

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: 5/2014

Бојан М. Павловић

Избор уља за затворене зупчасте преноснике

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Блажа Стојановић, доцент - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- изврши поделу и класификацију механичких преносника,
- прикаже основне појмове и особине уља за подмазивање,
- да опште карактеристике и састав уља за подмазивање,
- изврши избор уља за затворене зупчасте преноснике и
- објасни поступак управљања отпадним уљима.

Препоручена литература:

[1] Стојановић Б., Благојевић М., *Механички преносници*, Факултет инжењерских наука Крагујевац, 2015.

[2] Танасијевић С., *Механички преносници: ланчани преносници, зупчасти каишни преносници, кардански преносници*, Машински факултет Крагујевац, 1994.

[3] Николић В., *Машински елементи: теорија, прорачун, примери*, Машински факултет Крагујевац, 2004.

[4] Каталог произвођача мазива и преносника снаге.

Крагујевац, 2017.

Ментор:

Др Блажа Стојановић, доцент

Резиме:

У почетку рада приказане су основне карактеристике зупчастих преносника снаге, као и њихова подела. Такође, дати су општи појмови преноса снаге различитим врстама преносника који раде на принципу отворених и затворених система преноса, у условима где преносник захтева подмазивање. У наставку рада приказан је основни састав уља за подмазивање, основне особине, као и неке од врсти подмазивања која се јављају при раду зупчастих преносника. Главни циљ рада, био је избор уља за затворене зупчасте преноснике, у оквиру кога је анализиран један систем затворених зупчастих преносника- редуктор. Изнета су општа очекивања и задаци уља ради задовољавајућег подмазивања редуктора, на основу чега су касније усвојена уља најбољих и задовољавајућих карактеристика.

Кључне речи: Преносници снаге, уља, мазива, подмазивање, редуктори.

Abstract:

At the beginning of this paper, the basic characteristics of the toothed power transmitters are presented, as well as their division. Also, general terms of power transferring to various types of gearboxes operating on the principle of open and closed transmission systems are given, in conditions where the gearbox requires lubrication. In the continuation of the paper, the basic composition of the operation of gears are shown. The main objective of the work was the choice of oil for closed gear units, in which one closed gear system gearbox was analyzed. General expectations and tasks of the oil were presented for the purpose of satisfactory lubrication of the gearboxes, on the basis of which the oils of the best and satisfactory characteristics were subsequently adopted.

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

Садржај

1. Увод.....	3
2. Преносници снаге	4
2.1 Механички преносници	4
2.1.1 Зупчасти преносници	4
2.1.2 Каишни преносници	6
2.1.3 Ланчани преносници	8
2.1.4 Кардански преносници.....	9
3. Средства за подмазивање	11
3.1 Подмазивање и врсте подмазивања.....	11
3.2 Општи појмови и особине уља за подмазивање.....	12
3.3 Састав уља за подмазивање и опште карактеристике	15
3.3.1 Базна уља	16
3.3.2 Адитиви	18
4. Избор уља за затворене зупчасте преноснике.....	20
4.1 Поступци при избору уља за зупчасте преноснике	20
4.2 Подела и спецификације мазива за зупчасте преноснике према ISO стандарду	21
4.3 Избор уља за редукторе	24
4.3.1 Уопштено о редукторима.....	24
4.3.2 Основни видови хабања у трибомеханичким системима	25
4.3.3. Основне карактеристике мазива за подмазивање редуктора и њихов задатак.....	28
4.3.4 Уља за редукторе	29
5. Поступак управљања отпадним уљима	32
6. Закључак	33

1. Увод

Уређаји или склоп уређаја чији је основни задатак да пренесу снагу, обртни момент или механичку енергију, добијену од погонске машине на неку другу машину или механизам називају се механичким преносницима, [1]. Помоћу механичких преносника се могу извршити промене параметара снаге, величине обртних момената и угаоних брзина који одговарају изабраном типу радне машине. Преносници се уводе као посредник између погонске и радне машине. Радна машина захтева у већини случајева мале бројеве обртаја, а велике обртне моменте, и то било у току режима рада, или само у извесним периодима. Главна улога преносника у оваквим случајевима је смањење угаоне брзине на рачун повећања обртног момента. Преносником се у појединим случајевима савлађује растојање између погонске и радне машине, ако је из неког разлога потребно удаљити радну машину од погонске.

Према начину трансформације обртног момента, системи преноса могу бити механички, електрични, хидраулични или пнеуматски. Код механичких преносника обртни момент се може преносити трењем и обликом са посредним или непосредним додиром погонског и гоњеног члана. Хидраулични или пнеуматски системи за пренос обртног момента користе течност или гасове који су под притиском док се код електричних система обртни момент преноси електричним путем где се електрична енергија претвара у механички рад, [1].

Значајну улогу у системима за пренос снаге врши адекватно подмазивање преносника. Подмазивање у општем случају представља примену мазива коме је главна улога смањење трења између површина које се додирују. Применом адекватног уља, поред смањења трења, задатак подмазивања је и одвођење топлоте. Хлађење се врши обилним довођењем мазива, најчешће уља, у зону подмазивања. Поступак подмазивања зубаца зупчаника је сложен процес, и није потпуно остварив. Неки од разлога леже у малим брзинама зупчаника, где се не може остварити потребан хидродинамички притисак у слоју мазива, где као последица долази до непотпуног подмазивања. Код великих брзина зупчаника, при деловању центрифугалне силе, мазиво се тешко задржава на боковима зубаца зупчаника, те се јавља појава полуоквашених површина што је нежељена појава при подмазивању. Да би се ове појаве ублажиле, врши се убризгавање мазива под притиском у међузубља зубаца зупчаника, нарочито у случајевима када је број обртаја зупчастих преносника велики.

2. Преносници снаге

Преносници снаге служе за преношење и трансформацију механичке енергије и угаоне брзине од излазног вратила погонске машине до вратила радне машине.

Према принципу рада преносници се деле на, [1]:

- механичке,
- електричне,
- хидрауличне и
- пнеуматске.

2.1 Механички преносници

Пренос механичке енергије, механички преносници остварују непосредним додиром радних површина елемената који чине преносник или преко посредног елемента.

Механички преносници се деле на, [2]:

- зупчасте преноснике,
- фрикционе преноснике,
- каишне преноснике и
- ланчане преноснике.

У групу непосредних механичких преносника снаге спадају зупчасти преносници и фрикциони преносници. Каишни и ланчани преносници спадају у групу посредних механичких преносника снаге, [2].

2.1.1 Зупчасти преносници

Зупчасти преносници преносе кретање и обртни момент са једног вратила на друго помоћу везе обликом, коју чини спрега зубаца зупчаника, [2]. Најједноставнији зупчасти преносник представљају два зупчаника у спрези која чине зупчасти пар. Један од зупчаника у пару представља погонски зупчаник, а други гоњени. Погонски зупчаник преноси обртни момент и кретање на гоњени зупчаник. Зупчаници који чине зупчасти пар називају се спрегнути зупчаници.

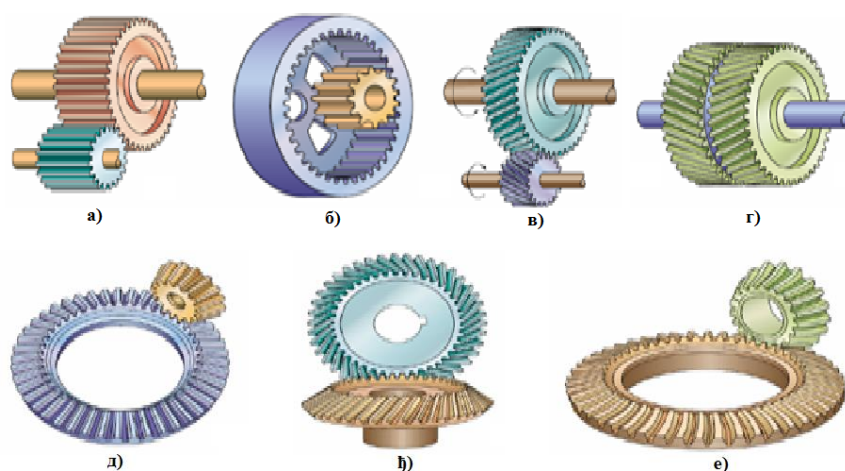
Према међусобном положају оса вратила погонског и гоњеног зупчаника разликују се:

- Цилиндрични зупчасти парови,
- Конични зупчасти парови и
- Хиперболоидни зупчасти парови.

Зупчасти преносници код којих су осе вратила паралелне називају се цилиндричним зупчаницима. Осе вратила се код коничних зупчаника секу, док се код хиперболоидних зупчастих парова осе вратила мимоилазе. Према облику зубаца, зупчаници могу бити са правим, косим, стреластим и завојним обликом зубаца.

Цилиндрични зупчасти парови слика 1 (а, б, в, г) израђују се са правим, косим, и стреластим обликом зубаца.

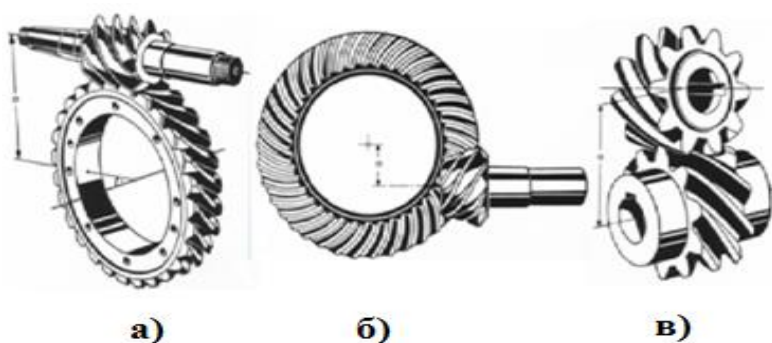
Конични зупчасти парови слика 1 (д, ђ, е) се израђују са правим, косим и завојним обликом зубаца.



Слика 1. Подела цилиндричних и коничних зупчаника према облику зубаца

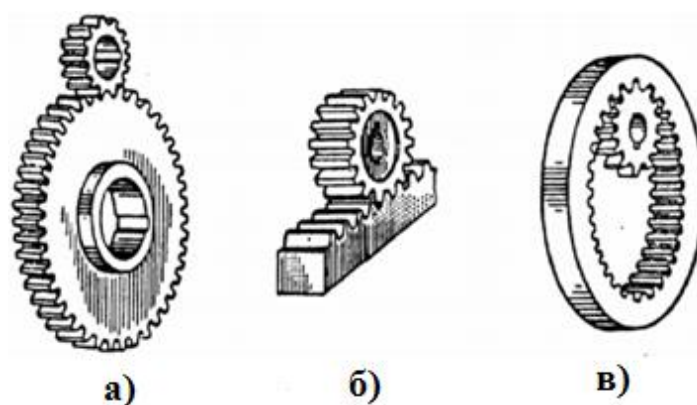
Хиперболоидни зупчасти парови се разврставају на три групе:

- Пужне парове (слика 2, а),
- Хипоидне зупчасте парове (слика 2, б) и
- Цилиндричне зупчанике са хеликоидним зупцима за мимоилазна вратила (слика 2, в).



Слика 2. Хиперболоидни зупчасти парови

Цилиндрични зупчасти парови се деле и на спољашње (слика 3, а), равне (слика 3, б) и унутрашње зупчасте парове (слика 3, в).

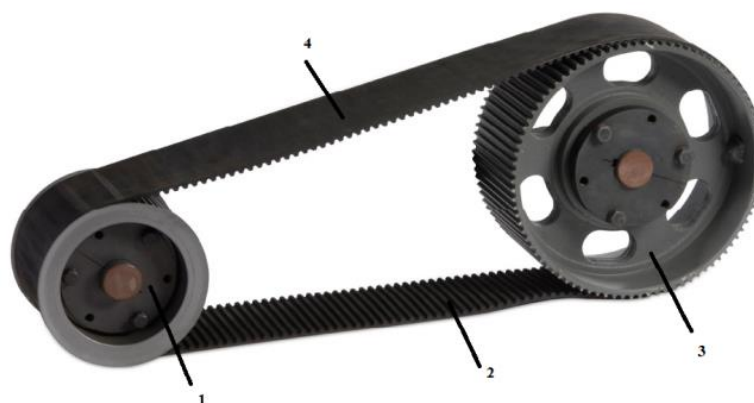


Слика 3. Подела цилиндричних зупчастих парова према облику зубаца зупчаника

Добре карактеристике зупчастих преносника огледају се и у великој поузданости, могућству компактне конструкције и преносу великих снага. Насупрот томе, лоше карактеристике зупчастих преносника је потреба за великом тачношћу израде као и у великој буци и вибрацијама приликом рада.

2.1.2 Каишни преносници

Каишни преносници преносе снагу и кретање са погонског на гоњено вратило помоћу вучног елемента каиша. Пренос снаге се врши обликом док се само један део преноси трењем. Основне елементе за пренос снаге код каишних преносника (слика 4) чине каишници и каиш. Погонски каишник (1) преко вучног огранка (2) доводи у кретање гоњени каишник (3), док је други огранак каиша (4) слободан, [1,2].



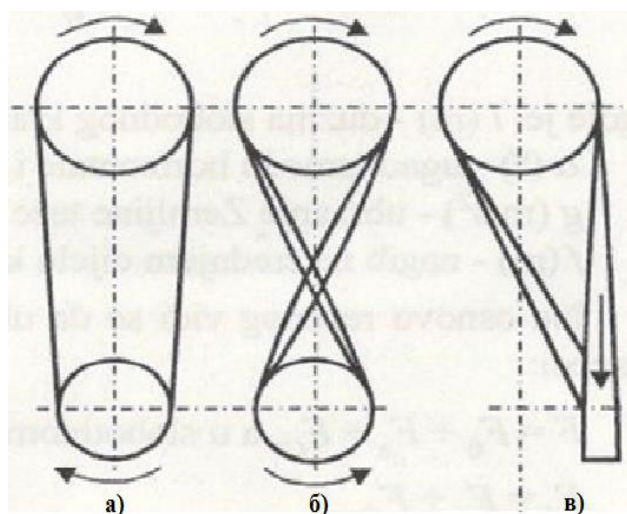
Слика 4. Принцип рада каишног (ременог) преносника

Предност каишних преносника је мала маса, рад без буке, велики степен искоришћења као и јефтино одржавање и лака замена. Главни недостатак представља велика осетљивост на продор страних тела као и на уља, влагу.

Каишни преносници имају веома широку примену. Користе се од механизма код фото апарата, до погона великих машина, као и код мотора са унутрашњим сагоревањем код погона брегасте осовине, [3].

Основна конструктивна извођења каишних преносника су:

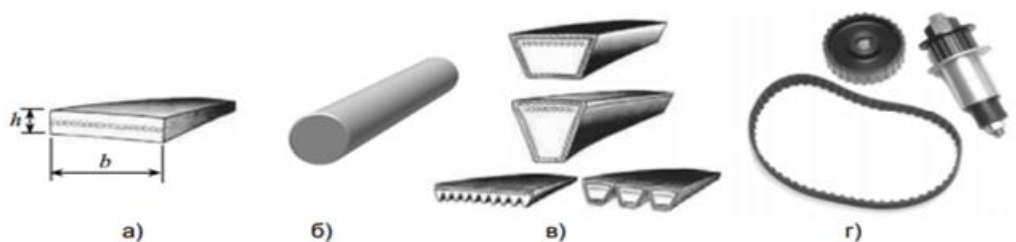
- а) Отворени каишни преносник,
- б) Укрштени каишни преносник и
- в) Полуукрштени каишни преносник.



Слика 5. Конструкциона извођења каишних преносника

Према облику профила каиша (Слика 6), каишни преносници се деле на:

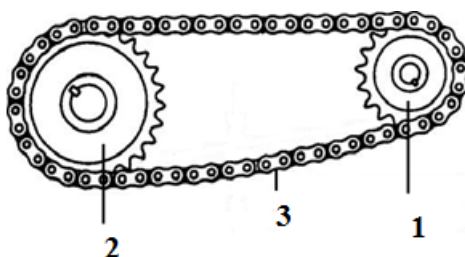
- а) плjosнате каишне преноснике,
- б) ремене округле преноснике,
- в) ремене трапезне преноснике и
- г) зупчасте каишне преноснике.



Слика 6. Подела каишних преносника према облику профила каиша

2.1.3 Ланчани преносници

Ланчани преносници су по својим карактеристикама доста слични кашним преносницима, односно, у многоме деле позитивне карактеристике каишних преносника. Најједноставнији ланчани преносник приказан је на слици 7 и састоји се од погонског ланчаника (1), и гоњеног ланчаника (2) преко којих је пребачен вучни елемент-ланац (3), [4].



Слика 7. Ланчани преносник, [4]

Пренос снаге остварује се помоћу обвојног елемента, пребаченог преко најмање два ланчаника, који се налазе на удаљеним, међусобно паралелним осама вратила. У односу на каишне преноснике, ланчани преносници су отпорнији на повишене температуре, влагу, продор страних тела и при томе је мање оптерећење вратила и лежаја. Недостаци су хабање елемената ланца, услед чега долази до издужења ланца, скупљи су од каишних преносника и имају бучнији рад.

Према основним карактеристикама ланчани преносници могу бити погонски, теретни и вучни, [3]. Израђују се као једноредни, дворедни, троредни и вишередни у зависности од датог оптерећења и радних услова.

Према врсти погонског ланца, ланчани преносници се дела на, [3]:

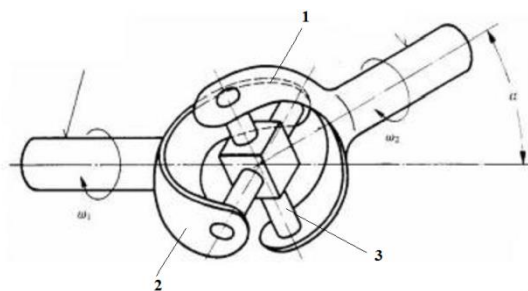
- ваљкасте,
- чаурасте,
- зупчасте,
- ланце са осовиницама и
- специјалне ланце.

2.1.4 Кардански преносници

Кардански преносници преносе обртни момент и кретање између вратила чије се осе секу, које се налазе на одређеним сталним, или у току времена променљивим углом, [3]. Најчешћа примена карданских преносника је код пољопривредних и транспортних машина, које имају изражена динамичка оптерећења као и честе промене радних углова. Поред тога, примењују се на аутомобилима, теретним возилима, механизмима код авиона, хеликоптера и сл. [3]. Код пољопривредних машина код којих је честа промена радног угла користе се телескопска вратила која имају механизам самоиздужења (телескопирања).

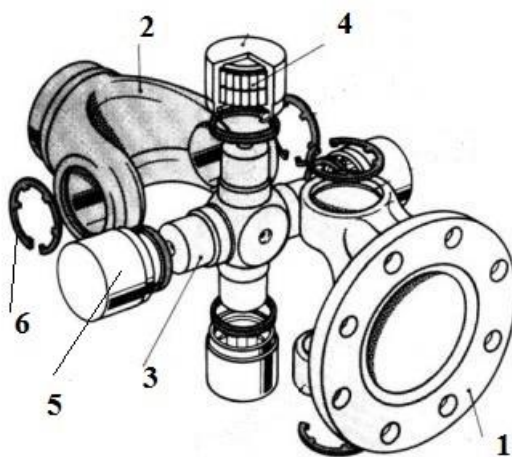
Механизам је још у XVI веку дефинисао италијански физичар Џироламо Кардано, на основу кога је касније развијена зглобна спојница или како се у литератури често назива карданова спојница (карданов зглоб), [3].

Принцип рада карданове спојнице приказан је на слици 8 и заснива се на два зглоба, међусобно постављена под углом од 90° где сваки зглоб има могућност померања у једној равни, [3]. Зглобови се састоје од две виљушке чије су ушице (1) и (2) преко рукаваца спојене са кардановом осовином (3). Виљушке су преко одговарајућих главчина спојене са вратилима.



Слика 8. Карданова спојница

Крстасти осовина карданског преносника је свакако најважнији елемент карданског вратила, од које зависе димензије карданског вратила као и век трајања. На слици 9 приказана је крстасти осовина која се састоји од виљушака погонског (1) гоњеног вратила (2), и крстасте осовине (3). У шољицама крстасте осовине (5), налазе се игличасти лежачеви (4). Шољице су смештене у виљушцима вратила и осигуране су од испадања ускочником (6). Подмазивање лежишта врши се преко мазалице која се налази у крстастој осовини.



Слика 9. Крстасти осовина са саставним елементима

3. Средства за подмазивање

3.1 Подмазивање и врсте подмазивања

Контактне површине се раздвајају слојем мазива. У тим случајевима клизање се одвија са знатно нижим коефицијентом трења па су и хабања ових контактних површина мања. Зависно од дебљине слоја мазива и међуповршинског распореда као и геометрије спрегнутих површина, постоје и различите врсте подмазивања, [5].

Основни видови подмазивања који спадају у врсту непотпуних подмазивања су, [5,6]:

- подмазивање граничним слојем мазива (гранично подмазивање),
- мешовито подмазивање и
- подмазивање потпуним слојем мазива.

Гранично подмазивање приказано је на слици 10, и јавља се у случајевима када слој мазива (детал „А“) нема довољну дебљину да спречи контакт чврстих тела, познато као и непотпуно подмазивање, [5]. При непотпуном-граничном подмазивању, површине спрегнутих додирних елемената су у непосредном додиру те се оптерећења преко неравнина преносе једна на другу. Заштитним граничним слојевима на површинама у додиру се смањује утицај трења и хабања при граничном подмазивању.



Слика 10. Приказ граничног подмазивања

Мешовито подмазивање представља прелазни облик између граничног и потпуног подмазивања. Код мешовитог подмазивања су слојеви мазива местимично разорени, где долази до контакта неравнина спрегнутих површина, [6].

Подмазивање потпуним слојем мазива представља подмазивање у коме су контактне површине потпуно одвојене континуалним слојем мазива. Потпуно подмазивање се може остварити на више начина од којих разликујемо, [6]:

- хидростатичко подмазивање,

- хидродинамичко подмазивање и
- еластохидродинамичко подмазивање.

Хидростатичко подмазивање је подмазивање код кога су површине потпуно раздвојене, захваљујући флуиду који је под притиском, било да су спрегнуте површине у фази мировања или су у стању кретања, [6].

Хидродинамичко подмазивање омогућује раздвајање клизних површина дејством унутрашњег притиска у филму течности, који је последица релативног кретања (једне у односу на другу) спрегнутих контактних површина. Хидродинамичко подмазивање је пожељан облик подмазивања контактних елемената, [6].

Еластохидродинамичко подмазивање представља вид потпуног подмазивања. За разлику од хидродинамичког подмазивања чије настајање представља конформна контактна површина, еластохидродинамичко подмазивање настаје у условима изражене геометријске неконформности, тј. Херцов контакт, [6]. Ради се о линијским контактима или контактима у тачки, пример су котрљајни лежајеви, при чему долази до великих концентрисаних оптерећења за које је карактеристична појава контактних еластичних деформација.

3.2 Општи појмови и особине уља за подмазивање

Подмазивање у општем случају представља примену мазива коме је главна улога смањење трења између површина које се додирују, [7,8]. Трење је отпор који настаје на месту додира површина два тела која се релативно крећу једно у односу на друго. Раздвајање спрегнутих површина у релативном кретању врши се слојем мазива одговарајућих физичких и хемијских особина, [9].

Основне физичко хемијске особине за одређивање квалитета уља су, [9]:

- Физичке особине: вискозност, индекс вискозности, температура паљења, густина, специфична топлота, емулзивне особине, боја и сл.
- Хемијске особине: хемијска и термичка стабилност, корозивност, неутрализациони број, компатибилност, токсичност.

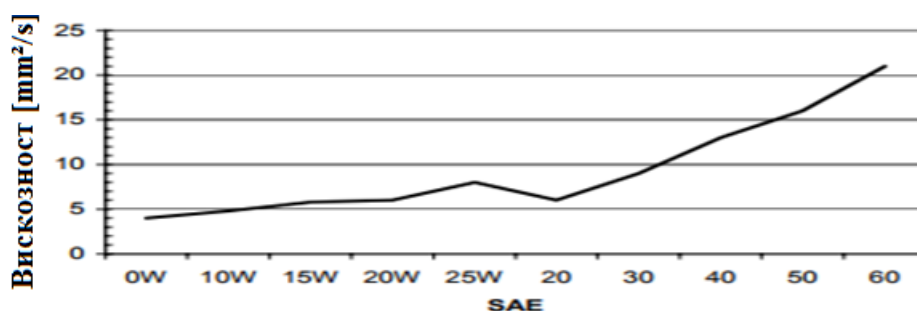
Вискозност представља величину унутрашњег отпора или трења које се јавља у течности при струјању и представља основно физичко својство уља за подмазивање, [9]. Вискозност утиче на губитке услед трења, остварену дебљину слоја мазива, као и на могућност заптивања уљем, покретања мотора на ниским температурама и сл. Избор величине вискозности уља одређен је радном температуром (Табела 1), температуром

околине, оптерећењем и другим захтевима на основу чега се у оквиру једне групе истог квалитета уља производе уља различитих вискозности, [9].

Табела 1. Вискозност уља за различите намене, [9]

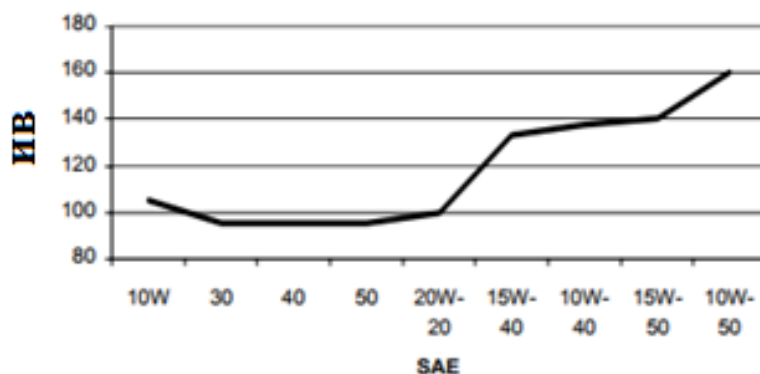
Намена уља	Вискозност на радној температури [mm ² /s]
Уља за инструменте и сатне механизме	5-20
Уља за шиваће машине	10-25
Моторна уља	10-50
Уља за турбинска постројења	10-50
Уља за хидрауличне системе	20-100
Уља за котрљајне лежаје	10-300
Уља за зупчанике: • Спороходни цилиндрични зупчаници са правим и косим зупцима, конични зупчаници, • Цилиндрични зупчаници са равним и косим зупцима, конични зупчаници средње брзоходности, • Зупчаници високе брзоходности, • Хипоидни зупчаници, • Пужни зупчаници.	200-800 50-150 15-100 50-600 200-1000
Мазива за отворене зупчанике	100-50000

Промена величине мерних вредности вискозности у зависности од врсте уља приказана је на слици 11, [9]. Уља намењена за хладније услове (10W, 15W...) имају мању вискозност од уља намењених за топлије климатске услове, [9].



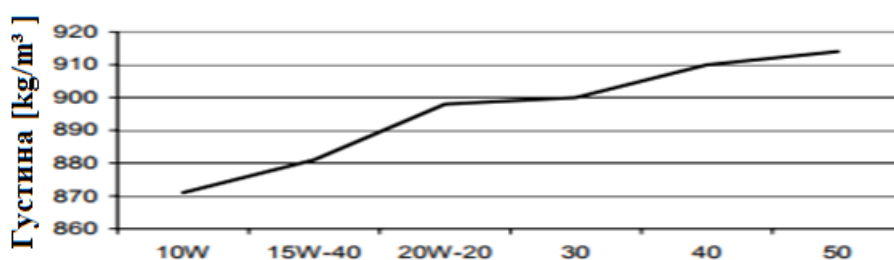
Слика 11. Промена вискозности у зависности од врсте уља, [9]

Индекс вискозности (ИВ) представља емпиријски број који показује промену вискозности са променом температуре и приказан је на слици 12, [9]. У случају да је индекс вискозности (ИВ=0), промена вискозности је значајна, док је за случај (ИВ=100) промена вискозности у зависности од промене температуре мање изражена. Углавном се индекс промене вискозности креће у границама од 0 до 100, осим код појединих вишесезонских моторних уља чији је индекс вискозности већи од 100, [9].



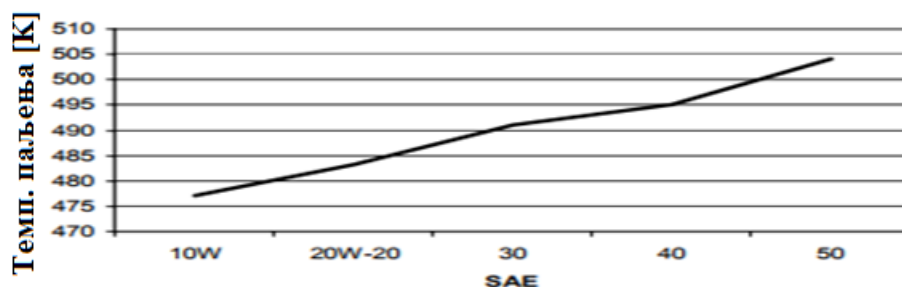
Слика 12. Индекс промене вискозности у зависности од врсте уља, [9]

Густина уља представља однос масе према јединици запремине. Код минералних уља густина се креће у границама од 820 до 960 kg/m^3 [9], док нека синтетичка уља имају већу густину од 1000 kg/m^3 , [9]. Приказ измерених вредности густина различитих уља дат је на слици 13.



Слика 13. Густина уља на 288,15 [K] за различите врсте уља, [9]

Температура паљења приказана је на слици 14, и представља температуру уља при којој се пара уља у смеси са ваздухом пали у присуству пламена или електричне варнице. По правилу уља са вишом вредношћу вискозности имају вишу тачку паљења [9].



Слика 14. Температура паљења за поједине врсте уља [9]

Емулзивност уља представља склоност уља да у присуству воде гради стабилну емулзију, [6]. Код уља за подмазивање затворених зупчастих преносника емулзивност није пожељна. Код појединих уља за хлађење и подмазивање при разним обрадама метала пожељна су уља са добрим емулзивним особинама.

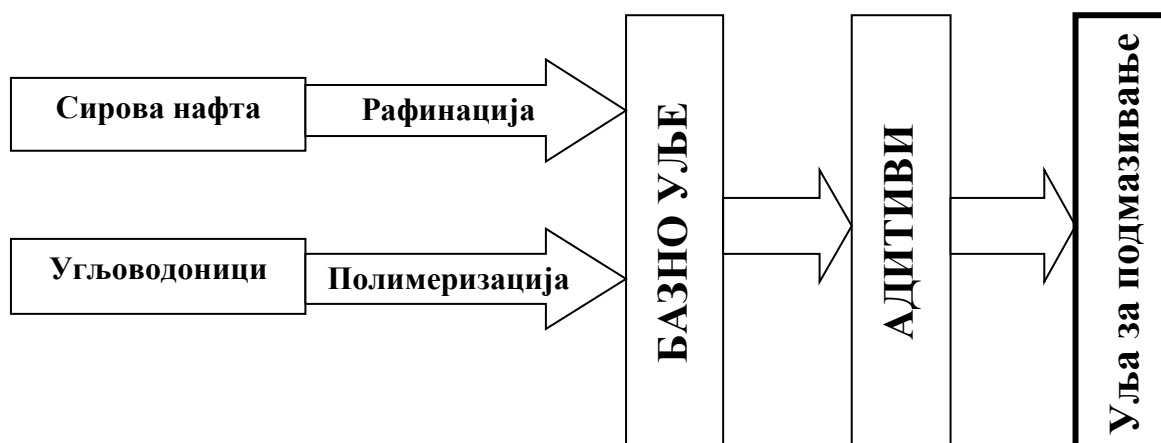
Стварање пене представља склоност уља да раствара ваздух и са њим гради пену. Пена неповољно утиче на квалитет подмазивања, брже долази до хабања и оксидације елемената преноса, [9].

Токсичност уља представља веома важну хемијску особину. Показује све могуће утицаје уља на здравље људи и околину. Токсичност минералних уља је веома мала, док се код употребе синтетичких уља јављају проблеми са људском кожом. Уља која садрже адитиве, могу бити узрочник многих обољења.

Корозивност је особина агресивног понашања уља према појединим елементима механичког система. Корозивност се контролише ради правовремене замене уља, [9].

3.3 Састав уља за подмазивање и опште карактеристике

Уља за подмазивање се састоје од базних уља и адитива. Шематски приказ добијања уља за подмазивање дат не ја слици 15.



Слика 15. Добијање уља за подмазивање, [10]

Уља за подмазивање се састоје од основних-базних уља, и различитих адитива који поспешују разне карактеристике и унапређују својства подмазивања.

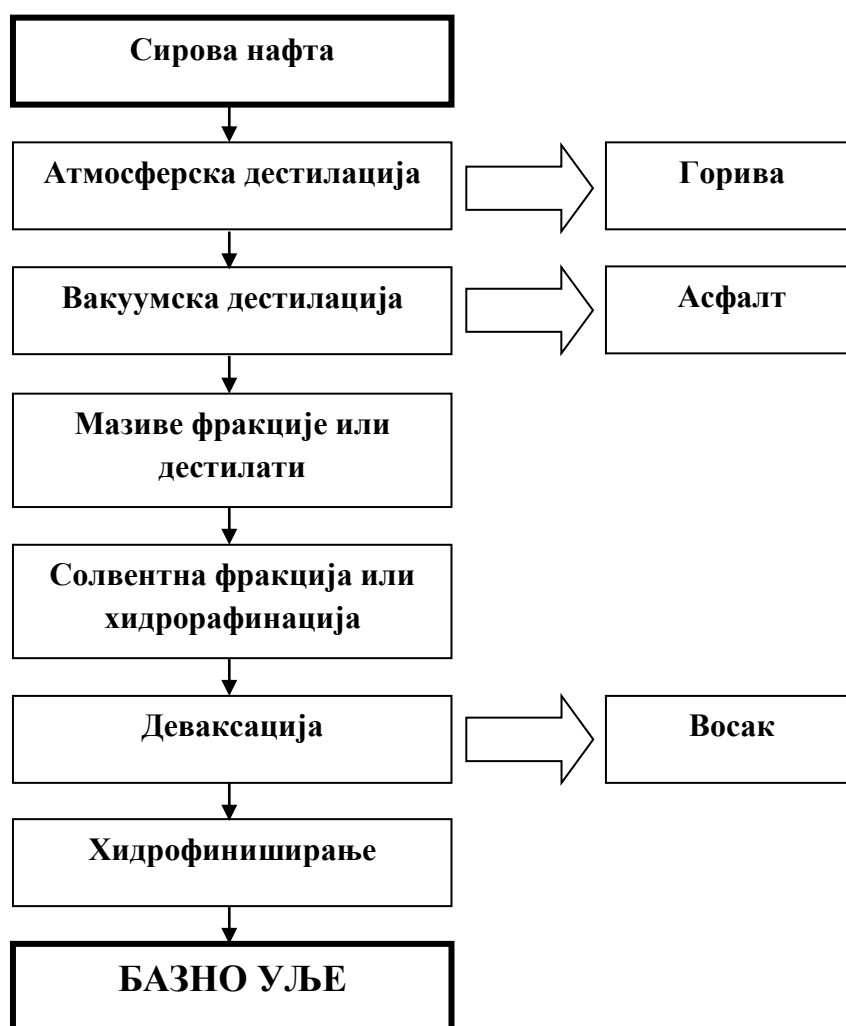
3.3.1 Базна уља

У зависности од начина добијања, базна уља могу бити, [10]:

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

Минерална уља су уља која представљају нафтне деривате и чине већину базних уља. Процес производње минералних уља се базира на низ поступака којима се унапређују жељене карактеристике међу којима су индекс вискозности, отпорност према оксидацији, као и стабилност како на високим тако и на ниским температурама, [10].

Минерална уља се производе солвентном рафинацијом или хидрорафинацијом, и састоје се од низа поступака приказаних на слици 16, као што су атмосферска дестилација, вакуумска дестилација, рафинација, десфалтација, деваксација, која чине низ корака за добијање других деривата као што су бензин, керозин, дизел и сл. уклањањем непожељних компоненти и добијању што бољих карактеристика, [10].



Слика 16. Процес рафинације сирове нафте, [10]

Квалитет добијеног минералног базног уља зависи искључиво од квалитета сирове нафте и технологије производње. Од минералних базних уља се у зависности од врсте нафте за специјалне прилике подмазивања израђују нафтенска минерална базна уља, посебно у приликама када је потребно обезбедити течење уља на ниским температурама.

Синтетичка базна уља производе се хемијском синтезом, у веома сложеним технолошким процесима, [10]. Синтетичка базна уља се користе у условима где није могуће користити минерална базна уља јер она не могу обављати своју функцију, те у односу на минерална уља синтетичка уља поседују низ предности:

- не садрже восак, могуће их је користити на ниским температурама,
- синтетичка уља се могу користити на знатно већим температурама у односу на минерална,

- имају стабилнији индекс вискозности,
- дужи интервал замене и
- обезбеђују рад система на нижим температурама што доприноси уштеди енергије.

Неки од главних недостатака синтетичких уља су:

- виша цена у односу на минерална,
- потенцијална токсичност и
- некомпатибилност одређених синтетичких уља са заптивкама, превлакама и сл.

Поред главних недостатака, синтетичка уља није могуће међусобно мешати. Такође, није их је могуће мешати са минералним уљима, [10].

3.3.2 Адитиви

Адитиви представљају материје које се додају уљима ради унапређивања њихових способности, радних карактеристика и сл. Они су растворљиви у уљу, термички су стабилни и ниске су испарљивости. Адитиви поспешују карактеристике уља, али не у случају лошег квалитета рафинисаног уља. Њихова заступљеност у уљима је ограничена, [10].

Адитиви се користе за, [10]:

- унапређивање постојећих карактеристика базних уља,
- искључивање лоших карактеристика базних уља и
- унапређивање и обезбеђивање добрих карактеристика базних уља.

Адитиви који су најзаступљенији у уљима су, [10]:

- инхибитори рђе (адитиви за заштиту од корозије),
- инхибитори оксидације (адитиви за заштиту од оксидације) и
- антихабајући адитиви.

Инхибитори рђе се као адитиви додају већини индустријских уља за подмазивање, који штите премазане површине елемената машинских система које су израђене од гвожђа или челика, подложне електрохемијском процесу, корозији.

Инхибитори оксидације се као адитиви додају уљима јер повећавају постојаност уља према дејству кисеоника. При великим температурама, уља за подмазивање реагују са кисеоником, стварајући при томе органске киселине, слободне радикале и сл. Уља која садрже адитиве за заштиту од оксидације имају дужи век трајања, односно код њих је оксидација одложена, [10].

Антихабајући адитиви користе се за заштиту од високих притисака, и имају улогу заштите у условима граничног подмазивања. У случају виших контактних температура и притисака, ове материје формирају слојеве који подсећају на сапуне, који омогућавају раздвајање директног контакта основних материјала, а самим тим и смањују контактну трење, као и хабање.

У табели 2 дати су различити типови адитива и њихова намена, [10]:

Табела 2. Адитиви и њихова намена

<i>Адитиви који штите контактне површине</i>	
Адитиви	Намена
Детерџенти	Штите контактне површине од појаве талога
Дисперзанти	Обезбеђују нерастворљивост контаминената
Антихабајући агенси	Редукују трење и хабање спречавају заривавање
ЕР адитиви	Онемогућавају директан метални контакт при високим притисцима
Модификатори трења	Мењају коефицијент трења
<i>Адитиви који унапређују преформансе мазива</i>	
Адитиви за унапређење индекса вискозитета	Редукују степен вискозитета са променом температуре
Агенси за контролу бубрења заптивних материјала	Изазивају бубрење еластомерних заптивки
Депресанти тачке течења	Омогућавају мазиву да тече при ниским температурама
<i>Адитиви који штите мазиво од брзе деградације</i>	
Инхибитори пене	Штите уља за подмазивање од формирања трајне пене
Инхибитори оксидације	Повећавају оксидациону отпорност мазива
Деактиватори метала	Редукују каталитички ефекат метала на степен оксидације
Деемулгатори	Спречавају формирање стабилне мешавине уља и воде
Емулгатори	Олакшавају формирање стабилне мешавине уља и воде

4. Избор уља за затворене зупчасте преноснике

4.1 Поступци при избору уља за зупчасте преноснике

Подмазивање зупчастих преносника захтева хидродинамичко, еластохидродинамичко, и мешовито подмазивање, [10]. Зупци у додиру зупчаника представљају више кинематичке парове, при чему се одвијају сложенији закони кретања самих кинематичких парова. Самим тим, подмазивање мора тежити еластохидродинамичком подмазивању, јер се подмазивање врши у условима изражене геометријске неконформности. Зупчаници углавном раде у условима еластохидродинамичког подмазивања, али и у условима мешовитог помазивања, [10].

Приликом избора уља за зупчасте преноснике потребно је размотрити следеће факторе, [10]:

- врсту зупчаника (цилиндрични, конични, хипоидни, пужни),
- преносни однос,
- радну температуру,
- природу оптерећења и
- тип погона (мотор, турбина, парни погон и сл.).

Утицај врсте зупчаника на одабир уља за подмазивање има велики значај. Разлози леже у самом спрезању зупчаника где контакт у било којој тачки спрезања траје само тренутак, па је и трајање притиска прекратко да истисне текући слој мазива. Мазиво се бира са одређеном прописаном вискозношћу ради формирања ефикасног слоја мазива. Већа вискозност у оваквим случајевима изазива непотребно унутрашње трење чиме се узрокују веће радне температуре, док се уља ниже вискозности лакше истискају из простора између зуба.

Пужни зупчаници у току преноса снаге имају веома велику брзину клизања. Веома често се при дужем радном веку ове врсте преносника примећује видно похабанији погонски елемент-пуж. Трајање контакта на било којој додирној тачки зуба је веома кратак, што представља отежавајућу околност формирању слоја мазива, те се за подмазивање препоручују уља веће вискозности. Код пужних преносника присутни су услови граничног подмазивања, што захтева примену уља са ЕР-адитивима, [10].

Хипоидни зупчаници представљају најтеже услове граничног подмазивања, [10]. Што је веће осно растојање, ови услови постају тежи због већих брзина и повећаног оптерећења.

Брзина преноса директно утиче на вискозитет изабраног уља за подмазивање. Код већих брзина примењују се уља мањег вискозитета, док се код мањих брзина бирају уља већег вискозитета,[10].

Радна температура представља важан фактор при избору уља. Тако је на пример у хладним условима, потребно уље са добрим текућим својствима од самог старта, а поред тога мора имати и довољну вискозност на постигнутој радној температури, [10].

Природа, односно сам карактер оптерећења има једнако важну улогу као и остали чиниоци при одабиру уља за подмазивање. За разлику од једноличних ударних оптерећења, у не толико тешким условима рада, као на пример код преносника који раде у ваљаоницама, челичанама, рудницима, јамама и сл. који се сматрају најтежим условима рада граничног подмазивања, решење је избор мазива са појачаним ЕР- адитивима.

Тип погона може бити електромотор који се одликује једноличним преносом обртног момента на радне машине без ударних оптерећења на боковима зуба, док је код погонских парних машина, дизел мотора и сл. присутно неравномерно преношење обртног момента на радне машине. У таквим случајевима се користи уље веће вискозности ради одржавања уљног филма.

Уља за зупчасте преноснике морају испунити следеће функције, [10]:

- спречавање корозије лежаја и зупчаника,
- спречавање и смањење хабања,
- одвођење топлоте настале трењем спрегнутих површина и
- уклањање честица насталих хабањем.

Исправно изабрана вискозност главно је обележје доброг подмазивања зупчаника. Мазиво тада има добру флуидност на ниским температурама, и осигурава машине при покретању до тренутка постизања одређене радне температуре, [10]

4.2 Подела и спецификације мазива за зупчасте преноснике према ISO стандарду

Напредак у производњи зупчаника омогућио је израду прецизних преносних јединица што је последица високих и честих ударних оптерећења. У уљима се том приликом повећава радна температура, која проузрокује повећану оксидацију чији је крајњи резултат повећана вискозност и стварање талоба. У ранијем добу индустријализације, температуре уља у индустријским машинама кретале су се од $(50 \div 70^{\circ}\text{C})$, док се у данашње доба температуре

уља пењу и преко 100°C, [11]. При оваквим условима рада, од уља за подмазивање се захтева рад у веома сложенем и променљивом окружењу. Један од услова је задовољавање квалитетног подмазивања код зупчаника у контактима челик-челик, као и у контакту челик-бронза код пужних преносника, као и задовољавајућа отпорност адитива на утицај воде, [11].

Класификацију уља за зупчасте преноснике представља међународни (ISO) стандард. Прихваћена је класификација нафтних и сличних производа која даје основну поделу, [12]:

- **F** – Горива,
- **S** – Солвенти и базне сировине за хемијску индустрију,
- **L** – Мазива, индустријска уља,
- **W** – Воскови, парафини и
- **B** – Битумени.

Из наведених ознака, индустријским уљима је додељена ознака (**L**) од енглеске речи (*Lubricants*), мазива. Даља подела индустријских уља (ISO-L) међународног стандарда, дата је у табели 3 и представља поделу индустријских уља према подручју примене.

Табела 3. Подела индустријских уља према примени, [12]

Ознака	Примена
A	Проточно подмазивање
B	Премазивање
C	Зупчasti преносници
D	Компресори и расхладни системи
E	Мотори са унутрашњим сагоревањем
F	Циркулацијски системи (лежаји)
G	Клизне стазе
H	Хидраулични системи
M	Обрада метала
N	Електричне инсталације
P	Пнеуматски алати
Q	Пренос топлоте
R	Привремена заштита од корозије
T	Турбине
U	Термичка обрада

Према (ISO 6743-6) разликује се једанаест категорија мазива од којих су седам намењене затвореним зупчастим преносницима (редукторска уља), а четири за отворене зупчасте преноснике, [12]. У табели 4 приказана су уља за затворене зупчасте преноснике, док је у табели 5 дат приказ уља за отворене зупчасте преноснике.

Табела 4. Подела мазива за затворене зупчасте преноснике (ISO 6743-6), [12]

Ознака категорије	Својства и намена
ISO-L-CKB	Минерална уља оксидационо стабилна са адитивима против корозије и пењења (преносници који раде при лаким условима)
ISO-L-CKC	Минерална уља категорије СКВ са побољшаним ЕР својствима и својствима за спречавање хабања (преносници који раде при устаљеној и нормалној температури уља, а повећаном оптерећењу)
ISO-L-CKD	Мазива категорије ККС са побољшаном термичком и оксидационом стабилношћу (преносници који раде при устаљеној и високој температури уља, и великим оптерећењем)
ISO-L-CKE	Минерална уља категорије СКВ са модификаторима трења (преносници који раде са великим трењем-пужни преносници)
ISO-L-CKS	Мазива оксидационо стабилна, са погодним својствима трења и против корозије (преносници који раде при врло ниским или веома високим устаљеним температурама мазива, а при малим оптерећењима)
ISO-L-CKT	Мазива категорије ККС погодна за екстремне температуре и велика оптерећења (преносници који раде при врло ниској или врло високој устаљеној температури мазива и великим оптерећењима)
ISO-L-CKG	Техничке масти са ЕР адитивима за спречавање хабања (зупчаници који раде при лаким условима, обично велике редукције)

Табела 5. Подела мазива за отворене зупчасте преноснике (ISO 6743-6), [12]

Ознака категорије	Својства и намена
ISO-L-CKH	Мазива на бази битумена (преносници са цилиндричним и коничним зупчаницима који раде при средњим температурама околине и лаким условима)
ISO-L-CKJ	Мазива категорије СКН са побољшаним ЕР и својствима за спречавање хабања (преносници који раде при средњим температурама околине и повећаним оптерећењима)
ISO-L-CKL	Техничке масти са ЕР и својствима за спречавање хабања, повећане термичке стабилности (преносници са цилиндричним и коничним зупчаницима који раде при високим температурама околине и са великим оптерећењем)
ISO-L-CKM	Мазива са побољшаним својствима у односу на заривавање (преносници који раде са изузетно великим оптерећењем)

Спецификације уља намењена подмазивању затворених зупчастих преносника у индустрији, дефинисане су од стране ISO организације стандардом (ISO 1292-1/96).

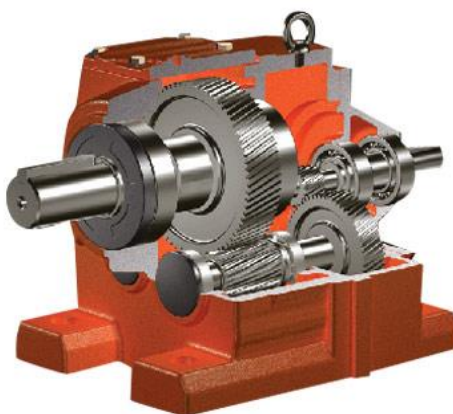
Наведени стандард обухвата категорије уља (СКВ, СКС,СКD, СКЕ, СКS и СКТ). У оквиру сваке категорије стандард предвиђа уља са различитим величинама вискозности од (VG 32 до VG 1500), мада се у пракси користе и уља веће вискозности (нпр. VG 2200), [12].

4.3 Избор уља за редукторе

4.3.1 Уопштено о редукторима

Редуктор представља механички преносник снаге чија је функција да пренесе снагу са погонске на радну машину и при томе обезбеди потребне параметре обртног момента, број обртаја са вратила погонске машине на вратило радне машине, [13].

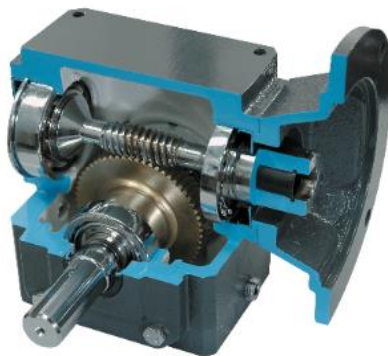
Редуктори се према положају оса вратила могу поделити на редукторе са паралелним осама вратила (слика 17), редукторе чије се осе вратила секу (слика 18) и на редукторе чије се осе вратила мимоилазе (слика 19).



Слика 17. Редуктор са паралелним осама вратила

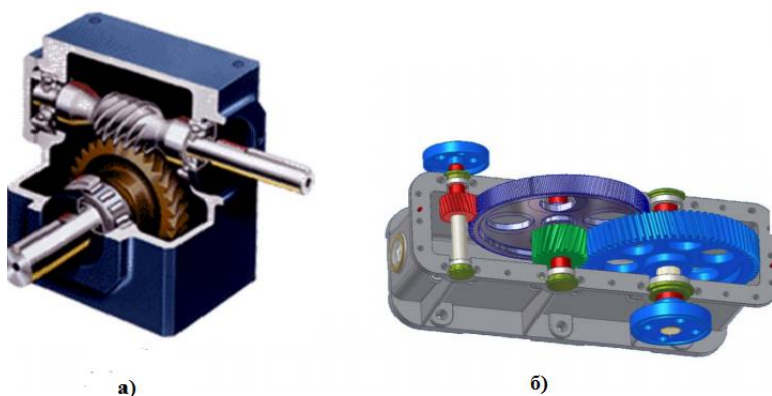


Слика 18. Редуктор чије се осе вратила секу



Слика 19. Редуктори чије се осе вратила мимоилазе

У зависности од броја степени преноса редуктори се могу поделити на једноступене (слика 20, а), двоступене (слика 20, б), и вишеступене редукторе. Једноступене редукторе представљају редуктори са једним паром зупчаника у спрези и у овом случају пар зупчаника представља пужни пар, (слика 20,а). Код двоступених редуктора у спрези имамо два пара зупчаника. Док је код вишеступених тај број већи, [13].



Слика 20. Подела редуктора према броју степени преноса

4.3.2 Основни видови хабања у трибомеханичким системима

Редуктори представљају сложене трибомеханичке системе, самим тим њихово одржавање је добрим делом у домену трибологије, [13]. Правилно и економично функционисање машина и опреме, у овом случају редуктора, остварује се следећим циљевима:

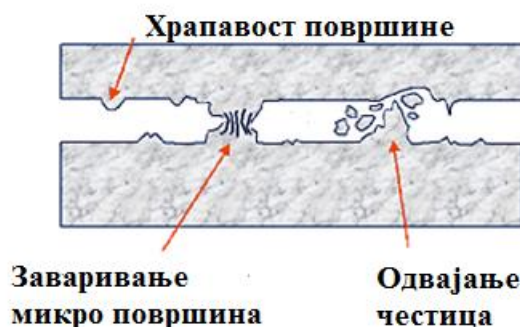
- нормални губитак енергије (контролисано трење) и
- нормални век трајања (контролисано хабање).

При анализи трошкова одржавања редуктора, може се закључити да су главни трошкови у одржавању везани за трење, подмазивање и хабање.

Хабањем су у процесу експлоатације изложена готово сва техничка средства, при чему њихова радна способност и употребна вредност стално опада. Хабање се у општим случајевима може поделити на, [14]:

- Адхезивно хабање,
- Абразивно хабање,
- Хабање услед замора,
- Оксидациону корозију,
- Електролитску корозију и
- Редукциону корозију.

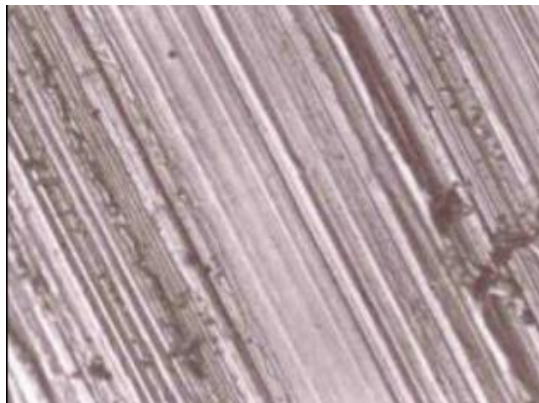
Адхезивно хабање представља основни вид хабања и готово се не може елиминисати. Адхезивно хабање је последица контакта површина, те је директно у вези са појавом трења при клизању. Приликом појаве адхезивног хабања приказаном на слици 21, делићи материјала бивају одлепљени са једне површине након чега се лепе на другу или опадају.



Слика 21. Адхезивно хабање

Правилно изабрана мазива према специфичним радним условима имају изузетно висок и повољан утицај на смањење адхезивног хабања. При пројектовању елемената као и уређаја за њихово подмазивање, сваки елемент склопа се мора димензионисати и обликовати у складу са законитостима стварања хидростатичког и хидродинамичког подмазивања, односно стварању оваквих слојева мазива тамо где услови рада то дозвољавају. У условима хидростатичког подмазивања где је слој мазива између површина у кретању непрекидан и довољне дебљине, сва адхезивна хабања су сведена на минимум, [14].

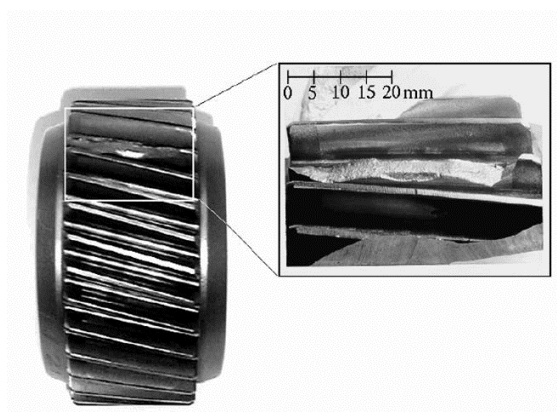
Абразивно хабање је последица контакта два материјала различитих тврдоћа. Приликом абразивног хабања приказаном на слици 22 тврђи материјал у контакту оставља траг бразди на површини мекшег материјала, [14].



Слика 22. Абразивно хабање

Мазиви флуиди могу имати само ограничен утицај на ток и обим абразивног хабања. Њихов утицај је знатан само у периоду уходавања и прилагођавања површина у контакту и релативном кретању. Ефикасније мере представљају технолошке и металуршке природе које воде повећању отпорности материјала клизних површина према абразивном хабању, [11]. Често издвајање и пречишћавање непожељних честица из система подмазивања, као и спречавање продора абразивних честица у машину одговарајућим заптивкама, представљају најзначајнију конструктивну меру за смањење абразивног хабања.

Хабање услед замора материјала настаје растеређивањем и оптеређивањем површина односно цикличним клизањем услед чега настају унутрашње и спољашње пукотине, док се код кртих материјала могу створити и рупе, [14]. Последица замора материјала приказана је на слици 23.



Слика 23. Последица замора материјала

Мазива у случајевима замора материјала имају значајно, али ипак само ограничено дејство на ублажавање ове врсте хабања. Својства материјала, врста, састав и структура значајно доприносе решавању ових проблема. Мазива у великој мери доприносе амортизацији ударних оптерећења слојем мазива код клизних и котрљајних лежајева, чувају елементе од корозије и спречавају настанак иницијалних пукотина.

Хемијска-корозивна хабања, су последица клизања двеју површина у корозивној средини. У оваквим случајевима скидањем површинског слоја корозије омогућава се кородирање следеће површине у контакту два елемента, [14].

4.3.3. Основне карактеристике мазива за подмазивање редуктора и њихов задатак

Мазива за подмазивање редуктора имају задатак да смање губитке услед трења на покретним деловима редуктора које изазива повећање загревања редуктора као и хабање зупчастих и пужних преносника и лежајева. Мазива такође морају да умање шум, ударна оптерећења, заштите елементе редуктора од корозије као и вибрације у раду редуктора. За подмазивање редуктора користе се претежно течна мазива минералне основе, док су синтетичка уља и друге врсте мазива мање заступљена. Основне карактеристике уља за редукторе представљају вискозност, запаљивост, топлјивост (капање), отпорност према старењу, чврстоћа у односу на садржај пепела, воде и сл.

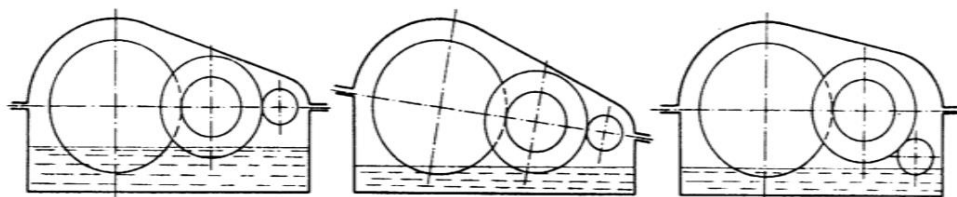
Два основна захтева која имају утицаја на формулацију уља за подмазивање редуктора су, [15]:

- смањење трошкова одржавања и
- промене у конструкцији са циљем повећања ефикасности преносника.

Смањење трошкова одржавања представљају дужи периоди употребе уља као и смањење трошкова уклањања и рециклаже мазива.

У циљу задовољавања захтева, мазива треба да поседују повећани век употребе, повећану термичку стабилност, побољшана ЕР својства на високим температурама (притисак) и отпорност на утицај контаминената.

Подмазивање редуктора приказано на слици 24 врши се тако што зупци гоњеног зупчаника захватају уље и доводе га у спрегу. Количина уља у кућици редуктора треба да покрије 1-5 модула гоњеног зупчаника код цилиндричних преносника, док је код коничних преносника ниво уља у кућици редуктора до половине или целе дужине зуба.



Слика 24. Подмазивање редуктора

4.3.4 Уља за редукторе

Из раније наведених задатака и очекивања задовољавајућег квалитета одабране врсте мазива, за подмазивање редуктора у даљем тексту дате су препоруке наведених произвођача мазива, [16,17,18].

Kompaund ASP уља [14], користе се за редукторе свих врста озубљења и оптерећења као и за пужне редукторе који раде у условима најтежих оптерећења. Радна температура може да достигне 120°C . Производе се од селективно рафинисаних минералних уља високог индекса вискозности уз додатке антиоксидационих, антикорозивних и специјалних ЕР адитива. *Kompaund ASP* такође поседује и добре деемулзионе особине. Пакује се у лименим бурадима од 180 [kg], и мањим кантама, док се испорука може вршити и цистернама, [16]. Складишти се у просторијама заштићеним од директног утицаја спољних фактора. Амбалажа ове врсте редукторских уља приказана је на слици 25, док су основне карактеристике дате у табели 6.



Слика 25. Kompaund ASP редукторско уље, [16]

Табела 6. Основне карактеристике уља *Komraid ASP*, [16]

Ознака	68	100	150	220	320	460	680	1000
Вискозност, [mm ² /s] на 40°C	60	87	132	195	300	430	680	910
Вискозност, [mm ² /s] на 100°C	8	10	13	18	21	28	37	41
Индекс вискозности	95	95	95	95	90	90	90	60
Темп. паљења [°C]	190	200	220	220	230	230	240	240
Темп. стињавања [°C]	-25	-20	-18	-15	-12	-10	-5	-5

Reduktol HKT-30 представља уље произведено од изузетно квалитетног базног уља и специјално одабраног пакета адитива. Препоручује се код примене високооптерећених редуктора, диференцијала и сличних система. Одликује се високим антихабајућим својствима, термичком и оксидационом стабилношћу, као и одржавањем довољног вискозитета и дебљине филма на повишеним температурама. Испоручује се у бурадима од 60 и 200 литара. Основне карактеристике ове врсте уља дате су у табели 7, [17].

Табела 7. Основне карактеристике уља *Reduktol HKT-30*, [17]

<i>Reduktol</i> <i>HKT-30</i>	ISO градација вискозности	Кинематска вискозност [mm ² /s] на 40°C	Индекс вискозности	Тачка течења [°C] (макс.)	Тачка паљења [°C] (мин.)
	32	28.8 – 35.2	120	-25	230

Famredol ultra 68 представља EP уље минералне основе за подмазивање затворених редукторских преносника, лежаја и других уређаја у условима високих ударних оптерећења, [18].

Предности *Famredol* уља за подмазивање су, [18]:

- подношење високих притисака,
- добре антихабајуће особине које омогућавају ефикасно подмазивање,
- висока оксидациона и термичка стабилност,

- добра заштитна својства од корозије, штити челичне компоненте чак и у присуству воде,
- добре особине против пенушања и
- добре деемулзивне особине.

У табели 8 дате су основне карактеристике *Famredol ultra 68* уља за подмазивање.

Табела 8. Карактеристике *Famredol ultra 68* уља за подмазивање, [18]

Вискозност, [mm ² /s] на 40°C	68
Вискозност, [mm ² /s] на 100°C	9.0
Темп. паљења [°C]	210
Темп. стињавања [°C]	-21
Паковање	20[L], 180 [kg]

5. Поступак управљања отпадним уљима

Отпадна уља представљају сва минерална или синтетичка уља и мазива која су неупотребљива за сврху којој су претходно била намењена. Токсичност уља представља главни разлог због кога се, након употребе, уља не могу испуштати у канализације, мора, језера, ни на било ком другом месту због могућности да отпадно уље дође у контакт са пијаћом водом и тиме је контанимира. Управљање отпадним уљима је скуп мера којима се обухвата сакупљање, разврставање, транспорт, складиштење и третман отпадних уља или одлагања отпадака, односно остатка после третмана, [19].

Управљање отпадним уљима спроводи се на начин, који не представља ризик од загађења животне средине. Отпадна уља се сакупљају у посуде погодне за њихово уклањање и транспорт које су обележене на прописан начин. Врсте отпадних уља која се разликују по свом саставу и пореклу не смеју се међусобно мешати. Транспорт отпадних уља врши се према посебним прописима који уређују транспорт опасног отпада.

Третман отпадних уља врши се у постројењу за третман на начин којим се обезбеђује заштита животне средине. Постројење за третман отпадних уља мора да поседује, [19]:

- непропусну подлогу са опремом за сакупљање просутих течности, сепаратором уља и масти и средствима за одмашћивање на месту где се врши истакање,
- уређено складиште за сакупљена отпадна уља које омогућава делатности третмана без застоја,
- одговарајуће резервоаре за одвојено чување отпадних уља са секундарном заштитом од цурења и
- систем за заштиту од пожара у складу са посебним прописима.

Поступци третмана отпадних уља ради поновне употребе и регенерације имају предност у односу на коришћење у енергетске сврхе или друге видове третмана. Уља се третирају као опасан отпад уколико не могу да се поново искористе или употребе као гориво и са њима се поступа према другим прописима и Закону, [19].

Термички третман отпадних уља представља коришћење отпадних уља у енергетске сврхе. Обавља се по поступку тако да се испоштују граничне вредности емисија у ваздух у складу са прописима, [19].

6. Закључак

У склопу завршног рада, дате су поделе основних видова зупчастих преносника као и неки од најзаступљенијих система преноса. Посебна пажња је посвећена уљима за подмазивање механичких преносника снаге, њиховим особинама, као и задацима у циљу постизања што бољих карактеристика подмазивања. Значај подмазивања се може сагледати у чињеницама да се веома често са отказом неке машине или механизма доводи у питање неадекватно подмазивање. Периоди подмазивања, правилно изабрано мазивно средство, као и периоди замене уља, неопходни су за правилан и дуготрајан радни век сваког машинског система, као и за уклањање и свођење неких врста хабања на минимум која су увек присутна у експлоатацији машина.

Као пример једне врсте затвореног зупчастог преносника у овом раду је наведен и анализиран редуктор. Редуктори представљају елемент који је увек присутан између погона и радних машина, а представља и значајан трибосистем код кога је правилно и адекватно подмазивање од виталног значаја. На основу тога, анализирани су неки од основних адитива као саставни део индустријских уља, њихов значај, али и опасност по здравље људи и животну околину.

Тежња ка што бољим карактеристикама мазива и што дужим роковима замене су и даље примарни циљеви који у многоструко зависе од врсте одабраног мазивног средства за конкретну примену која је у овом раду за посебне случајеве дата. Битно је напоменути да на рок замене уља, као и што већи степен искоришћења мазивног средства, утичу и задаци конструктивне приорде као што су карактеристике материјала, врста и начин заптивања заптивним елементима и сл. Складиштење уља пре саме употребе је такође од великог значаја. Произвођач у оквиру сваког производа налаже адекватно складиштење које је приказано у оквиру завршног рада, ради што већег искоришћења и одржавања добрих карактеристика мазивних средстава.

Литература:

- [1] Стојановић Б., Благојевић М., *Механички преносници*, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац, 2015.
- [2] Николић В., *Машински елементи: теорија, прорачун, примери*, Машински факултет, Крагујевац, 2004.
- [3] Танасијевић С., *Механички преносници: ланчани преносници, зупчасти каишни преносници, кардански преносници*, Машински факултет Крагујевац, 1994.
- [4] <http://www.mctankosic.rs/lancanici.html> (приступљено 03.08.2017.)
- [5] <http://www.maziva.org/> (приступљено 7.08.2017.)
- [6] Бабић М., *Мониторинг уља за подмазивање*, Машински факултет, Крагујевац, 2004.
- [7] Карић А., Арнаутовић А., Фејзић Ј., *Дијагностика уља за зупчасте преноснике у циљу утврђивања квалитета и оптималног века употребе*, Зеница, Босна и Херцеговина, 2012.
- [8] Стефановић С., Николић Д., *Избор мазива за подмазивање механичких преносника*, Београд, 2003.
- [9] Пешић З., Недић Б., *Физичко хемијске и триболошке карактеристике уља за подмазивање*, Београд, 2003.
- [10] Верчон Ј., *Мазива и подмазивање*, Југома, Загреб, 1986.
- [11] Шћепановић С., Шотра Д., Шотра В., *Дијагностика уља у редуктору*, Висока техничка школа струковних студија, Нови Београд, 2009.
- [12] Рац А., *Мазива и подмазивање машина*, Машински факултет, Београд, 2007.
- [13] Јевтић Ј., *Редуктори, прорачун и конструкције*, Привредни преглед, Београд, 1984.
- [14] Бабић М., *Предавања из предмета Основи трибологије*, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2017.
- [15] Тодоровић П., *Предавања из предмета Основи одржавања*, Факултет инжењерских наука, Крагујевац 2017.
- [16] Каталог производа, *Рафинерија нафте Београд*, Београд, 1987.
- [17] Каталог производа, *Рафинерија уља Модрича*, Модрича, 2017.
- [18] Каталог производа, *Фабрика мазива-ФАМ*, Крушевац, 2017.
- [19] Службени гласник Републике Србије, *Правилник о условима, начину и поступку управљања отпадним уљима*, бр. 71/2010.