена:

- параметара снаге, величине обртних момента и угаоних брзина или силе и њених брзина.

Преносници снаге морају да испуне следеће задатке:

- да регулишу обртни момент, број обртаја, смер обртаја, итд., у зависности од врсте спољашњег оптерећења,
- да регулишу радне карактеристике (проток, напор) пумпи, компресора...,
- да изврше сумирање потребне снаге мотора при групном погону више различитих уређаја и
- да обезбеде миран старт и заштиту од преоптерећења погонског мотора.

Преносници омогућавају грађење погонских машина са великим бројевима обртаја, а малим обртним моментима, јер они врше повећање обртног момента на рачун смањења угаоне брзине. Брзоходна погонска машина заједно са преносником има мање димензије и мању тежину него спороходна погонска машина употребљива без преносника. Преносником се у извесним случајевима савлађује и растојање између радне и погонске машине, ако је из неких разлога потребно радну машину удаљити од погонске.

По начину трансформације обртног момента погонског система, системи преноса могу бити:

- механички (момент се преноси на два начина- трењем и обликом, с непосредним и посредним додиром погонског и гоњеног члана),
- хидраулични и пнеуматски (момент се преноси уз помоћ течности или гасова углавном под притиском) и
- електрични (момент се преноси електричним путем, електрична енергија се претвара у механички рад) [1].

2. МАЗИВА

Мазива су материје чија је основна улога да смање трење и хабање између покретних, односно покретних и непокретних компонената техничких (машинских) система.

Механизам којим се ова улога остварује зове се подмазивање, односно раздвајање контактних површина. Основни начин подмазивања су потпуно подмазивање (хидростатичко, хидродинамичко, еластохидродинамичко), код којег слој мазива има моћ ношења довољну да спречи додир два тела у сваком тренутку, и непотпуно подмазивање (мешовито или гранично), код којег то није случај. Начин подмазивања битно утиче на трење и хабање.

На слици 1 је приказано мазиво које се налази између две контактне површине у облику граничног филма (детал "А"), који раздваја две површине помоћу мазива, и самим тим чува површине од загревања, оштећења и отказа. Гранично подмазивање се анализира преко промена коефицијената трења.



Слика 1: Шематски приказ граничног подмазивања [2]

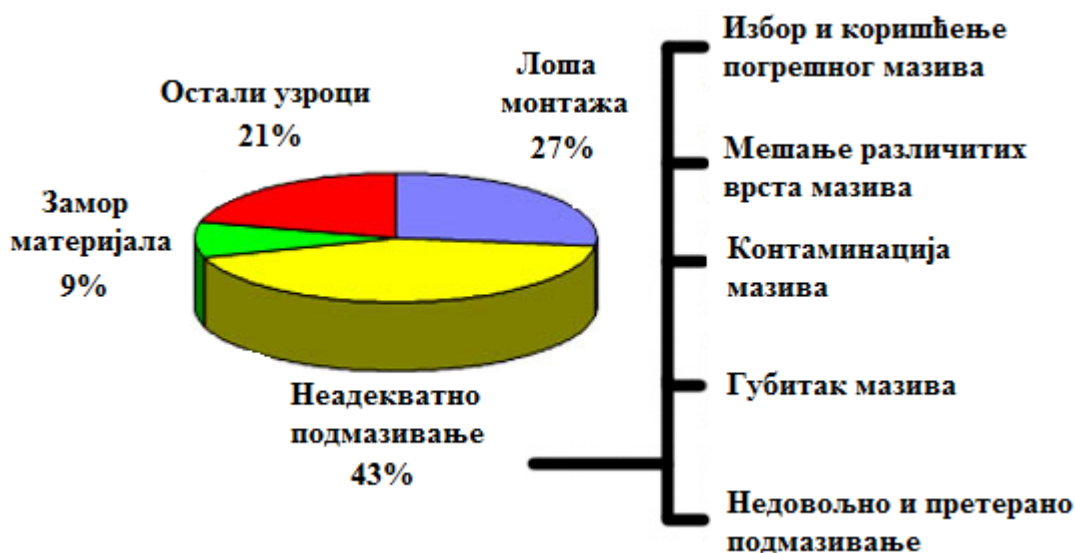
Осим смањења трења и хабања, мазива могу да имају улогу расхладног средства (смањењем трења и струјањем), служе као заштита од корозије (изоловањем од агресивних материја), учествују у заптивању, преносу снаге код хидрауличних система, пригушењу удара и вибрација.

Поред тога, мазива имају задатак да уклањају- испирају абразивне честице са контактних површина, штите површине од корозије, хладе делове машина да се не би загревале и дошло до отказа материјала или тих делова итд. У циљу задовољења одређених режима, подмазивања мазива морају да имају тачно дефинисана физичко-хемијска својства и одговарајуће функционалне карактеристике. У рударској пракси највећу и најширу примену имају мазива, уља и техничке масти. Основна физичко-хемијска својства мазивних уља су: густина, вискозност, индекс вискозности, температура паљења, температура стињавања, специфична топлота, хемијска стабилност и термичка стабилност.

Најважније функционалне карактеристике мазивних уља су: антикорозивност, компатабилност и антитоксичност. Основна физичко-хемијска својства техничких масти су: конзистенција, привидна вискозност, температура капања и оксидациона стабилност. Најважније функционалне карактеристике техничких масти су: механичка стабилност, отпорност на воду, издвајање уља и способност подмазивања. За испитивање мазива у употреби су различити поступци општег и посебног карактера за мазива уља и техничке масти, као и посебни поступци за извозну и другу ужад у рударству.

На слици 2 су приказани главни узроци настајања отказа механичких преносника снаге. Са слике се уочава да је најчешћи узрок отказа неадекватно подмазивање. До овог узрока може доћи услед погрешног коришћења мазива, мешања различитих врста мазива, губитка мазива, контаминације мазива и недовољног или претераног подмазивања.

Овако разноврсни задаци захтевају примену великог броја различитих мазива, која се деле према функцији, агрегатном стању, саставу или пореклу и намени.



Слика 2: Главни узроци отказа преносника снаге [2]

Трење које се јавља на површинама зубаца зупчаника при спрезању односно при кретању зупчаника, може се знатно ублажити подмазивањем. Улога мазива није само у ублажавању дејства трења као нежељене последице, већ и у обезбеђивању исправног хлађења зупчаника, такође и хабања. Хлађење се изводи обилним довођењем мазива (најчешће уља) у зони подмазивања (начин подмазивања оквашених површина).

Подмазивање зубаца зупчаника је сложен процес и није у потпуности остварљив.

Разлози леже у следећим случајевима који се јављају при подмазивању и то: при малим брзинама зупчаника не може се створити потребан хидродинамички притисак у слоју мазива па тада долази до непотпуног подмазивања, при великим брзинама

зупчаника услед дејства центрифугалне силе мазиво се тешко задржава на боковима зубаца зупчаника па се јавља појава подмазивања полуоквашених површина што је такође нежељена појава при подмазивању [2].

Да би се ове појаве ублажиле тј. разлози који доводе до непотпуног подмазивања елиминисали врши се убризгавање мазива под притиском у међузубља зубаца зупчаника (нарочито је овај поступак битан код подмазивања зубаца зупчаника који се обрћу великим бројем обртаја).

Вискозност представља најважније физичко својство мазивног уља. Вискозност уља директно утиче на формирање уљног слоја између металних површина које су у релативном кретању а тиме утиче и на смањење трења и хабања. Од вискозности уља зависи губитак енергије за покретање машинских склопова, губитак мазива кроз зазоре и друго. Под појмом вискозност подразумева се унутрашњи отпор честица течности.

Постоје две врсте вискозности и то:

- динамичка вискозност и
- кинематска вискозност.

Динамичка вискозност је коефицијент унутрашњег трења честица уља и изражава се у Pa (паскалима).

Кинематска вискозност је специфични коефицијент унутрашњег трења уља и представља однос динамичке вискозности и специфичне густине уља и изражава се у m^2/s . Динамичка (апсолутна) вискозност и кинематска вискозност одређују се помоћу *FogelOsagovog* вискозимера, на основу протицања узорка уља кроз капиларну цев на тачно одређеној температури. Релативна вискозност одређује се помоћу *Englerovog* вискозимера, који ради на принципу мерења времена истицања течности кроз отвор кратке цеви. Вискозност се изражава у релативним, конвенцијанло усвојеним јединицама степена.

Поред набројаних вискозимера постоји и низ других апаратура, које су нашле примену за одређивање вискозности у појединим земљама. У Енглеској се користи *Redvudov* вискозимер, а вискозност се исказује у *Redvudovim* секундама. У *SAD* најпознатији је *Sejbolto* вискозиметар. За прерачунавање једних јединица, вискозности у друге постоје одговарајући односи. При томе се јединица динамичке и кинематске вискозности могу прерачунавати у конвенцијалне јединице, док обрнут поступак није дозвољен.

Према функцији, мазива се деле на:

- конструкциона, која се сматрају елементом машине и бирају при њеном пројектовању истовремено са избором осталих материјала и
- технолошка, која се користе при обради материјала деформисањем и резањем.

Према агрегатном стању мазива деле се на гасовита (ваздух, гас), течна (уља), полутечна (масти) и чврста.

У односу на порекло, течна мазива (уља) деле се на минерална (добијена прерадом нафте), синтетичка (добијају се хемијском синтезом из различитих компонената), биљна и животињска.

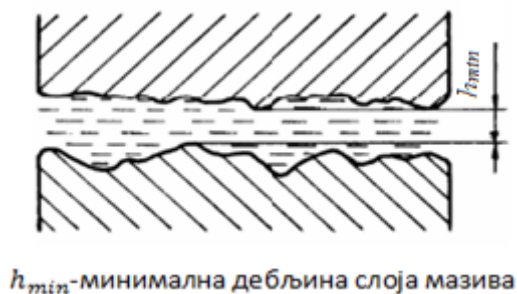
Код случаја граничног подмазивања највише су изражена адхезивна и абразивна хабања материјала, а у мањем обиму су присутни трибохемијски процеси и хабање услед површинског замора материјала. У циљу смањења трења и хабања у процесу граничног подмазивања потребно је обезбедити погодни површински, односно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

Поред граничног подмазивања постоји и хидродинамичко подмазивање (слика 3) које се односи на подмазивање при коме су површине које се подмазују 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 механичких система код којих се остварује хидродинамичко подмазивање одликују се следећим триболошким карактеристикама:

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

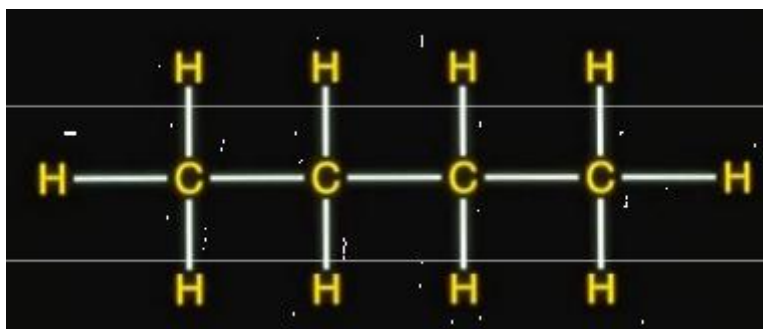
Дебљина уљног слоја, код хидродинамичког подмазивања, мора бити већа од збира висина површинских рељефа клизних површина. На слици 3 је приказано хидродинамичко подмазивање између две површине [3].



Слика 3: Хидродинамичко подмазивање [3]

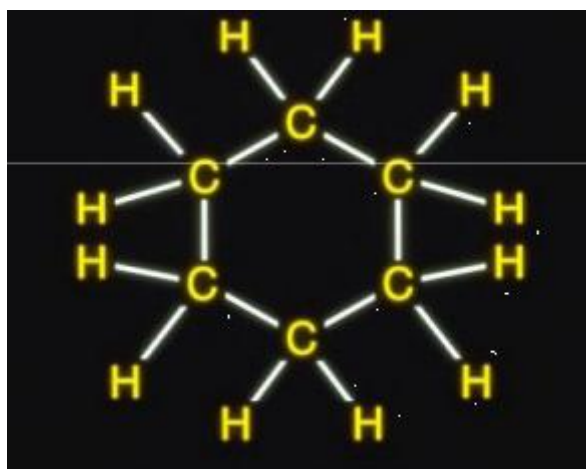
2.1 Минерална базна уља

Минерална базна уља у новије време називају још и конвенционалним уљима. Састоје се од угљоводоника (C) и водоника (H). Њихове структуре и остале особине зависе од природе и карактеристика сирове нафте из које се добијају, али од даљих секундарних сировина или поступака дораде. Прерадом парафинских нафти добијају се минерална базна уља парафинске основе. Користе се за производњу моторних, трансмисионих, редукторских, хидрауличних и компресорских уља. Доминантни конституенти ових базних уља су молекули нормалних (линеарних) парафина, изопарафина и циклопарафина. Структура молекула парафина је приказана на слици 4, која се састоји из низа угљеника и водоника, различито постављених.



Слика 4: Структура молекула парафина [4]

Дobre особине минералних уља су: високе тачке паљења, висока оксидациона и термичка стабилност, високи индекс вискозности. Индекс вискозности је емпиријски број, без димензија, који означава величину промене вискозности неког уља с променом температуре. Висок индекс вискозности значи релативно малу промену вискозности с променом температуре, док низак индекс вискозности показује велику промену вискозности с променом температуре. Прерадом нафтенских производа добијају се минерална базна уља, код којих су доминантни конституенти циклопарафини или нафтена приказани на слици 5 [4].



Слика 5: Структура молекула нафтена [4]

Добра особина минералних базних уља је ниска тачка течења, а непожељне су знатно нижа оксидациона стабилност и низак индекси вискозности. Због тога се нафтенска базна уља могу користити само за производњу уља за трансформаторе и електричне прекидаче, уља за расхладне компресоре, процесних уља, гумарских уља, флуида за обраду метала, за производњу мазивих масти и неких индустријских уља. Због ниских индекса вискозности нису погодна за производњу моторних уља.

Индекс вискозности уља одређује се мерењем кинематске вискозности на 40°C и 100°C, а употребом посебних таблица долази се до одговарајућег броја. Зависно од дубине рафинације, вредност индекса вискозности може бити висока (95Pa·s-100Pa·s), врло висока (од 120Pa·s) и ултра висока (од 140Pa·s). Од лошијих особина истичу се високе тачке течења, али се оне побољшавају поступком депарафинације и адитивима.

Моторна уља такође се користе као трансмисиона, хидраулична и компресорска уља која се производе искључиво од минералних базних уља парафинске основе.

Коришћена уља за обраду метала, трафо уље и синтетичка уља, нису погодне секундарне сировине за рерафинацију. Она се након одређене обраде обично користе као индустријско гориво и то у специјалним пећима (цигланама или цементарама) уз потпуну контролу сагоревања и хемијског састава димних гасова. Рерафинисана базна уља користе се за производњу свих врста мазивних уља и масти.

На слици 6 су приказана неколико производа минералних базних уља, која се користе за подмазивање преносника снаге.



Слика 6: Минерална базна уља [4]

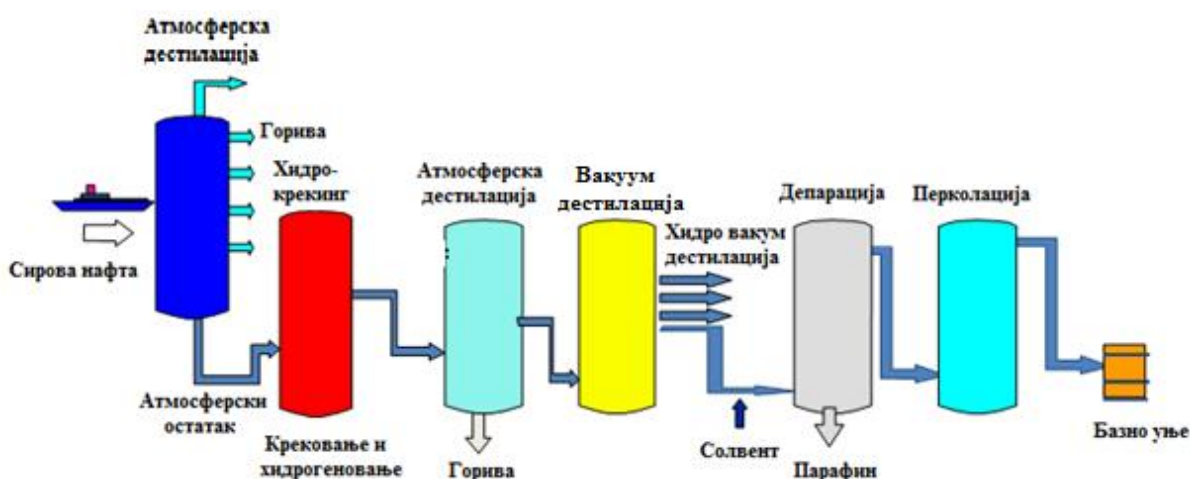
2.1.1 Процес производње минералних базних уља

Процес производње минералних базних уља се одвија кроз две фазе, атмосферска дестилација и вакуум дестилација.

Атмосферска дестилација у свом постројењу почиње процес прераде сирове нафте. Помоћу процеса прераде сирове нафте добијају се сировине за производњу моторних горива и атмосферски остатак, као и сировина за даљу прераду у циљу добијања базних уља. Супстанце које се не разлажу при загревању пречишћавају се дестилацијом под нормалним притиском.

Вакуум дестилација се заснива на преради атмосферског остатка и наставља се у постројењу за вакуум дестилацију. Ови процеси производње вакуум дестилације се обављају у рафинеријама које се баве производњом базних уља и различитих врста мазива (мазивих уља и мазивих масти). У тим постројењима дестилација мазута врши се под сниженим притиском (у вакууму), а добијају се вакуум дестилати (сирова уља) различитих вискозних градијација и вакуум остатак.

Рафинацијом вакум дестилата добијају се базна уља, а вакуум остатак је сировина за производњу путних или индустријских битумена. Слика 7 објашњава добијање минералних базних уља.



Слика 7: Добијање минералних базних уља [4]

Поред атмосферске и вакуум дестилације, које предњаче и међу првим поступцима су у производњи минералног базног уља, такође је доста битан поступак за производњу ових базних уља је и хидрокрекинг. Хидрокрекинг је посебан поступак који се користи за конверзацију тежих (јефтиних) фракција нафте у лакше, у скупље и вредније компоненте горива и мазива. Поступак је комбинација крековања и хидрогеновања.

Крековањем се конвертују теже фракције нафте у лакше, односно цепају се угљоводоници виших молекулских маса у ниже. У том процесу постају олефински угљоводоници незасићена и нестабилна једињења и водоник [4].

2.2 Синтетичка базна уља

Синтетичка базна уља представљају мешавину молекула угљоводоника тачно дефинисаних молекулских маса и структура које одређују потребне особине: оксидациону и термичку стабилност, испарљивост, вискозно-температурске особине, температуре паљења и стињавања итд.

Због проширених захтева произвођача модерних механичких система за побољшањем перформанси мазива, синтетичка и полусинтетичка мазива добијају све већи значај [4].

Удео синтетичких мазива у потрошњи мазива је више од 10%, са годишњом стопом раста потражње од 10-15%. Разлог овакве експанзије синтетичких мазива се може објаснити предностима синтетичких мазива над минералним у смислу:

- више оксидационе стабилности,
- више термичке стабилности,
- вишег индекса вискозности,
- ниже испарљивости,
- више температуре паљења,
- нетоксичности и
- дужег века у експлоатацији, односно мањих трошкова одржавања.

Недостаци синтетичких базних уља су високе цене и релативно лоша растворљивост конвенционалних адитива. У новије време синтетичка базна уља се све више користе за производњу најновијих верзија моторних уља, неких специјалних мазива и радних флуида, а према захтевима конструктора модерних возила и индустријских система.

Најчешће коришћена синтетичка базна уља су поли-алфа-олефини и естри. Поли-алфа-олефини су хидрирани засићени олефински олигомери који су добијени каталитичком полимеризацијом линеарних алфаолефина. Предност поли-алфа-олефина у поређењу са минералним базним уљима су нижа тачка стињавања, боља течљивост при ниским температурама, велика термичка и оксидациона стабилност, виша хидролитичка стабилност и мања испарљивост. На слици 8 су приказане неке врсте синтетичких уља која се користе у свакодневном животу. Главна препорука за интензивнијим развојем је висока цена производње синтетичких мазива. Међутим разлика између цене синтетичких и минералних уља се временом смањује, што ће у наредном преиоду повећати експанзију производње и примене синтетичких мазива [4].



Слика 8: Синтетичка базна уља [4]

2.2.1 Процес производње синтетичких базних уља

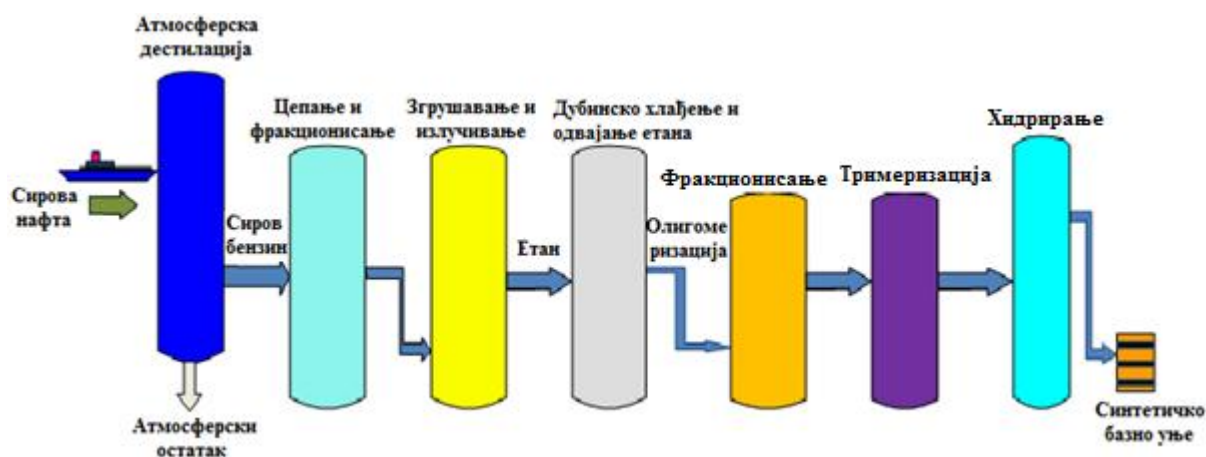
Синтетичка базна уља нису производи новијег датума, мада њихов удео у укупној производњи је доста мали, они имају веома значајну примену у неким областима технике, посебно у ваздухопловству, космичкој техници и код нуклеарних електрана.

С друге стране, предности које показују ова мазива у техничком и еколошком погледу, условили су сталан пораст њихове потрошње, која износи 10% на годишњем нивоу.

Синтетичка течна мазива обухватају различита уља и течности које се производе хемијском реакцијом од различитих органских материја, често и продуката добијених из нафте. За те намене користе се различити процеси као што су алкилација, кондезација, естерификација, полимеризација и други процеси. Полазна сировина може бити једно или више органских једињења.

Ова једињења се могу добити из деривата нафте природног гаса као и из биљака. Као што је приказано на слици 9 добијање синтетичких базних уља се врши тако што сирови бензин улази у атмосферску дестилацију потом остатак иде у атмосферу а сиров бензин иде даље где долази до цепања и фракционисања честица. Потом се добија излучивање и дубинско хлађење па следи фракционисање, тримеризација и на крају хидрирање.

Структура код синтетичких течних мазива је строго контролисана и може да се мења зависно од жељених својстава крајњег производа. Поред угљеника, водоника и кисеоника, у таквим једињењима су присутни сумпор, фосфор, азот, флуор, бор и други елементи. Могућности за производњу синтетичких течних мазива су многобројне, па је то разлог што постоји велики број врста различите структуре.



Слика 9: Добијање синтетичких базних уља [5]

За синтетичка базна уља направљена из природне нафте *GTL* процесом, очекује се да ће бити конкурентна стандардним плинским дериватима са ценом од 20\$ по литру.

Недавно су у Shellу уочили да производња синтетичких уља постаје све исплативија. Када се пусти нова фабрика која је још у изградњи, погон ће бити у стању да произведе 300 000 литара уља дневно, користећи природну нафту као сировину [5].

3.БИО-МАЗИВА

Биљна уља и животињске масти су вероватно била мазива које је човек користио пре него што су дошле ове нове врсте мазива. Међу њима су свакако првобитно у употреби била маслиново, палмино и рицинусово уље, а касније и многа друга. Међутим, та су уља имала неповољну стабилност на ниским и високим температурама и зато су, са доласком минералних уља, била потиснута, што је било условљено и техничким захтевима који су са индустријализацијом постајали све оштрији.

Данашњи захтеви за нетоксичним и брзо био-разградивим мазивима, која се користе пре свега на местима где је велика опасност од загађења околине, условила су повратак биљних уља у свет мазива. Нови квалитети биљних уља добијених из модификованих биљака обезбеђују добру хемијску и термичку стабилност при задовољавајућим нискотемпературним карактеристикама.

Индустријска производња биљних уља обухвата већи број процеса који се грубо могу поделити у следеће групе: припрему сировине, процес издвајања уља пресовањем и естерификацијом и процес рафинације [6].

Био-мазива се могу произвести и од нафтних производа. Био-гена мазива се могу објаснити као био-мазива новије генерације са додатком био-гене емисије CO_2 које поспешује бољу био-разградњу. Био-гена мазива, са друге стране садрже веома висок удео обновљивих сировина. Као такав они представљају додатни развој "био-мазива", узимајући у обзир изворе сировина као и еколошку компатибилност. На пример садржај угљеника који се добија из обновљивих сировина је више од 50% за хидрауличне течности са знаком *EU* за заштиту животне средине, за уље за моторне тестере то је преко 70%, за двотактни мотор и уља за подмазивање преносника снаге већа од 50% и за подмазивање мастима преко 45%.

Брзо био-разградиви производи се заснивају на синтетичким естрима или биљним уљима. То значи да се природна уља стабилизују хемијским модификацијама тако да готови производи испуњавају и превазилазе захтевне техничке карактеристике.

Једини глобални циљ јесте тај да заштитимо што је више могуће животну средину, међутим постајемо све више свесни природних многих ресурса и последице коришћења мазива.

Предности када се користе синтетички естри, био-деградибилна минимална токсичност смањује CO_2 , уштеда горива повећава ефикасност, дуг век трајања, изваредно подмазивање, веома мали коефицијент трења, високе перформансе и добра оксидација, такође нема старења материјала.

Предности које опредељују употребу биљних уља као мазива су нетоксичност, био разградљивост, обновљива сировина, добра мазивост, висок индекс вискозности, а недостаци су лоша оксидациона стабилност, неповољне ниско-температурне карактеристике, лоша хидролитичка стабилност и цена која је један ипо до два пута већа од цене минералног уља.

Биолошка разградња је могућа увек када су испуњени следећи предуслови:

- присуство микро организма,
- присуство кисеоника за дисање микро организма,
- присуство азота и фосфорних једињења за исхрану микро организма,
- одговарајућа температура, јер се биолошка разградња брже одвија у топлој средини него у хладној и
- треба имати у виду, да ако и разградиве материје продру до подземних вода, биолошка разградња је веома отежана, јер је ово подручје тешко приступачно за микроорганизме. У последње време, захтеви заштите животне средине, намећу произвођачима мазива задатак да интензивирају развој биолошки брзо разградивих мазива. С обзиром да само 1 литар минералног уља загади око 1 000 000 литара воде довољан је разлог за све већом применом биолошки брзо разградивих уља [7].

Разградња почиње од низа биолошких и хемијских процеса у одговарајућим условима.

Методe испитивања дају информације о брзини разградње мазива и тиме да се предвиди како ће се мазиво природно разградити. Постоје различите дефиниције био разградљивости и методе испитивања за одређивање биолошке разградљивости.

Постоји неколико врсте разградљивости од којих је једна важнија примарна биолошка разградња која мења хемијску структуру испитиване материје, постигнута биолошком активношћу што резултира губитком специфичног својства те супстанце. Такође имамо и тоталну биолошку разградњу, која конверзује органске материје помоћу микро организама у минералне микро продукте као што су вода и неорганске соли уз истовремено повећање биомасе [8].

Поред биолошке разградљивости важна особина еколошки прихватљивих мазива је и токсичност мазива, која се односи на заштиту живих организама. Најчешћа испитивања токсичности раде се тестовима на водене организме: разне врсте алги, такође и риба. Тестови токсичности имају за циљ утврђивање утицаја мазива за живе организме. Тешкоће у процени резултата теста произилазе из чињенице да иста концентрација различитих токсичних супстанци утиче на живот организама у различитим окружењима, на другим локацијама, као и посматрање само једне врсте организама не одржава реалну ситуацију.

Биолошки брзо не разградиви производи се морају контролисано сакупљати и одлагати као и нафтни производи и не смеју се једноставно просипати или неконтролисано одлагати. Морају се складиштити одвојено од нафтних продуката и испоручивати организацијама које врше спаљивање коришћених уља. На слици 10 је приказано неколико врсте биљних уља која су базна уља и већина се користе у производњи био-мазива [9].



Слика 10: Биљна базна уља а) сунцокретово уље, б) сојино уље, ц) палмино уље, д) маслиново уље, е) уље уљане репице [9]

3.1. Врсте и својства биљних уља

Основне и најважније врсте биљних уља које се данас користе у производњи течних мазива добијају се из плодова уљане репице, соје и сунцокрет.

Својства биљних уља за подмазивање зависе у великој мери од врсте киселина у њиховом саставу. Највећи утицај има број двогубих веза атома угљеник-угљеник и према томе се разликују три киселине: олеинска, линолна и линоленска.

Олеинска киселина има једну двогубу везу, те њена је отпорност на оксидацију значајно боља од линолне и линоленске киселине и даје одговарајућу структуру погодну за примену мазива. Линолна киселина има две двогубе везе и стога и лошију оксидациону стабилност од олеинске.

Линоленска киселина са три двогубе везе оксидише брзо због тога што лако реагује са кисеоником. Зато је присуство ових киселина непожељно и поред тога што дају мазивима добре карактеристике на сниженим температурама.

Нове сорте уљане репице, сунцокрета и соје са пожељним комбинацијама олеинских, линолних и линоленских молекула у саставу могу данас успешно да се произведу.

Стандардни производи сунцокретовог уља садржи 70% линолних молекула и да је средњу отпорност на оксидацију. Због тога се могу користити за услове проточног подмазивања при нормалним температурама. Нова врста сунцокретовог уља садржи 65% олеина и 26% линола што омогућује ширу употребу, с обзиром на већу оксидациону отпорност и релативно добра ниско-температурна својства.

Америчка агенција за заштиту животне средине, објавила је у марту 2013. године општу дозволу за пловила, која је ступила на снагу у децембру исте године. То ново законодавство прописује да сви бродови морају користити мазива која су компатабилна са животном средином. То значи да на свим местима где мазиво долази у додир са водом, да буде био мазиво, које неће угрозити живот бића који живе у води, осим ако је то технички не изводљиво.

Овај закон се примењује за све бродове веће од 79 метара које путују водама Сједињених Америчких Држава, на удаљености од три миља од обале.

Еколошки прихватљива мазива морају бити био-разградива, која могу имати само минималне токсичне делове и не смеју бити био-акумулативна. [10].

3.2. Поступак добијања био-мазива

Базно уље у саставу мазива учествује са више од 50% мазива, јасно је да оно има преовладајући утицај на укупне перформансе формирајућег мазива. За производњу биолошки разградивих мазива, конвенцијална минерална базна уља могуће је заменити:

- биљним уљима и мастима или
- синтетичким естрима масних киселина.

Биљна уља су један од кандидата за замену конвенцијалних минералних уља у формацији мазива, пре свега захваљујући својој природној биолошкој разградљивости и доброј мазивости. Поред тога биљна уља су обновљива сировина и њихова цена је повољнија у односу на друге алтернативне биоразградиве сировине. Ограничавајући фактор шире употребе биолошки разградљивих мазива произведених из природних уља и масти могу бити скупља у односу на конвенциона мазива.

Биљна уља и масти су материје биљног или животињског порекла, које се састоје од естара тровалентног алкохола глицерола и масних киселина, такозваних триглицеридних и не глицеридних компоненти.

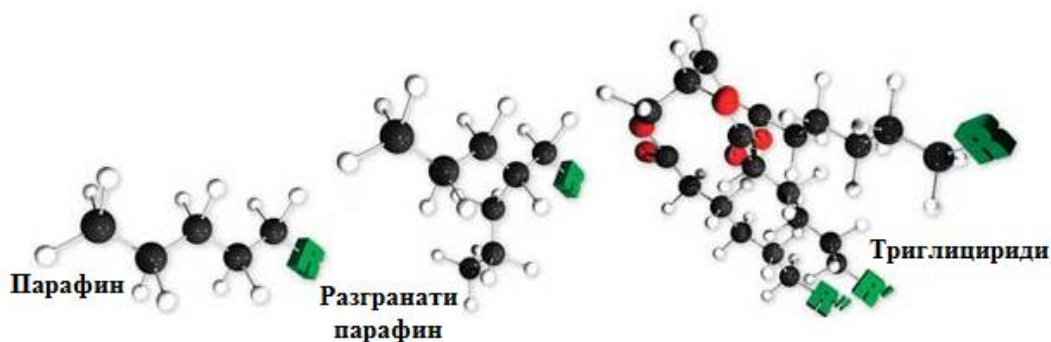
Триглицериди су конdezациони продукти тровалентног алкохола глицерола и масних киселина, који настају реакцијом једне молекулске везе глицерола и три молекулске везе масних киселина, при чему настаје једна молекулска веза триглецирида и три молекулске везе воде. Синтетички естри масних киселина важна су сировинска база у хемијској и прерађивачкој индустрији. Метил естри масних киселина се уграђују у био-разградива мазива.

Синтетички естри масних киселина који се могу користити као базна уља за производњу мазива су многолицериди и диглецириди, који се добијају реакцијама:

- естерификације и
- преестерификације [11].

Пре претварања у био-разградива мазива, потребно је прво размотрити оперативне карактеристике био-разградивих мазива, као што су температура, притисак, проток, контаминације као што су вода, прашина, прљавштвина и да ли је систем филтрације довољно чист за нову течност.

По својој природној форми, био-уља се састоје пре свега од молекулских структура парафина, разгранатог парафина и триглицерида приказано на слици 11. Парафини и триглецириди имају ограничења у перформансама, нарочито лошу топлотну, хидролитичку и оксидациону стабилност. На пример, већина природних био-уља не може издржати температуре резервоара веће од 80°C.



Слика 11: Молекулске везе парафина и триглицерида [11]

Био-флуиди су дефинисани у четири главне класификације:

- HETG,
- HEES,
- HEPR и
- HEPG.

HETG (уљана репица) течности на бази поврћа су лако био-разградиве. Међутим ове течности су првенствено најпогодније за ниске температуре и системе ниског притиска. Ове течности могу издржати само радне температуре испод 70°C, преко те температуре губе своја својства подмазивања и хемијски немају своју почетну структуру.

HEES (незасићени и засићени естри) су био-разградиви флуиди, што првенствено зависи од тога да ли је изабрана незасићена или засићена база естара. Засићени естер је кључани производ када је био-разградња у питању с обзиром да доста потпомаже разградњу.

Већина био-разградивих флуида се разликују од минералних уља, пошто не остављају визуелни ефекат на површини (тако звани „ефекат дуге”), зато што у себи садрже засићене естре.

HEPR (поли-олефини) су брзо био-разградиви флуиди и имају веома добру хидролитичку стабилност. Поли-олефини имају бржу био-разградњу од минералних уља, али значајно спорију био-разградњу од већине естара. Флуиди који се дефинишу као брзо-разградиви требају имати разградљивост од 60% у периоду од 28 дана.

HEPG (полигликоли) су базирани на води, али се не могу мешати са другим хидрауличним течностима и често су некомпатабилни са неким материјалима за заптивање, пошто могу нагризати неке гуме и пластике које се користе као заптивачи.

Данас неки произвођачи мешају HETG и HEPR флуиде како би добили добру разградљивост и отпорност на оксидацију и добру вискозност. Остали се мешају са синтетичким диестрима и уљима од канголе да би добили сличне резултате [12].

3.3. Биолошки брзо разградиви производи

3.3.1. Репичино уље

Уља биљног порекла (репичино, маслиново, рицинусово, палмино, итд.) су триглецириди естри глицерина и незасићених виших масних киселина. Репичино уље се користи за производњу хидрауличних уља и уља за подмазивање ланаца моторних тестера.

Када се користи као хидраулични флуид у хидрауличним системима морају се узети у обзир следећа ограничења:

- краћи интервали замене у односу на минерално уље због слабије оксидационе стабилности,
- не може се користити на температурама испод -20°C и
- радна температура уља је 70°C , максимално 80°C .

Репичино уље се не може користити као базно уље за производњу моторних уља или уља за механичке преноснике.

3.3.2. Синтетички естри

Разни синтетички естри су биолошки брзо разградиви и у тестовима дају сличне брзине разградње као и репичино уље. Уз то они показују боље резултате што се тиче оксидације и течљивости на ниским температурама. Могу се мешати са минералним уљима. Користе се за производњу хидрауличних уља, уља за двотактне бензинске моторе (пре свега за ванбродске моторе) као и за уља за дизел моторе за употребу у еколошки осетљивим подручјима. Ако се користе као хидраулична уља:

- могуће је продужење интервала замене у односу на уља на бази рафината,
- могућа је употреба до -30°C ,
- дозвољена трајна температура уља је до 100°C [13].

3.3.3. Полигликоли

Густина полигликола већа је од 1 kg/m^3 . Делимично су растворљиви у води и биолошки су брзо разградљиви. Брзо продиру кроз земљиште до подземних вода, што им је негативна особина. Полигликоли се не могу мешати са осталим производима. Пре употребе мора се проверити њихова подношљивост са лаковима (често растварају лакове и фарбу) и материјалима од којих су направљени филтери и заптивке. Не препоручују се за склопове код којих у додир долазе челик и алуминијум. Биолошки брзо разградиви производи се морају контролисано сакупљати и одлагати као и нафтни производи и не смеју се једноставно просипати или неконтролисано одлагати [14].

3.4. Методе испитивања брзо разградивих уља

3.4.1. Разградња у води

Стара метода испитивања билошке разградивости је била намењена само за тестирање нечистоћа стајаћих или текућих вода са малим количинама уља за двотакне моторе ванбродских мотора.

Нова метода примењује се и за остала мазива. Уље се у воденом раствору излаже дејству бактерија и сврстава се у биолошки брзо разградиво ако се у условима теста 80% разгради за 21 дан.

3.4.2. Разградња у земљи

Много су чешћа изливања уља у земљи, и то најчешће у виду капљања због неисправних заптивача. Овде не постоји стандардизована метода тестирања, јер још увек није дефинисан стандардни узорак земљишта, који би се користио приликом мерења и који би могао дати упоредиве резултате. Тако на пример, земља са њива садржи мноштво бактерија, што обезбеђује добру разградњу, док је песак осиромашен хранљивим материјама и има мало бактерија или их уопште нема, па је њихова разградња незадовољавајућа.

Осим тога треба узети у обзир и то да поред уља у земљи или води може бити и других биолошких разградивих материја. Ако ове материје бактеријама боље пријају оне ће најпре њих разградити. Услед тога ће брзина разградње уља бити незадовољавајућа.

На слици 12 је приказана биолошка разградња уља [15].



Слика 12: Приказ биолошке разградње уља [15]

4. ИЗБОР МАЗИВА ЗА ПОДМАЗИВАЊЕ ПРЕНОСНИКА СНАГЕ

Кретање спрегнутих зупчаника је праћено појавом трења које је потребно смањити употребом мазива, како би се спречило хабање радних површина и сачувао радни век елемената преносника.

Улога мазива, осим подмазивања којим се ублажава дејство трења, такође обезбеђује хлађење зупчаника, које се обавља обилним довођењем мазива (најчешће уља), у зону обављања подмазивања.

Подмазивање зупчаника је сложен процес код кога се јављају проблеми у случајевима када се подмазују зупчаници при малој брзини, јер се тада не може остварити потребан хидродинамички притисак, и при великим брзинама када се услед центрифугалне силе која се јавља приликом ротирања зупчаника мазиво распршује у околну средину. У оба случаја долази до делимичног подмазивања, јер се мазиво слабо задржава на површинама на којима се трење јавља. Како би се ове нежељене последице смањиле, подмазивање се обавља убризгавањем мазива у међузубља зупчаника, посебно код зупчаника који се обрћу великим бројем обртаја.

4.1 Основне карактеристике мазива за подмазивање преносника снаге

За подмазивање зубаца зупчаника користе се следеће врсте мазива:

- чврста мазива - која се користи код зупчаника чија брзина не прелази $3m/s$. Најчешће примењено мазиво за ову сврху је легирана маст са адитивом молибден сулфида (MoS_2),
- техничке масти - које се користе код зупчаника који се крећу брзином до $2,5m/s$ и
- уља- минерална и синтетичка.

Да би се извршио правилан избор мазива за подмазивање зубаца зупчаника, неопходно је класификовати карактеристике које мазиво мора да поседује као би процес подмазивања био оптималан. Задовољавање ових карактеристика мазива доводи до правилног избора мазива, а тиме и до правилног подмазивања. У ове карактеристике мазива спадају:

- да буде стабилно у експлоатацији тј. да задржи своја хемијска и физичка својства при промени брзине струјања радне температуре и притиска,
- да има добру топлотну проводљивост,
- да има малу промену вискозности са променом температуре и притиска у радном опсегу,
- да је отпорно на појаву пене и стварање емулзије (мешање са водом),
- да има добру отпорност према старењу и оксидацији и

- да је што мање активно према гуми (гуменим заптивкама), металима, пластичним масама, заштитним премазима и сл.

Поред набројаних основних карактеристика које мора да испуни мазиво за правилан његов избор у технологији подмазивања зубаца зупчаника, потребно је обратити пажњу и на две основне карактеристике радне течности у које спадају:

- брзина издвајања ваздуха, која показује којом ће се брзином ваздушни мехурићи појавити на површину течности (уља) за подмазивање и
- својство радне течности да се пенуша, тј. брзина разбијања мехурића издвојених на површини течности за подмазивање (уља) у облику пене.

За подмазивање отворених преносника и једним делом затворених преносника са малим бројем обртаја, најчешће се користе чврста мазива и техничке масти, док се за подмазивање затворених механичких преносника искључиво користе уља. У погонској пракси за подмазивање механичких преносника углавном се користе два система за подмазивање зубаца зупчаника уљем и то: систем потапања зубаца зупчаника у уљно купатило и систем убризгавања тј. довођење уља под притиском помоћу мазалица (дизни) у међузубље зупчаника непосредно при њиховом спрезању.

Код подмазивања потапањем, зупчаник својим доњим делом урања у уљно купатило толико, да дубина потапања износи 1-5 модула зупчаника. Подмазивање потапањем се користи за обимне брзине зупчаника до 15 m/s.

Подмазивање убризгавањем уља се користи за веће брзине зупчаника и предност оваквог начина подмазивања се огледа у сталној циркулацији једног те истог уља у систем за подмазивање. Ово је врло битно са аспекта потрошње уља јер смањује потребу сталне замене уља. Да би овакав систем за подмазивање могао да функционише неопходно је да садржи следеће основне компоненте: погонски агрегат за обезбеђење сталне циркулације уља (циркулациону пумпу), систем за хлађење циркулационог уља (хладњак), цевни систем са арматуром за проток циркулационог уља (термометар и манометар).

За правилно подмазивање зубаца зупчаника овим начином, неопходно је обезбедити да радна температура не прелази вредност 60-80 °C, јер при већим температурама долази до брзог старења уља [16].

Треба рећи, да за подмазивање затворених зупчастих преносника код техничких система (машина), са малим бројем обртаја, користе се за подмазивање течне мазиве масти. Количина мазиве масти (полутечне масти) је одређена габаритом самог преносника, док се начин подмазивања изводи континуално тј. по принципу истом као код подмазивања уљем.

Препоруке за избор уља за подмазивање зубаца зупчаника се карактеришу вискозношћу уља у зависности од снаге и брзине механичког преносника. Приказ ових карактеристика је дат у табели 1. Напомена важи за подмазивање свих врста зупчаника на техничким системима (машинама) у општем машинству. Замену уља треба вршити сваких 1000-5000 часова рада у зависности од врсте оптерећења преносника.

У периоду уходавања система (у почетном периоду рада тј. разрађивања система) замену уља вршити после сваких 20-30 часова рада [16].

Табела 1. Подаци о вискозности уља η ($Pa \cdot s / 50^{\circ}C$), за подмазивање зубаца зупчаника [16]

Обимна брзина зупчаника m/s	$F_t / (b \cdot m_n)$ F_t – обимна сила на зупчанику, m_n – модул зупчаника		
	12,5	12,5-30	30
0,5	0,135	0,274	0,410
0,5-2	0,720	0,135	0,274
2-6	0,049	0,720	0,135
6-12	0,036	0,049	0,720

Напомена: Уља за подмазивање зупчаника су легирана (уља са додатком ЕП адитива) и то за јака оптерећења и хипоидна уља веће носивости.

Поред основне наведене табеле о избору уља за зупчасте преноснике даје се и препорука избора мазива за отворене зупчасте преноснике према стандарду SRPS В. НЗ. 270-274, као и препоруке за начин доношења (табела 2) [16].

Табела 2. Препоруке према SRPS В. НЗ. 270-274 [16]

Врста мазива	Метода подмазивања
Мазива на бази битумена	Ручно подмазивање
Мазива са растварачима која остављају чврст филм након сушења	Ручно или аутоматско, прскањем
Уља високе вискозности са адитивима	Капањем, прскањем, континуирано или повремено

Препоруке избора начина подмазивања и врсте мазива зупчастих преносника на техничким системима, приказане су у табели 3. према стандарду SRPS В. НЗ. 270-385 [16].

Табела 3. Препоруке према SRPS В. НЗ. 270-385 [16]

Ознака мазива (уља)	Вискозност на $t = 40^{\circ}C$	Индекс вискозности уља	Тачка паљења уља $^{\circ}C$	Тачка стињавања уља $^{\circ}C$
ISO L-CKC 68	68	95	220	- 25
ISO L-CKC 100	100	95	220	- 20
ISO L-CKC 150	150	95	220	- 18
ISO L-CKC 220	220	95	230	-15
ISO L-CKC 320	320	95	235	-12
SAE градација				
80 W	11	90	165	-27
80-90 W	14	95	180	-27
85-90 W	17	95	180	-19
85-140 W	26	90	200	-12
90 W	18	90	180	-19
140 W	31	80	210	-12

Напомена: Ово је група висококвалитетних уља са EP својствима за индустријске зупчасте преноснике који раде у области температура од 15-120 °C. Користе се за подмазивање високо оптерећених преносника свих врста озубљења и оптерећења.

За подмазивање елемената механичких преносника снаге код моторних возила, рударско-грађевинских машина, пољопривредних машина користе се опште препоруке за избор мазива које су табеларно приказане у табели 4. [16].

Табела 4. Мазива за механичке преноснике код моторних возила [16]

Возила	Механички мењачки преносници	Аутоматски механички преносници	Диференцијални (хипоидни) преносници	Диференцијални преносник (конични са лучним зупцима, пужни)
Путничка возила	SAE 80 (EP) SAE 90 (EP) или мултиградно	Флуиди за аутоматске преноснике, АТФ	SAE 90 (EP) или мултиградно	—
Теретна возила	SAE 80 (EP) SAE 90 (EP) или мултиградно	SAE 80 (EP) за полуаутоматске мењаче, АТФ флуид за аутоматске	—	SAE 140 или мултиградно

Напомена: При избору уља са EP адитивима мора се водити рачуна о компатибилности са материјалима од којих су израђени елементи мењача.

У табели 5. су приказане орјентационе вредности градације моторних уља и уља за мењаче и диференцијале према SAE градацији.

Табела 5. Оквирне вредности према SAE градацији [16]

SAE број	Степен Енглера °E	Назив вискозитетне градације
Код моторних уља SAE		
10 W	2,5-3,35 / 50°C	Врло лако, зимско
20 W	3,35-6,75	Лако, зимско
30 W	3,34-6,62	Лако
40 W	6,62-9,84	Средње
50 W	9,84-14,20	Тешко
(зимски услови)	14,20-21,80	Врло тешко
Код уља за мењаче и диференцијале SAE		
75 W	3,0-4,0 / 50°C	Врло лако
80 W	7,0-10,0	Лако
90 W	12,0-25,0	Средње
140 W	3,4-5,6 / 100°C	Тешко
250 W	изнад 5,6	Врло тешко

Напомена: SAE се одређује, за зимске услове на 0°F (Фаранхајда), а на 210 °F код осталих уља.

АГМА (American Gear Manufactures Association), за индустријске зупчасте преноснике прописује 9 група уља за подмазивање индустријских зупчаника које по величини вискозности одговарају SRPS групама од 46 до 1000. У табелама 6. и 7. извршена је АГМА подела уља за затворене зупчасте преноснике [16].

Табела 6. АГМА препоруке за избор мазива за затворене зупчасте преноснике

АГМА број	SRPS вискозна група	АГМА број	SRPS вискозна група
1	46	6, 6EP	320
2, 2EP	68	7 comp, 7 EP	460
3, 3EP	100	8 comp, 8 EP	680
4, 4EP	150	8A comp	1000
5, 5EP	220		

Напомена: Сва уља садрже адитиве против корозије и оксидације. Групе 7 comp, 8 comp и 8A comp садрже од 3 до 10% масних уља.

Табела 7. АГМА препоруке за избор мазива за затворене пужне преноснике

Осно растојање <i>mm</i>	Врста пужног преносника	Број обртаја пужа <i>o/min</i>	АГМА број		Број обртаја пужа <i>o/min</i>	АГМА број	
			Температура околине °C			Температура околине °C	
			-10 до 15	10 до 15		-10 до 15	10 до 15
До 150	Цилиндрични глобоидни	700	7 comp	8 comp	700	7 comp	7 comp
		700	8 comp	8A comp	700	8 comp	8 comp
150-300	Цилиндрични глобоидни	450	7 comp	8 comp	450	7 comp	7 comp
		450	8 comp	8A comp	450	8 comp	8 comp
300-450	Цилиндрични глобоидни	300	7 comp	8 comp	300	7 comp	7 comp
		300	8 comp	8A comp	300	8 comp	8 comp
450-600	Цилиндрични глобоидни	250	7 comp	8 comp	250	7 comp	7 comp
		250	8 comp	8A comp	250	8 comp	8 comp
Изнад 600	Цилиндрични глобоидни	200	7 comp	8 comp	200	7 comp	7 comp
		200	8 comp	8A comp	200	8 comp	8 comp

4.2. Био-мазива за подмазивање преносника снаге

У складу са наведеним препорукама у зависности од намене, наведена мазива се могу заменити одговарајућим био-разградивим мазивима, уколико постоји опасност од контаминације животне средине. Био-разградива мазива се начешће користе у прехранбеној индустрији, наутици где би изливање уља довело до загађења водотокова, код преносника снаге лифтова у стамбеним и пословним објектима, и уопште на свим местима где постоји опасност по здравље човека.

Домаћи и страни проивођачи нуде широк избор био-разградивих мазива за преноснике снаге, која по својим карактеристикама у потпуности мењају синтетичка и минерална мазива, али у односу на њих не угрожавају животну средину. Један од таквих производа је и **FAM OIL FG**, фабрике „Fabrika maziva - FAM a.d.“ из Крушевца. **FAM OIL FG** је универзално уље произведено на бази високо рафинисаног, нетоксичног

белог уља без аромата у чијем саставу преовлађују инертни изопарафини, фармакопејске чистоте за употребу у прехранбеној индустрији. Без укуса су и мириса. Боја је стабилна и прозирно бела, што овом уљу даје својство да се производи који долазе са њим у непосредан контакт не обоје.

Одликују га следеће карактеристике:

- одлично подмазивање,
- изванредна отпорност ка разградњи због високе оксидационе стабилности,
- висока хемијска и биолошка стабилност,
- одлична течљивост на ниским температурама и висока тачка паљења омогућавају примену овог уља у широком температурном опсегу и
- ниска испарљивост утиче на изузетно ниску потрошњу.

Мазива из класе *FG* задовољавају ниво квалитета ISO 6743-10. Одобрена су од стране *NSF (National Sanitation Foundation)*, под кодом H1 (мазива која долазе у случајан контакт са храном). Одговарају захтевима USDA H1 и FDA група 21 CFR 178.3570 (мазива која могу доћи у контакт са храном) и захтевима CFR 178.878 и CFR 178.3620 (бела минерална уља).

У табели 8 приказане су техничке карактеристике мазива из категорије *FG*.

Табела 8. Карактеристике био-разградљивих мазива [17]

				Метода
Вискозитетна градијација уља	FAM OIL 15 FG	FAM OIL 46 FG	FAM OIL 68 FG	ISO 3448-92
Густина уља на 15°C, g/cm ³	0,840	0,867	0,870	SRPS EN ISO 3675
Кинематичка вискозност уља 40°C, mm ² /s	15	46	68	SRPS ISO 3104
Кинематичка вискозност уља 100°C, mm ² /s	3,55	7,05	9,0	SRPS ISO 3104
Индекс вискозности уља, Pa·s	118	111	107	SRPS EN ISO 2592
Тачка паљења уља, °C	190	225	235	SRPS ISO 3016
Тачка течења уља, °C	-12	-12	-9	SRPS ISO 3016
Деемулзивност уља на 54°C	40-40-0/20'	40-40-0/20'	40-40-0/20'	SRPS ISO 6614
IC-анализа Са/Сп/Ср	0,00/30 30/69,6	0,00/30 30/69,7	0,00/29 47/70,5	ASTM D 2140

Код отворених преносника снаге код којих се за подмазивање употребљавају масти, на местима где постоји потенционални ризик од загађења животне средине, могу се употребити одговарајуће био-разградиве масти. Рафинерија уља „MODRIČA“, у својој богатој понуди нуди низ био-разградивих масти које задовољавају све међународне стандарде по питању квалитета и очувања животне средине.

Један такав производ је *BIO MAST 000*, која је првенствено намењена подмазивању редуктора код лифтова у стамбеним и пословним објектима, а затим и за употребу код путне механизације, скретница на шинама и на свим местима где постоји ризик од директног контакта мазива са околном средином. Мазиво задовољава стандарде SRPS 6743/9, L – XCANB000 и DIN 51825 – KEF000E – 30, а физичко хемиске карактеристике су дате у табели 9.

Табела 9. Карактеристике мазива *BIO MAST 000* [17]

Карактеристика	Јединица	Метода	Вредност
Радна пенетрација	<i>mm/10</i>	ISO 2137	445-475
Механичка стабилност,мах	%	ISO 2137	10,0
Корозија	<i>Степен</i>	ASTM D 130	1a
Издајање уља,мах	%	IP-121	5,0
Оксидациона стабилност,мах	<i>kPa</i>	ASTM D 942	35,0

Процесно бело уље *FAM OIL FG* примењује се за опште подмазивање:

- у свим системима где се захтева употреба мазива за која је допуштен директан контакт с храном,
- у фармацеутској индустрији,
- козметичкој индустрији и
- у прехранбеној индустрији: у индустрији меса, фармама јаја, фабрикама за прераду рибе и производа из мора, производњи вина, фабрикама за флаширање и производњу сокова, преради воћа и поврћа, производњи сира и млечних производа, пекарама, кондиторској индустрији, производњи тестенина [17].

4.3.Био-мазива за подмазивање ланчаних преносника

Био-мазива су идеални за примену код ланчаних преносника, где је потребна висока мазивост и мање температуре загревања. Користе за затворене и отворене ланчане преноснике, као и за ланце тестера кружних или лиснатих. Ова мазива се користе највише у медицини, стоматологији и у неким апаратима код којих може доћи до цурења и додир са храном, као и у дрвној индустрији, мада је то тамо мање распрострањено.

4.3.1.Био-мазива за подмазивање ланаца тестера

Када се производе био-мазива за подмазивање ланаца тестера, производе се да буду ређа од осталих због бољег протока пошто долазе у додир са прашином и остатком од дрвета. Био-разградиво уље за коришћење код ланаца моторних тестера се добија већином од уљане репице са малим додатком адитива или без икаквог додавања адитива.

Подмазивање био-мазивима ланца тестере могу се одликовати разним предностима као што су:

- заштита од хабања и корозије,
- дужи век трајања,
- смањивање трења и настанка пене,
- мање загревање приликом сечења,
- кинематска вискозност од 40°C до 60°C,
- биолошка разградљивост 95% и
- добро подмазивање у већини годишњих доба.

Поред добрих особина подмазивања, имају веома добру ефикасност у врло тешким радним условима, на пример тврдо дрво пошто се ради о веома великим бројевима обртаја, мада када су у питању превелике температуре загревања и нису толико ефикасна, пошто губе своја добра хемијска својства.

Био-уље за ланце моторних тестера, приказано на слици 13, развијено је да задовољи еколошку потребу од штетних еколошких загађења. Такође треба се користити у складу са прописаним упутствима произвођача. Наравно погодно је за подмазивање било ког система константних тј. сталних губитака уља у осетљивој зони.



Слика 13: Био-уље за подмазивање ланаца моторних тестера [18]

4.3.2. Био-уља за подмазивање ланчаних преносника снаге

Био-уља за подмазивање ланчаних преносника снаге, у чији садржај улазе естри, су веома скупи и тешко их је наћи. Такође омогућавају ланцу да остане подмазан на вишим температурама пошто се користе код преносника који су скоро стално у функцији и покрету. Користе се у кантинама, пекарама и тако даље. Иако се ланчани преносник снаге не подмаже довољно у овим условима неће произвести велику штету, али ако дође до слабог подмазивања или до отказа у неким пољопривредним машинама ипак то би била велика штета и економски трошак.

Фирма „BioPlus” која производи уља за ланце који су веома био-разградиви чак 93,8% за 21 дан, и према оцени Европског већа то је веома задовољавајућа био-разградња за кратак период.

Подмазивање ланаца био-уљима као преносника снаге и неколико њихових предности: добра мазивост ланца и ланчаника, пружају добре карактеристике подмазивања при малим температурама и веома су био-разградива [18].

5.СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛНОГ ПОДМАЗИВАЊА ПРЕНОСНИКА СНАГЕ

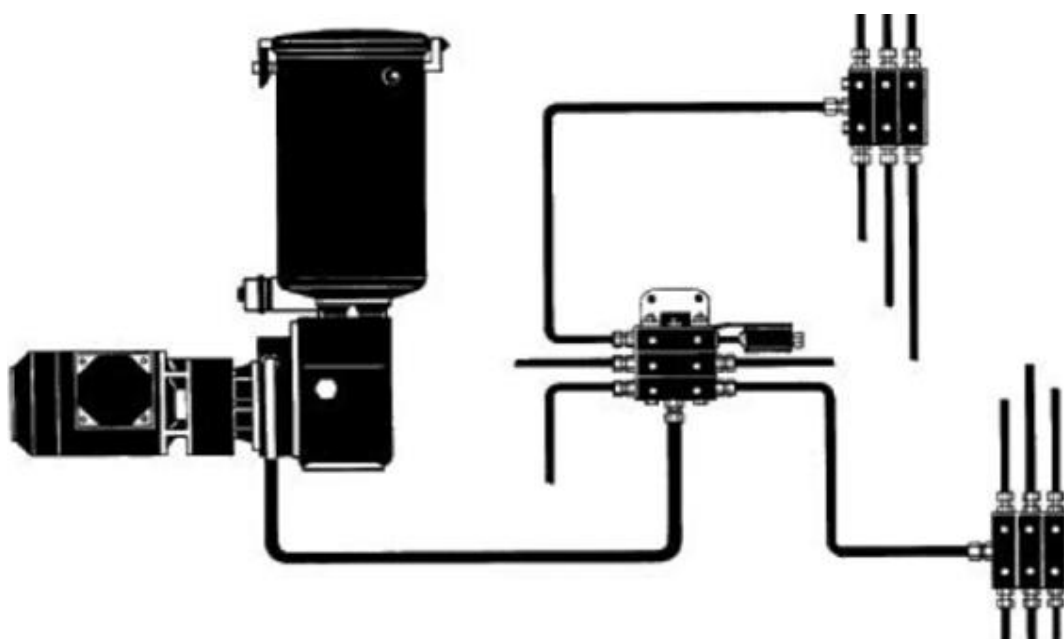
Као што је већ речено у претходном поглављу, код подмазивања се претежно јављају проблеми условљени кретањем триболошких парова, а имају за последицу делимично квашење површина која су изложена деловању трења.

Како би се ове последице умањиле, развијени су системи централног подмазивања који на адекватан начин обезбеђују стални доток мазива чиме се поред континуираног подмазивања површина изложених трењу, омогућује хлађење до кога долази преузимањем топлоте помоћу фулуда (у овом случају мазива).

5.1.Основне карактеристике мазива за подмазивање централног система преносника

Систем централног подмазивања прогресивног типа (приказан на слици 14.), састоји се од више компоненти:

- електромоторне пумпе клипног дејства константног протока која обезбеђује стални доток мазива у систем. Садржи уређаје за сигнализацију нивоа мазива у резервоару,
- прогресивних дозатора који су намењени за унапред одређене количине мазива триболошки угрожених парова. Садрже уређаје за сигнализацију завршетка циклуса подмазивања,
- примарних водова намењених за напајање дозатора средством за подмазивање и
- секундарних водова намењених за напајање триболошки угрожених парова.



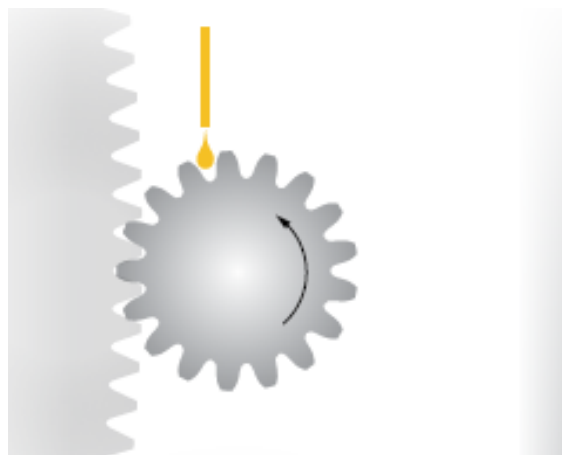
Слика 14. Концепција система [19]

Систем за централно подмазивање прогресивног типа спада у групу система са губитком средства за подмазивање уља или масти (*Total loss lubrication system*). Са друге стране, с обзиром на конструктивну концепцију и радне карактеристике прогресивних дозатора, системи за централно подмазивање формирани уградњом елемената за дозирање овог типа, зависно од концепције и принципа рада, могу бити сврстани и у групу проточних система за централно подмазивање циркулационог и *Total loss lubrication* типа.

Подмазивање код оваквог система обавља се аутоматски, приликом чега се унапред одређена количина мазива потискује под притиском реда величине од 15 до 250 бара, у зависности од интензитета отпора у систему [19].

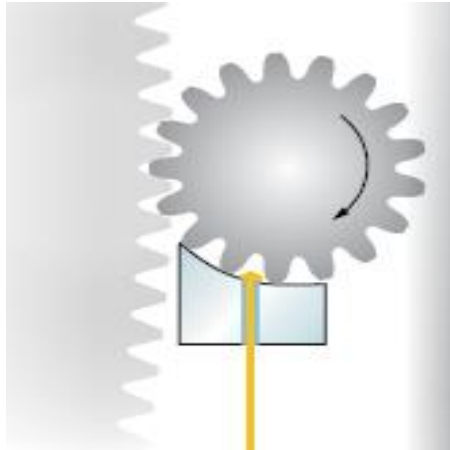
5.2.Мазива за подмазивања отворених зупчастих преносника снаге

Код мање захтевних апликација, а нарочито код зупчастих преносника силе са мањим бројем обртаја, користе се системи подмазивања код којих није потребно наношење мазива под притиском. То су најчешће систем слободног преношења мазива, код којих мазиво капље слободним падом. Овакав начин подмазивања је применљив само код зупчаника на хоризонталној осовини. На слици 15 приказан је систем слободног преношења мазива.



Слика 15: Слободно преношење мазива [20]

Мазиво је такође могуће спровести до радних површина помоћу клина за подмазивање што је приказано на слици 16. И овај систем налази примену код зупчастих преносника силе, који се крећу мањим бројем обртаја и карактеристичан је за зупчанике мањих димензија.



Слика 16: Подмазивање помоћу клина [20]

Код зупчастих преносника са мањим или средњим ширинама и при мањем броју обртаја користи се систем подмазивања са додатним зупчаником за подмазивање.

Овакав начин подмазивања је контактни, што значи да се мазиво преноси преко пластичног зупчаника које се узупчен са погонским зупчаником.

Пластични зупчаник за пренос мазива на својим зупцима садржи прорезе кроз које истиче мазиво и тако долази у контакт са зупцима погонског зупчаника. Систем са додатним зупчаником приказан је на слици 17 [20].



Слика 17: Систем са додатним зупчаником [20]

6. ПЕРЕРАДА И ОДЛАГАЊЕ ОТПАДНИХ УЉА У СКЛАДУ СА ЕКОЛОШКИМ СТАНДАРДИМА

У предходним поглављима је било доста говора о разним врстама уља, као и о токсичности мазивних уља. То је управо разлог што се не допушта испуштање отпадних уља у канализације, реке, језера и мора, а ни другде, јер се никада не зна постоји ли нека могућност да доспеју у изворе пијаће воде те да се њима отрују животиње и људи. Збрињавање отпадних уља укључује методе репроцесуирања, регенерације, сагоревање у циљу енергетског искоришћавања и спаљивање у спалионицама опасног отпада.

Обрада је прерада отпадних ствари у сврху добијања сировине. Отпад се мора третирати на начин да не угрожава људско здравље, коришћењем поступака који не штете животној средини или јој штете у најмањој могућој мери. Отпадна уља дефинисана су као свако минерално и синтетичко мазиво, индустријско, изолационо, термичко и слично томе. Отпадна уља могу се и морају збринути на прави начин. Због својих особина отпадна уља су сврстана у опасан отпад. Велике су то могућности рециклирања отпадних уља и зато је битно обрадити што веће количине како би се сачувала околина и оптимизирала потрошња природних ресурса. Битно их је одвојити од осталог комуналног отпада да не би завршила на одлагалишту отпада и тако утицала на не загађену површину [21].

У принципу постоје два пута искоришћавања отпадних уља:

- поновно коришћење и
- ефикасно уклањање.

Поновно коришћење подразумева рерафинацију или регенерацију у циљу добијања базних уља која се користе за производњу нових мазивних уља, пречишћавање одвајањем чврстих контамината, коришћење у области где се не поставља питање чистоће и квалитета, употреба као горива (у складу са постојећим прописима).

Ефикасно уклањање подразумева, контролисано спаљивање, и контролисано одлагање. Најбоље би било када би се сва отпадна уља могла скупити и регенерисати. Међутим, то се још у свету нигде није остварило у потпуности. Постоји за то више разлога и сви се могу груписати у организационе, техничко-технолошке и економске.

Сакупљање отпадних уља подразумева постојање радне организације која би се овим послом бавила професионално. С друге стране, то подразумева опремљеност и организовано сакупљање отпадних уља у радним организацијама које користе мазива.

Често је потребно посебно одвојити уља за обраду метала од осталих, јер прва нису погодна за регенерацију, због природе базних уља и адитива од којих су произведена.

Коначно никада се не може заобићи питање економичности бављења пословима као што су сакупљање, селекција, транспортовање и прерада отпадних уља.

Треба рећи да је заиста немогуће сва отпадна уља сакупити и регулисати. Због тога се у свету доста често дешава да се она користе за ложење. Наравно, то се ради у складу са постојећим законским прописима о заштити животне средине [22].

Познато је да мазива уља садрже као адитиве једињења цинка, баријума, олова, сумпора, фосфора и других. Сва су она отровна, па се зато отпадна уља не смеју неконтролисано бацати. Производи сагоревања ових адитива ових такође су отровне супстанце, које у виду гасова и пепела могу да загаде широка пространства и да угрозе здравље становништва. Због тога је у многим земљама законом прописано да димњаци оних ложишта где се користе отпадна уља као гориво морају бити снабдевени одговарајућим филтерима.

Истим прописима одређене су и максимално дозвољене концентрације загађивача у ваздуху, земљи и води.

Ако се примењују за ложење, отпадна уља морају бити ослобођена воде и других пратећих механичких нечистоћа, које би могле стварати одређене проблеме приликом ложења. Пречишћавање се врши филтрирањем и центрифугирањем.

Следећи проблем који се мора решити представља неуједначена вискозност отпадних уља. Познато је да вискозност уља за ложење мора бити у опсегу прописаних граница за одређивање врсте ложишта.

Пошто код отпадних уља то није случај, да би се избегле евентуалне тешкоће у току ложења, она се морају мешати с мазутом како би се вискозност довела у толерантне границе.

Као што се може закључити, није нимало лако решити се отпадних уља. Зато се и сматра да било која врста примене којом би се истовремено штитила околина представља прихватљиво решење. Међутим, дешава се да отпадна уља буду толико загађена да нису више ни за какву употребу, ни за ложење, па остаје као једино решење контролисано спаљивање у специјалним пећима.

Наравно, и за ову врсту спаљивања уље мора бити предходно обрађено на одговарајући начин. Контролисано одлагање представља најјефтинији начин решавања овог проблема, ако постоји за то погодна локација (али таквих локација је мало). Увек постоји опасност од неке врсте миграције уља кроз земљу до извора пијаће воде или реке [23].

7. ЗАКЉУЧАК

У оквиру завршног рада извршена је подела неких врста уља и масти за подмазивање механичких преносника снаге. Посебан осврт је дат на уљима пошто се она више користе за подмазивање преносника снаге, извршена је основна подела уља, и такође су дате основне карактеристике тих уља.

Посебан опис је дат на био-мазивима што и тема овог завршног рада. Може се закључити да је највећа предност био-мазива за подмазивање преносника снаге у односу на друга уља је то да имају релативно дужи век трајања, висок степен искоришћења, до некле већу вискозност што је веома битно код подмазивања, али су и скупља од обичних уља.

Био-мазива треба користити пре свега на местима где је велика опасност од загађења околине, не само земље него и пијаће воде, околине, ваздуха.

Такође у наставку рада су наведене основне карактеристике како уља тако и био-уља за подмазивање разних преносника. Наведен је поступак добијања ових веома битних мазива, као врсте и својства биљних уља и њихова био разградљивост што је наравно и суштина овог рада.

Обухваћене су основне карактеристике мазива за подмазивање преносника снаге и постављена су биоразградива алтернатива минерална мазива која се користе на местима где постоји ризик од загађења. Технички проблеми који су се јављали код система подмазивања, делимично су отклоњени различитим системом централног подмазивања, без обзира да ли се ради о системима високог притиска или контактног подмазивања.

Литература

- [1] Б. Стојановић, М. Благојевић, *Механички преносници*, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац 2015.
- [2] Верчон Ј., *Мазива и подмазивање*, ЈУГОМА, Загреб, 1986.
- [3] Савић В., *Трибологија и подмазивање*, ИКОС, Нови Сад, 1995.
- [4] Адамовић Ж., Стефановић С., Јосимовић Љ., Момчиловић О., Јевтић Н., *Подмазивање машина*, ОМО, Београд, 2003.
- [5] Цветковић Д., Адамовић Ж., Вујић Д., Стефановић С., *Превентивно одржавање текстилних машина*, Техдис, Смедерево, 2001.
- [6] Соколовић С., *Технологија производње и примена течних мазива*, Технолошки факултет, Нови Сад, 1998..
- [7] Neale M.J., *Tribology Handbook*, Butterwoths, London, 1973.
- [8] Савић В., *Уљна хидраулика 1*, Дом штампе, Зеница, 1989.
- [9] Вулић А., *Преносници снаге*, Скрипта, Машински факултет, Ниш, 1992.
- [10] www.maziva.org (приступљено 29.5.2017).
- [11] <http://www.machinerylubrication.com/Read/511/biodegradable-oils> (приступљено 13.8.2017.)
- [12] Мирецки Н., *Производња здраве хране*, Сида, 2007.
- [13] Плавшић Н., Шнелер С., *Приручник за подмазивање*, Копривица, 1978
- [14] Станивуковић Д., Савић В., Стојилковић М., Бекер И., Ђурђевић К., *Процеси подмазивања*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2000.
- [15] Рац А., *Мазива и подмазивање машина*, Машински факултет, Београд, 2007.
- [16] Стручни материјал фирми, разни подаци, Mobil, Shell, Техасо, Castrol.
- [17] Рафинерија уља Модрича, *Био-мазиве масти*, Модрича, 2017.
- [18] <https://www.ryeoil.co.uk/shop/biodegradable-chainsaw-oil/> (приступљено 13.8.2017.)
- [19] Меденица М., Шотра Д., *Прогресивни системи за централно подмазивање*, Висока техничка школа, Београд, 2010.
- [20] Hennlich d.o.o., *Системи централног подмазивања*, Београд, 2017.

[21] Вулић А., *Предавања из предмета Механичких преносника*, Машински факултет, Ниш, 1990.

[22] Веиновић С., Пешић Р., Петковић С., *Погонски материјал моторних возила*, Машински факултет Бања Лука, Крагујевац, 2000.

[23] Ђурђевић К., *Стандарди мазива, индустријска уља и сродни производи*, ЈУНГ, Београд, 2003.